

Озоновые дыры



Строение атмосферы.

Озоновый слой



Состав атмосферы

Газ		Содержание в сухом воздухе, %
N₂	азот	78,08
O₂	кислород	20,95
Ar	аргон	0,93
CO₂	углекислый газ	0,03
Ne	неон	0,0018
He	гелий	0,0005
Kr	криптон	0,0001
H₂	водород	0,00005
Xe	ксенон	0,000009

Состав атмосферы планет Солнечной системы

Содержание газов в атмосфере, %	Марс	Венера	Земля без жизни	Земля
Двуокись углерода	95	98	98	0,03
Азот	2,7	1,9	1,9	79
Кислород	0,13	следы	следы	21
Температура поверхности, °С	-53	477	290	13

Строение атмосферы

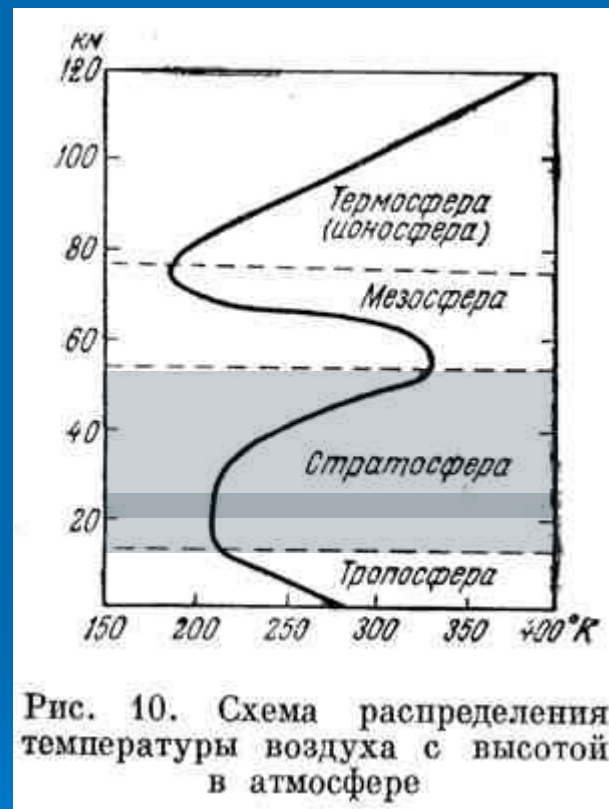
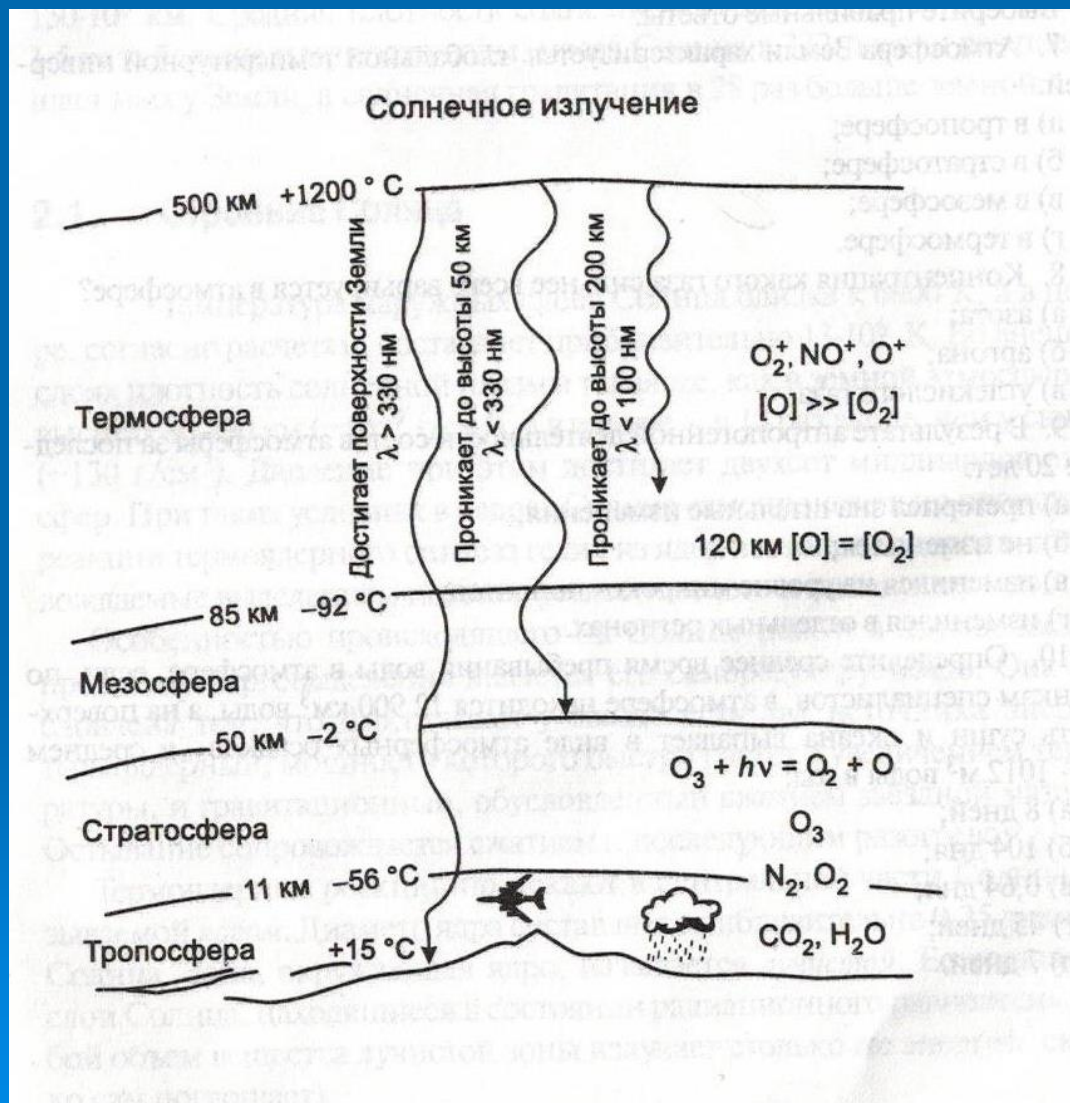
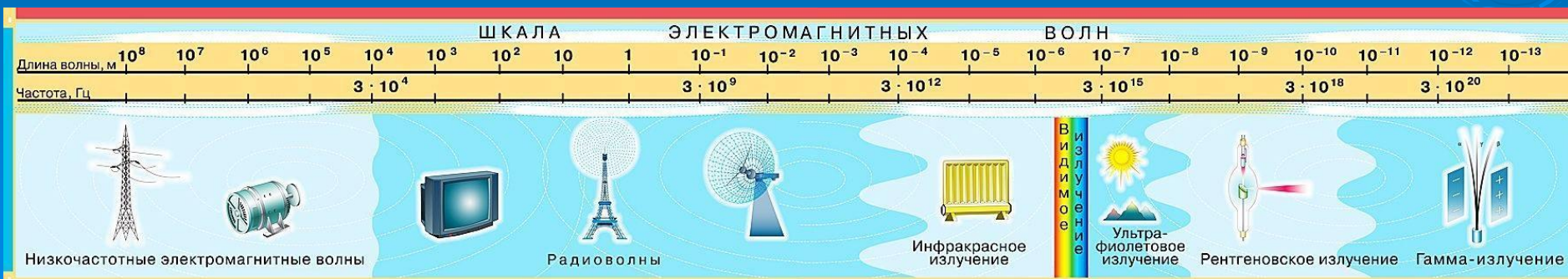


Рис. 10. Схема распределения температуры воздуха с высотой в атмосфере



Основная масса озона сосредоточена
в слое 15 - 55 км
с максимумом концентрации в слое
20 - 25 км

Даже в самом озоновом слое только одна
молекула из 100 000 является молекулой
озона.



Ультрафиолет

ПОЛЬЗА

- Под воздействием солнечного света в организме человека вырабатывается витамин **Д** 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

(от биологически активного ультрафиолета)

- деградация молекул белка;
- канцерогенное действие (рак кожи);
- ослабление иммунной системы (аллергические и инфекционные заболевания);
- ожоги кожи (загар);
- глазные заболевания (катаракта, «снежная слепота»).

Ультрафиолетовое излучение (УФ)

–это невидимое глазом электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между видимым и рентгеновским излучением в пределах $400 \leq \lambda \leq 10 \text{ нм}$.

Наименование	Аббревиатура	Длина волны (λ) в нм
Ближний	NUV	400 нм – 300 нм
Средний	MUV	300 нм – 200 нм
Дальний	FUV	200 нм – 122 нм
Экстремальный	EUV, XUV	121 нм – 10 нм
Ультрафиолет А	VUA	315 нм – 400 нм
Ультрафиолет В	VUB	280 нм – 315 нм
Ультрафиолет С	VUC	100 нм – 280 нм
Вакуумный	VUV	10 нм – 100 нм

БАУ
биол.
активный УФ

поглощается
O₂, не
достигая
высоты 50 км

БАУ

Озон – система жизнеподдержания на Земле!

- Стратосферный озон поглощает УФ-излучение в диапазоне волн 200–320 нм.
- В результате при истощении озонового слоя возрастает УФ-излучение.

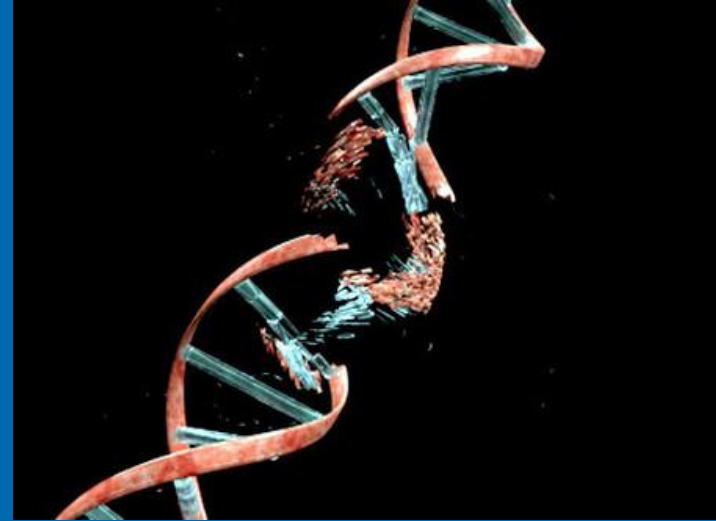
Уменьшение плотности озонового слоя на 10%

➤ приводит к увеличению *опасного* (200–320 нм) УФ-излучения на 13%, что в свою очередь провоцирует рост числа заболеваний разными типами рака кожи на 20 – 30% (теоретически).

➤ определяет загар, вызывает рак кожи, ухудшение зрения.



А поскольку молекулы ДНК поглощают излучение в том же диапазоне длин волн, что и озон, рост УФ-излучения повреждает эти молекулы, снижает скорость деления и, в конце концов, приводит к их гибели.



Повышение УФ-излучения пагубно для всего живого мира и прежде всего – океанического фитопланктона, который составляет начальное звено в природной цепи питания.

- Озон в стратосфере образуется в результате фотохимической диссоциации молекулярного кислорода под воздействием солнечной радиации с длиной волны $h\nu \leq 240$ нм



- где M^* - любая молекула (обычно азота или кислорода), уносящая из реакции избыток энергии.
- Реакция была открыта в 1930 г. Сиднеем Чепманом

Поскольку кислород в атмосфере представлен почти исключительно как O_2 , ясно, что должны существовать процессы, реконвертирующие основную

часть O_3 в O_2 :



Азотный цикл

- Опасность представляют только образующиеся непосредственно в стратосфере оксид и диоксид азота.
- Из тропосферы они не доходят из-за малого срока жизни.
- Исключение гемиоксид азота N_2O



Один атом хлора может разрушить 10^5 молекул озона.

Хлорный цикл



На высоте около 25 км вследствие высокой интенсивности солнечной радиации происходит разрушение ХФУ (фреонов) с выделением атомов хлора (Cl) и молекул монооксида хлора (ClO), которые являются более сильными катализаторами процесса разрушения молекул озона, чем оксиды азота

- за последние 40 лет число больных меланомой увеличилось в 40 раз!
- По прогнозам число дополнительных случаев заболевания катарактой в ближайшие десятилетия составит 3/100000 человек,
- а раком кожи – 7/1000000.

- Одна единица Добсона соответствует 0.01 мм толщины этого слоя.
- 100 е.Д. соответствуют толщине озонового слоя в 1 мм.
- Величина содержания озона в атмосфере испытывает суточные, сезонные, годовые и многолетние колебания.
- При среднем глобальном общем содержании озона в 290 е.Д. толщина озонового слоя изменяется в широких пределах – от 90 до 600 е.Д.

Механизм образования

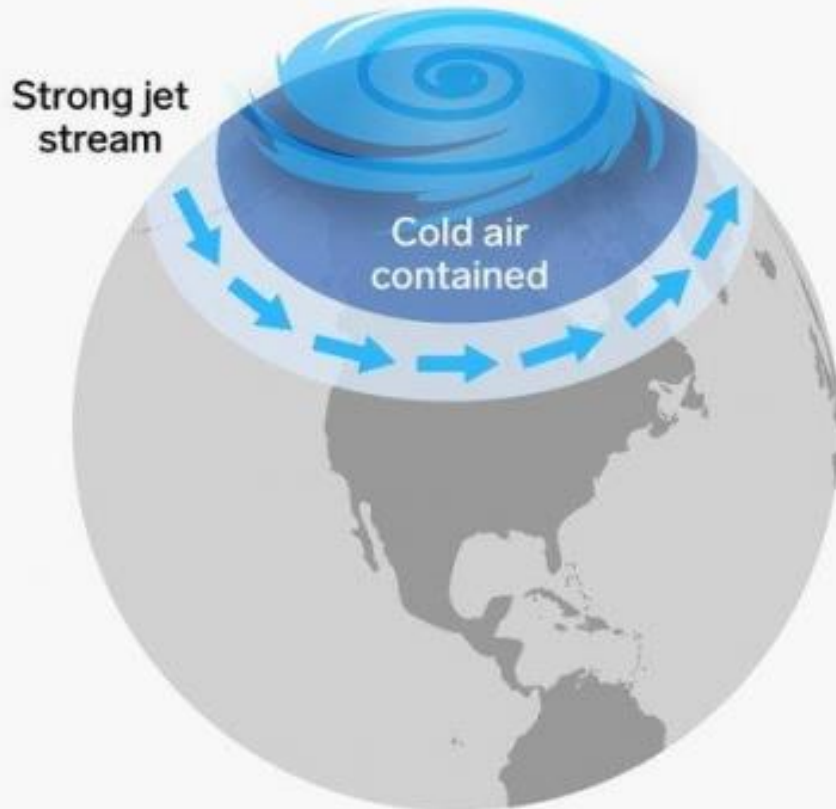
«ОЗОНОВЫХ ДЫР»

- с 1971 года озоновый слой уменьшился на 7%.

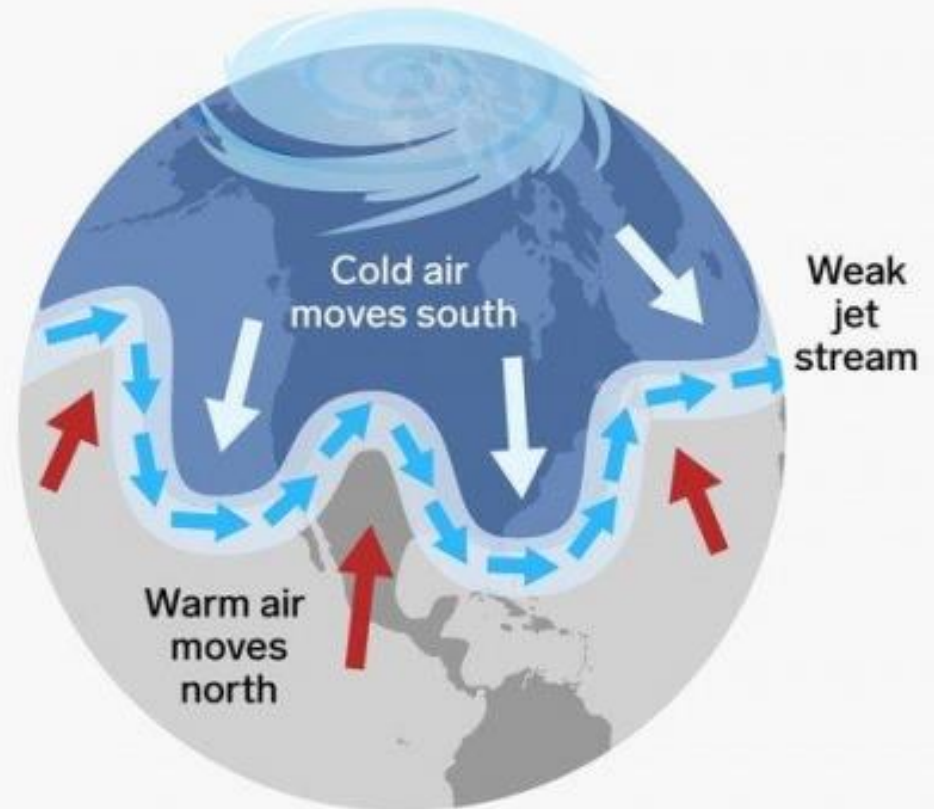


How the polar vortex works

Stable polar vortex



Wavy polar vortex



Source: NOAA

Insider Inc.

Механизм образования «ОЗОНОВЫХ ДЫР»

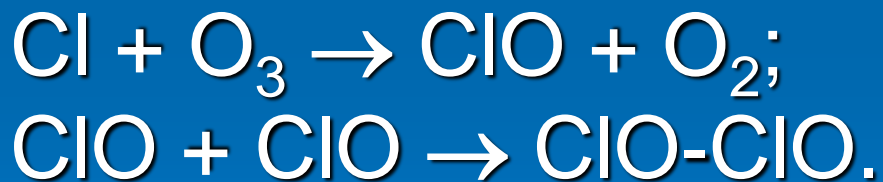
- Антарктида со всех сторон окружена океаном и ветры могут беспрепятственно циркулировать вокруг континента. Во время зимы вокруг Антарктиды возникает околуполюсной вихрь - своеобразная воронка из ветров, которая собирает воздух над Антарктидой и не дает ему смешиваться с остальной атмосферой.

Механизм образования «ОЗОНОВЫХ ДЫР»

- В стратосфере при температуре ниже -100°C происходит конденсация азотной кислоты, появляющейся в результате взаимодействия окислов азота и воды. Образуются, так называемые, полярные стратосферные облака. Поверхность мельчайших кристаллов этих облаков катализирует реакции высвобождения хлора из фреонов, соляной кислоты и других галогенсодержащих веществ.

Механизм образования «ОЗОНОВЫХ ДЫР»

- В темноте антарктической зимы атомы хлора не сразу вступают в цепную реакцию по разрушению озона, а образуют димер оксида хлора.



Механизм образования «ОЗОНОВЫХ ДЫР»

- Когда наступает весна, солнечная радиация разрушает накопившийся димер, хлор высвобождается и начинается цепная реакция разрушения озона. Постепенно околополярный вихрь рассеивается и обедненный озоном воздух перемешивается с нормальным - концентрация озона опять повышается.

Использование ХФУ(хлорфторуглеродов)

- охладители в холодильных установках и кондиционерах.
- для производства поролонов и пенопластов - материалов, широко используемых во многих потребительских товарах, начиная от одноразовой пенопластовой посуды и заканчивая изоляционными материалами.
- в баллонах для распыления аэрозолей
- для промывания электрооборудования.

В 1987 года представители 24 стран в Монреале подписали соглашение, по которому обязались сократить вдвое использование озоноразрушающих ХФУ к 1999-му году. Однако в связи с ухудшающейся ситуацией в 1990-м году в Лондоне были приняты поправки к Монреальскому протоколу.

Согласно Лондонским поправкам в список регулируемых ХФУ вошли еще 10 веществ и было принято решение прекратить использование ХФУ, галогенов и четыреххлористого углерода к 2000-х тысячному, а метилхлороформа - к 2005-му году

В Монреале была принята система, по которой озоноразрушающие вещества подразделялись по следующим критериям:

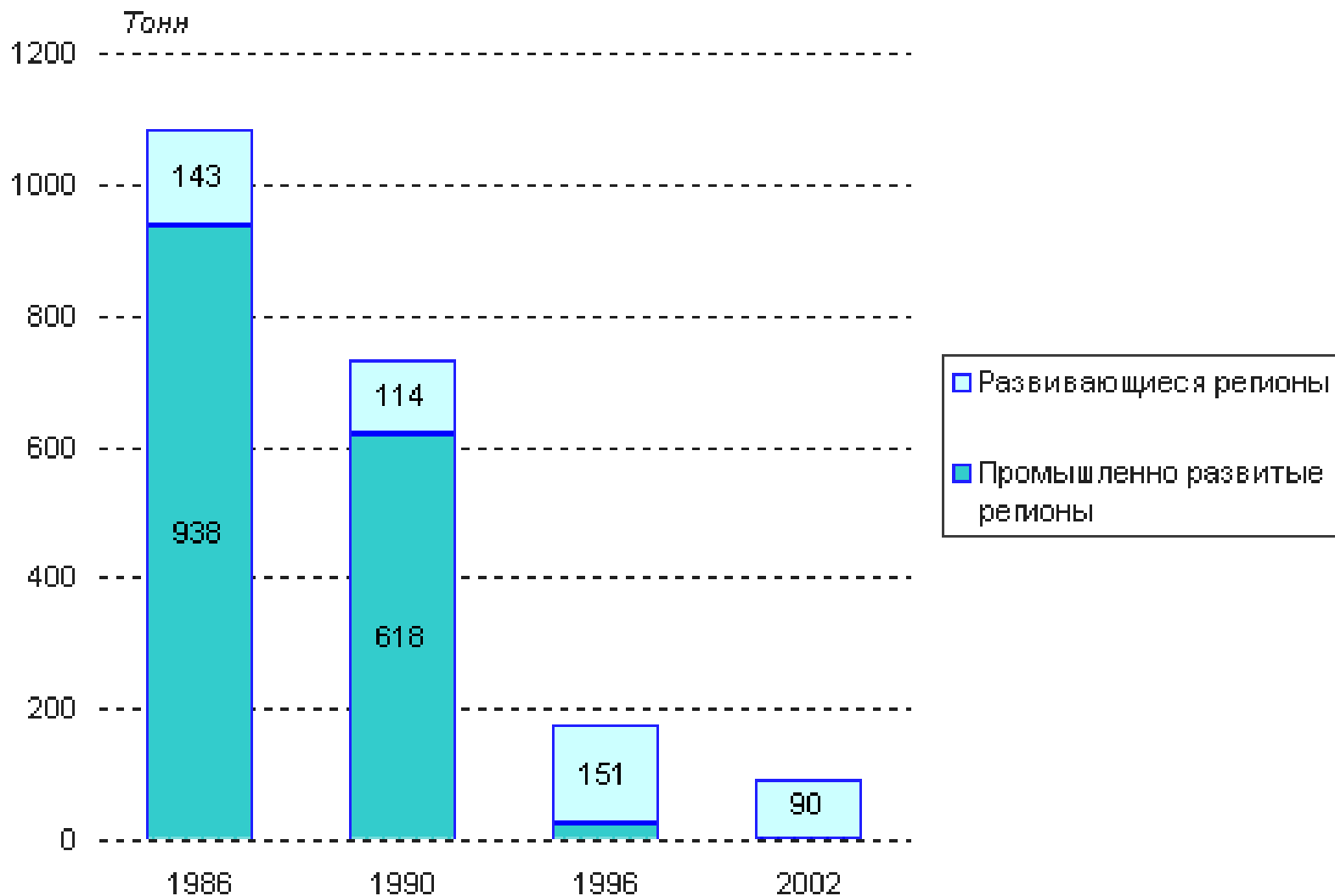
- способность разрушать озон
- продолжительность их жизни



Озоноразрушающий потенциал некоторых веществ (CFC обозначает «хлорфтороуглерод»):

	Разрушающий потенциал	Продолжительность жизни
	(усл.ед)	(лет)
CFC 11	1,00	75
CFC 12	1,00	111
CFC 114	1,00	185
CFC 115	0,60	380
Метилхлороформ	0,10	7
Четыреххлористый углерод	1,06	50
Halon 1211	3,00	25
Halon 1301	10,00	110
Halon 2402	6,00	Не известно

Потребление хлорфторуглеродов, тыс. т озоноразрушающего потенциала



Маркировка продукции, не содержащей фреоны

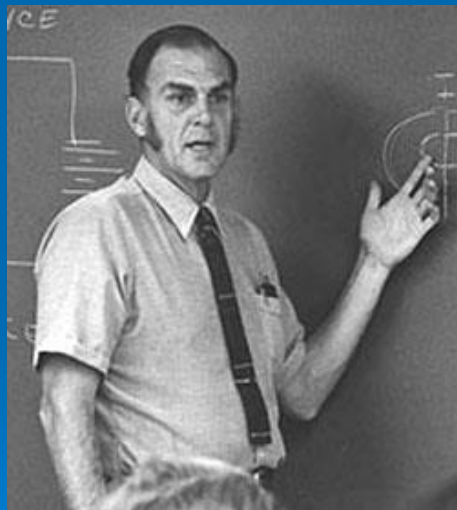


Нобелевская премия по химии, 1995

- «за работу по химии атмосферы, особенно в связи с образованием и разрушением озона».



Марио Молина



Шервуд Роулэнд



Пауль Крutzen

**Атмосфера.
Влияние деятельности
человека
на атмосферу и климат
Лекция 2**



Средняя температура поверхности Земли $+ 15^{\circ}\text{C}$,
без парникового эффекта она была бы $- 18^{\circ}\text{C}$.

Парниковый эффект - один из механизмов
жизнеобеспечения на Земле.

**Парниковый эффект – разогревание нижних
слоев атмосферы, возникающее за счет
поглощения отраженного теплового излучения
поверхности Земли молекулами газов**



Парниковый эффект

- Атмосфера слабо поглощает солнечную радиацию в видимой части спектра, большая часть которой достигает земной поверхности, но задерживает длинноволновое тепловое ИК излучение, исходящее от ее поверхности, что приводит к значительному повышению температуры ее нижних слоев.

Парниковый эффект

Часть излучения проходит сквозь атмосферу, а часть поглощается и переизлучается молекулами парниковых газов



Часть солнечного излучения отражается атмосферой и земной поверхностью

Большая часть солнечного излучения поглощается и нагревает поверхность Земли

Тепловое излучение земли частично уходит за пределы атмосферы




Парниковый эффект

Парниковым может считаться любой газ, поглощающий в ИК-области и содержащийся в сколь угодно малых количествах в атмосфере.

- водяной пар, находящийся в атмосфере
- углекислый газ (диоксид углерода) (CO_2),
- метан (CH_4),
- оксиды азота, в особенности N_2O
- озон (O_3)
- хлорфторуглероды

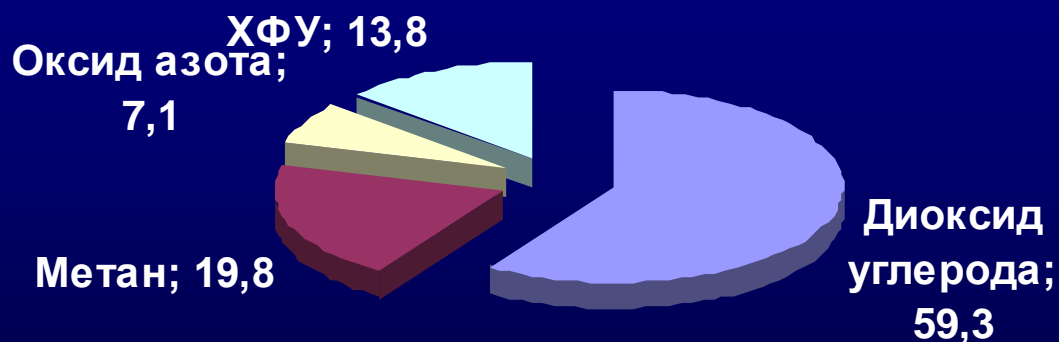
Парниковый эффект каждого из таких газов зависит от трех основных факторов:

- 1. ожидаемого парникового эффекта на протяжении ближайших десятилетий или веков (например, 20, 100 или 500 лет), вызываемого единичным объемом газа, уже поступившим в атмосферу, по сравнению с эффектом от углекислого газа, принимаемым за единицу;**
 - 2. типичной продолжительности его пребывания в атмосфере**
 - 3. объема эмиссии газа.**
- 

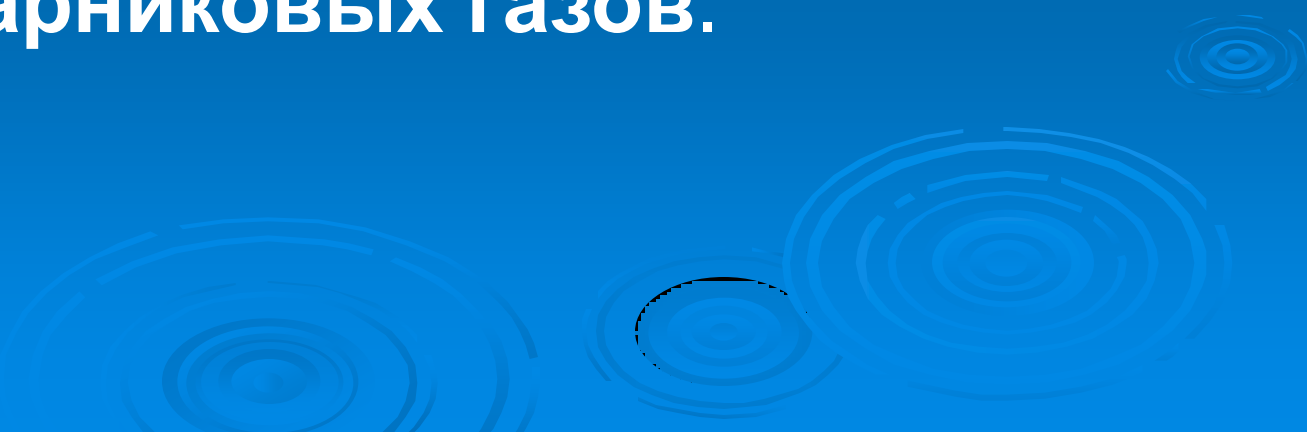
Основные особенности газов с парниковым эффектом

	Концентрация, частей на миллиард	Относительный парниковый потенциал газа на ближайшие 20 лет	Продолжительность существования в атмосфере, гг.
CO ₂	358000	1	50–200
CH ₄	1720	12	16
N ₂ O	312	290	120
CFC (ХФУ)	0,1-0,3	300-8000	от 7 до 400

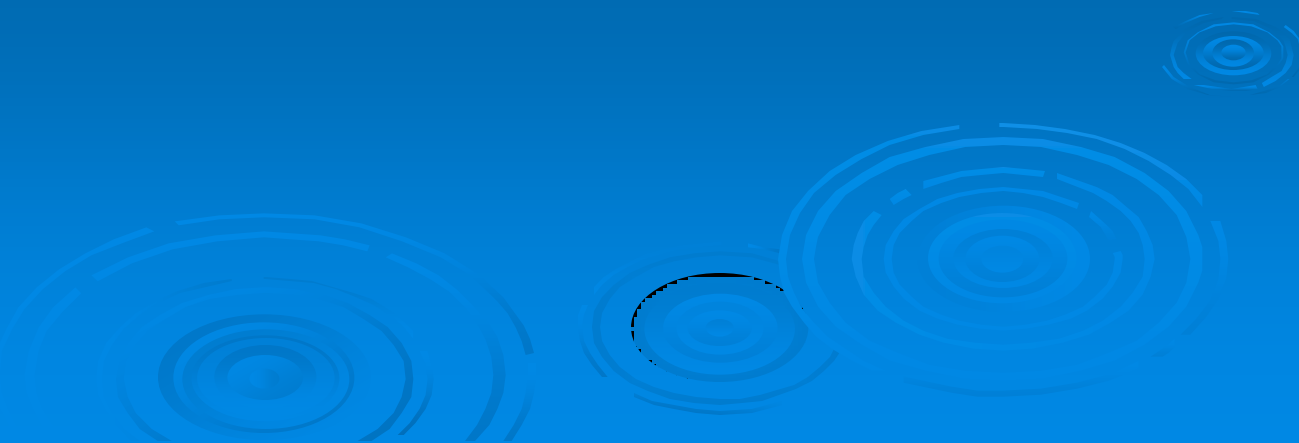
Вклад парниковых газов в изменение радиационного баланса (2000 г.)



**16 февраля 2005 г. вступил в силу
Киотский протокол,
по которому предусмотрено
сокращение эмиссии
парниковых газов.**



- 1992 г. в Рио-де Жанейро принята рамочная конвенция ООН об изменении климата, далее к ней разработан и подписан Киотский протокол (1997)



Конвенция прямо увязывает изменения климата с развитием

Цель Рамочной Конвенции по изменению климата

достичь стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на достаточно низком уровне, позволяющем не допустить “опасного антропогенного вмешательства” в климатическую систему

в сроки достаточные для того, чтобы

- экосистемы могли адаптироваться естественным образом к изменениям климата;
- производство продовольствия не было поставлено под угрозу, и
- экономическое развитие продолжалось устойчивыми темпами

РКИК ООН подписана 192 Сторонами – глобальный охват

Альтернатива Киото

- Летом 2005 г. США, Китай, Австралия, Индия, Южная Корея и др. страны региона подписали соглашение «Азиатско-Тихоокеанское партнерство по экологическому развитию и климату»

существует несколько главных позиций

Соединенные Штаты

- Изменение климата – проблема долгосрочная
- Акцент на технологиях дающих сокращения в течение 20-30 лет, а не обязательных для выполнения целевых показателей и сроках

Европейский Союз

- Изменение климата - насущный вопрос
- Шанс избежать опасного вмешательства может быть упущен в ближайшие 10-20 лет
- Необходимы обязательные целевые показатели и сроки

Развивающиеся страны (Г 77)

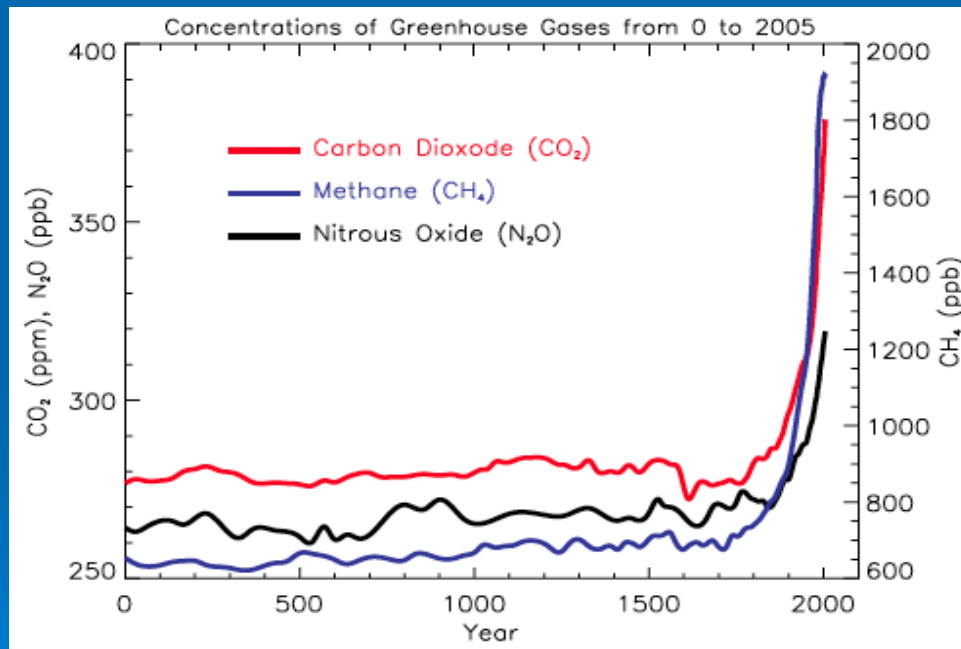
- Изменение климата- насущный вопрос
- Развитые страны несут ответственность и должны действовать первыми
- Приоритет - развитие, борьба с нищетой
- Нужны дружественные климату технологии

Азиатско- Тихоокеанское партнерство
(2006 г.)

США, Австралия, Индия, Япония,
Китай, Южная Корея

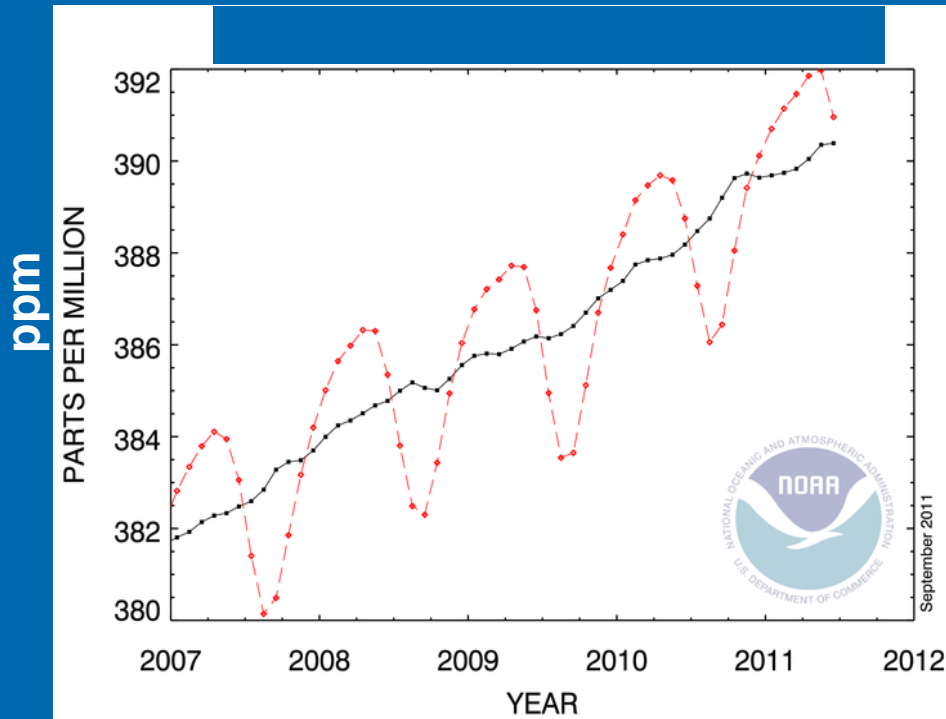
Концентрации парниковых газов растут

- Повышение уровней после 1750 г. вследствие развития хозяйственной деятельности
- Резкий рост за последние 50 лет



- Концентрации CO₂ в атмосфере сохранялись ниже 300 ppm по крайней мере на протяжении 600,000 лет
- В настоящее время они составляют 380 ppm и продолжают расти

Атмосферная концентрация CO₂



Скорость роста концентрации
(среднее по десятилетиям)

1970 – 1979: 1.3 ppm г⁻¹

1980 – 1989: 1.6 ppm г⁻¹

1990 – 1999: 1.5 ppm г⁻¹

2000 – 2010: 1.9 ppm г⁻¹

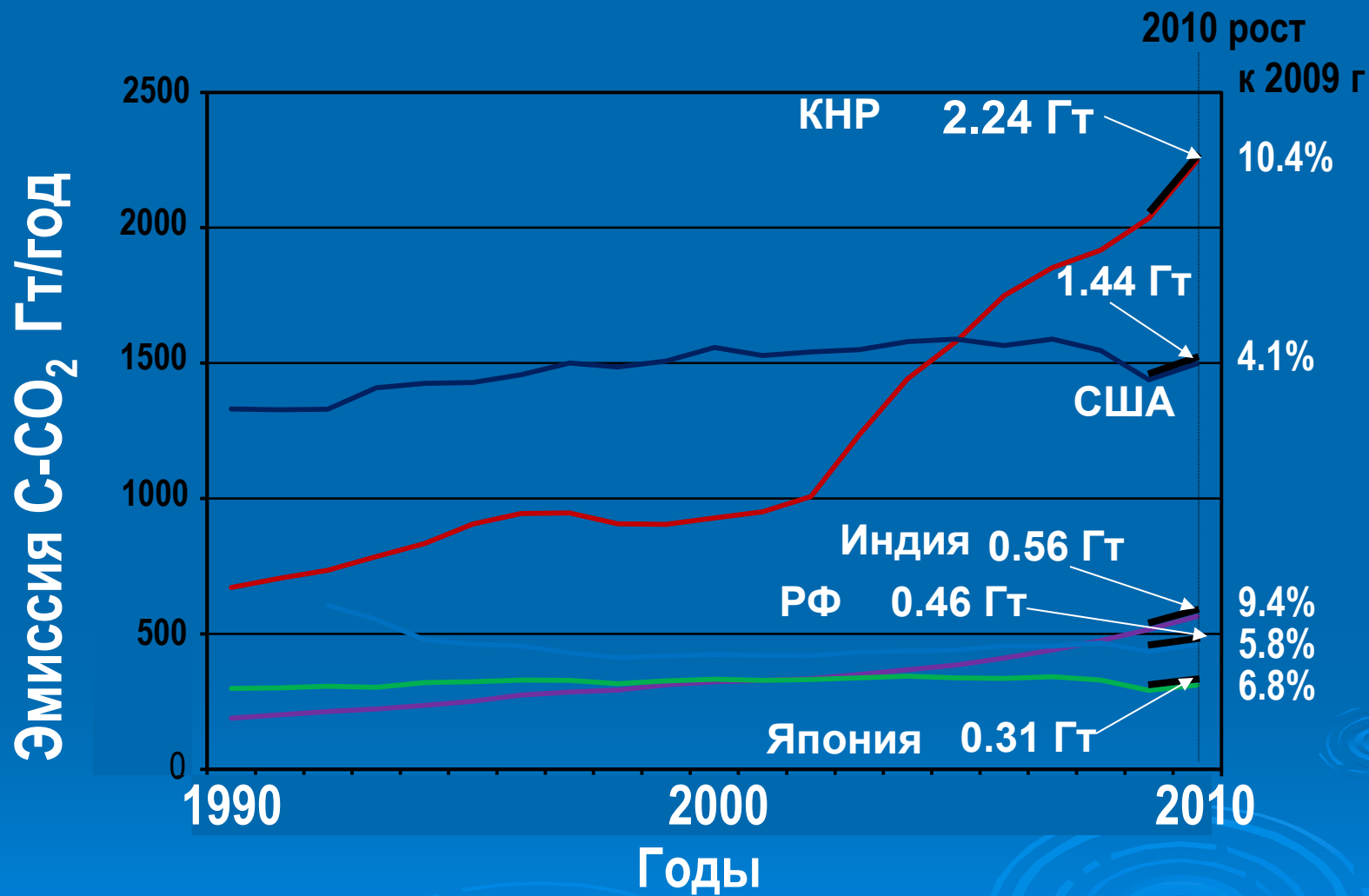
Data Source: Thomas Conway, 2011, NOAA/ESRL + Scripts Institution



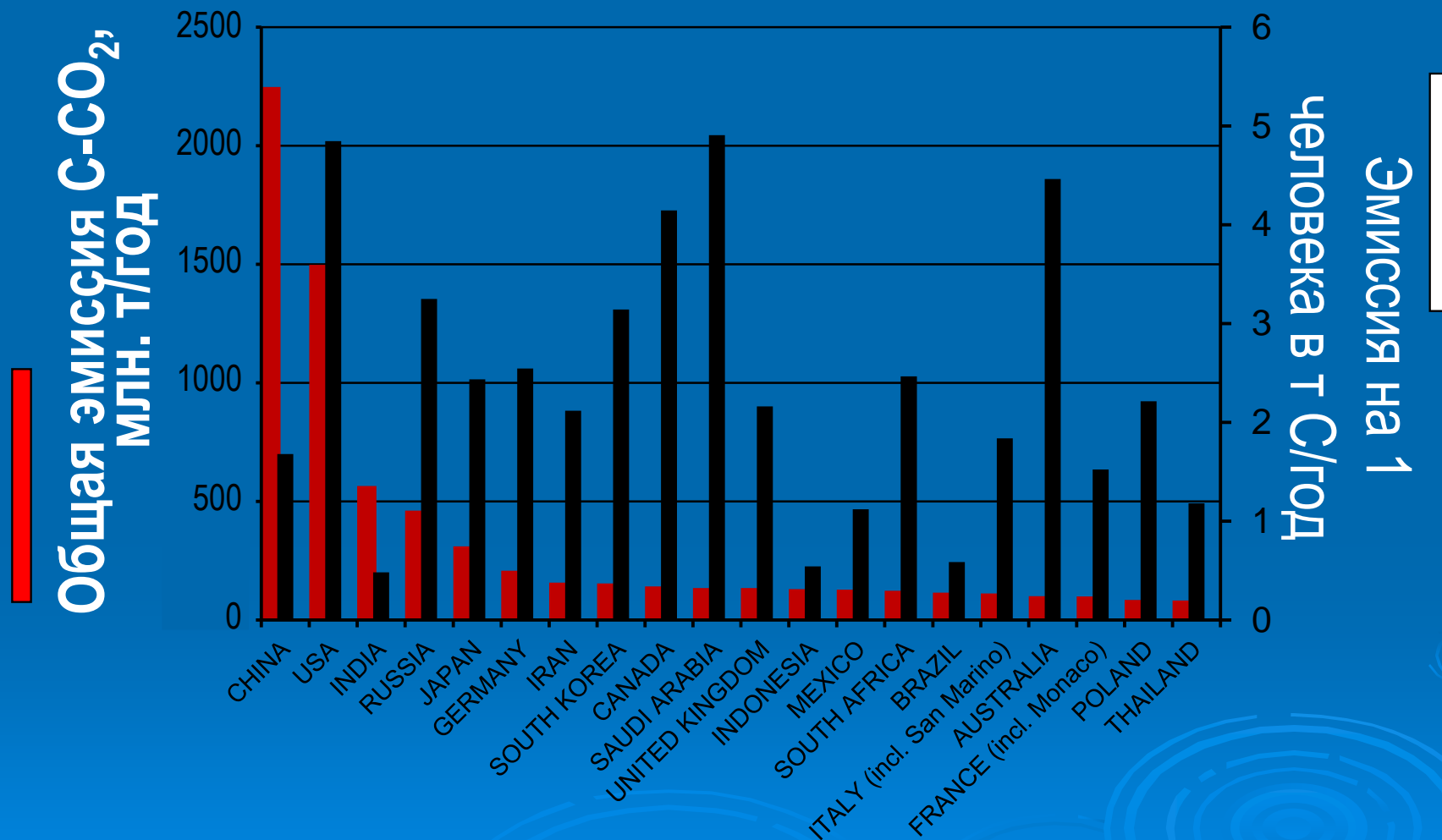
Среднегодовая скорость роста (ppm г⁻¹)

2010	2.36
2009	1.63
2008	1.81
2007	2.11
2006	1.83
2005	2.39
2004	1.58
2003	2.20
2002	2.40
2001	1.89
2000	1.22

Эмиссия CO₂ от сжигания ископаемого топлива (главные эмиттеры - *Top Emitters*)



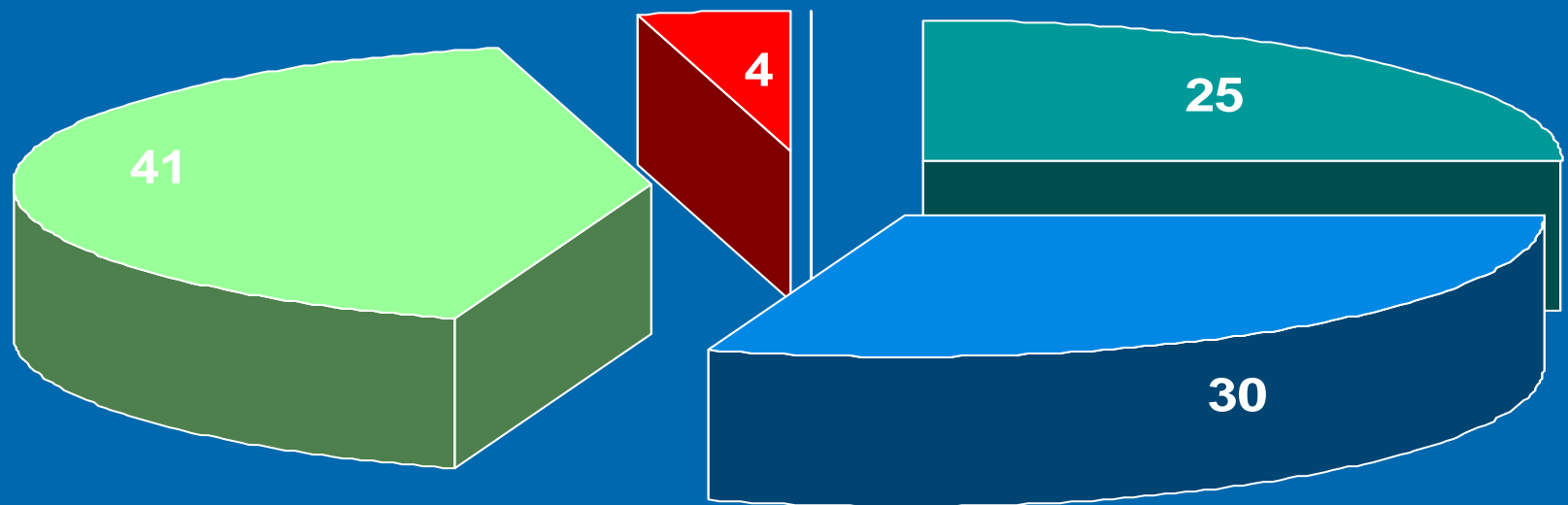
20 главных эмиттеров CO₂ и эмиссия в расчете на 1 человека в 2010 г



Top 10 CO2 Emitters 2018

Country	2018 CO2 Emissions in Billion Metric Tons	Global Share	Change Since Kyoto Protocol
China	9.43	27.8%	54.6%
U.S.	5.15	15.2%	-12.1%
India	2.48	7.3%	105.8%
Russia	1.55	4.6%	5.7%
Japan	1.15	3.4%	-10.1%
Germany	0.73	2.1%	-11.7%
South Korea	0.70	2.1%	34.1%
Iran	0.66	1.9%	57.7%
Saudi Arabia	0.57	1.7%	59.9%
Canada	0.55	1.6%	1.6%

Антропогенная эмиссия CO_2 относительно ее природных источников на Земле (%)



■ Дыхание наземной биоты 25
■ Дыхание океанической биоты

■ Дыхание почв 30
■ Антропогенная эмиссия

Судьба эмитированного CO₂ (2010)

9.1±0.5 ГТ С г⁻¹



0.9±0.7 ГТ С г⁻¹

+



5.0±0.2 ГТ С г⁻¹

50%



2.6±1.0 ГТ С г⁻¹

26%

NPP



24%

2.4±0.5 ГТ С г⁻¹

Среднее по 5 моделям



- Растущее население Земли в обозримом будущем вряд ли откажется от использования традиционных источников энергии, хотя все шире разрабатываются энергосберегающие технологии, расширяются масштабы использования нетрадиционных, возобновляемых источников энергии.
- Вместе с тем парниковый эффект независимо от внедрения новых технологий энергосбережения и принятия новых «киотских протоколов» будет продолжать нарастать. Надежды на масштабное секвестирование CO₂ искусственно создаваемыми экосистемами не оправданы.
- *Уровень насыщения органическим углеродом экосистем* определяется по всей вероятности почвенно-климатическими особенностями и этот уровень имеет свои ограничения. При изменении типа землепользования накопленный Сорг. может легко опять очутиться в атмосфере.

- Для человечества остается одно – направить усилия на разработку адаптационных механизмов (мероприятий) к меняющимся условиям окружающей среды (разработка технологий защиты от экстремальных погодных явлений, технологии быстрой ликвидации лесных пожаров, эффективные технологии защиты от наводнений и др.).
- Во благо развития сельского и лесного хозяйства максимально использовать преимущества удобрительного эффекта повышенной концентрации CO_2 в атмосфере.
- Для России весьма актуальным является подготовка к возможному отступлению вечной мерзлоты и, соответственно, решение проблем безопасного строительства в районах крайнего Севера и распространения вечной мерзлоты.