Проблема изменения климата

- состояние научных знаний

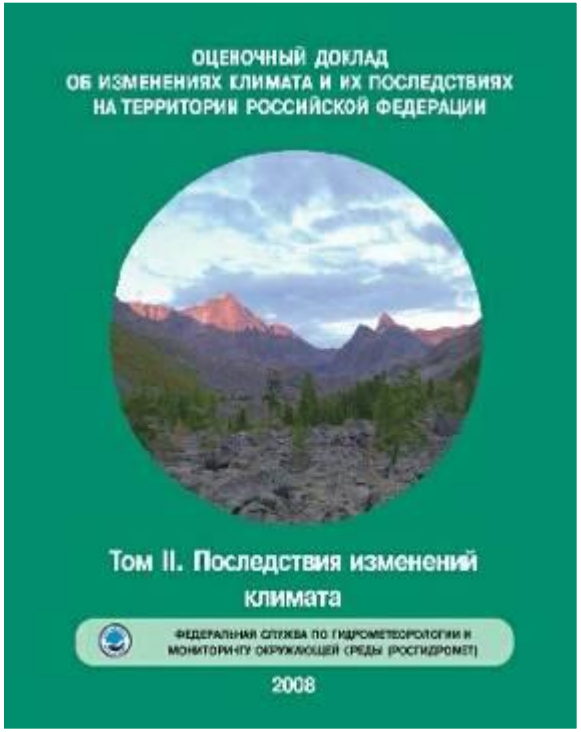
- Арктика

- Климатическая доктрина РФ

- Копенгагенское соглашение

Кокорин Алексей Олегович
Всемирный фонд дикой природы - Россия (WWF-Россия)
Москва, Николоямская ул. 19. стр. 3 akokorin@wwf.ru
(495) 727-0939

Еще раз о причине изменения климата ?

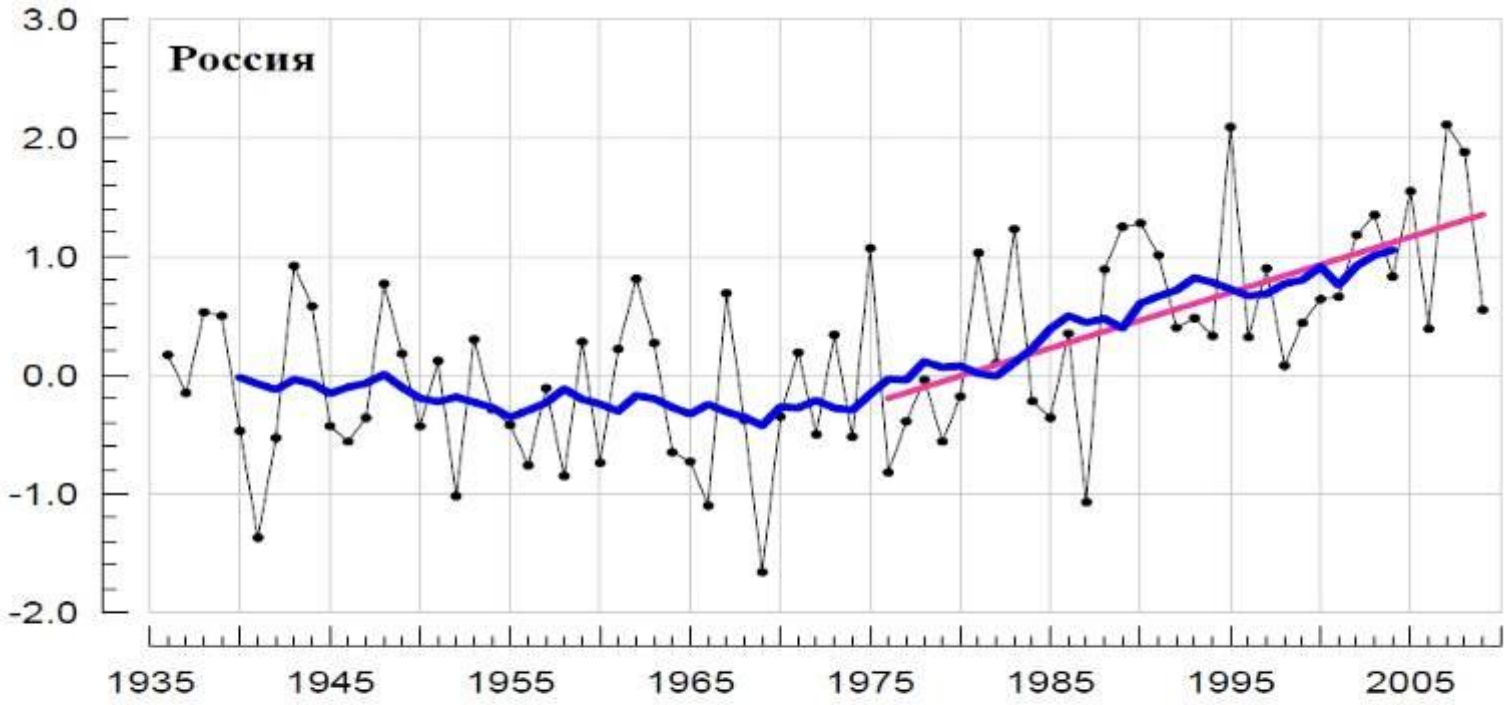


http://climate2008.igce.ru

Нынешнее изменение климата из-за человека и от нас зависит климат XXI века

Проблема антропогенного изменения климата объективно необычна и сложна для понимания. Видим температуру, а дело не в ней !

Усилия "скептиков" - непрофессионалов и лоббистов бизнеса - обструкционистов сильно осложняют понимание вопроса (особенно через СМИ). Все считают себя вправе "судить о погоде" ?



Рост среднегодовой температуры приземного слоя воздуха, ^{0}C
(за ноль приняты средние значения за 1961- 1990 гг.? сглаженная кривая - 11 летнее осреднение, Линейный тренд по 1976- 2009 гг.

Вывод Росгидромета: холодная зима 2009 -2010 не означает смены тенденции.

Казалось бы сомнений нет?

Источник: «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2009 год», Москва, 2010, Росгидромет. www.meteorf.ru

Если смотреть только за

местной, при-земной

темпера-турой,

за 20 лет или XX век

то можно ничего не обна-ружить, или выявить периоды

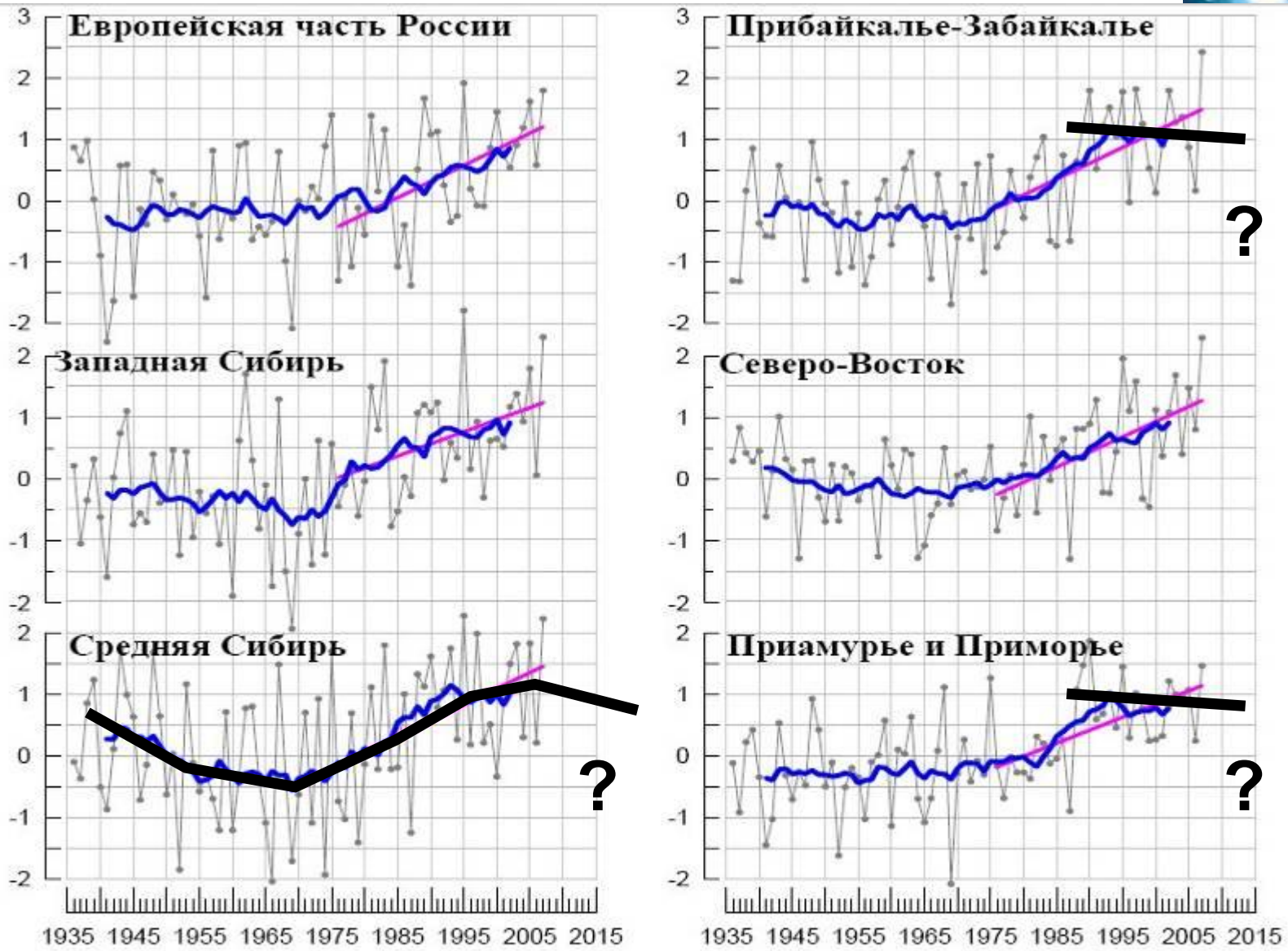
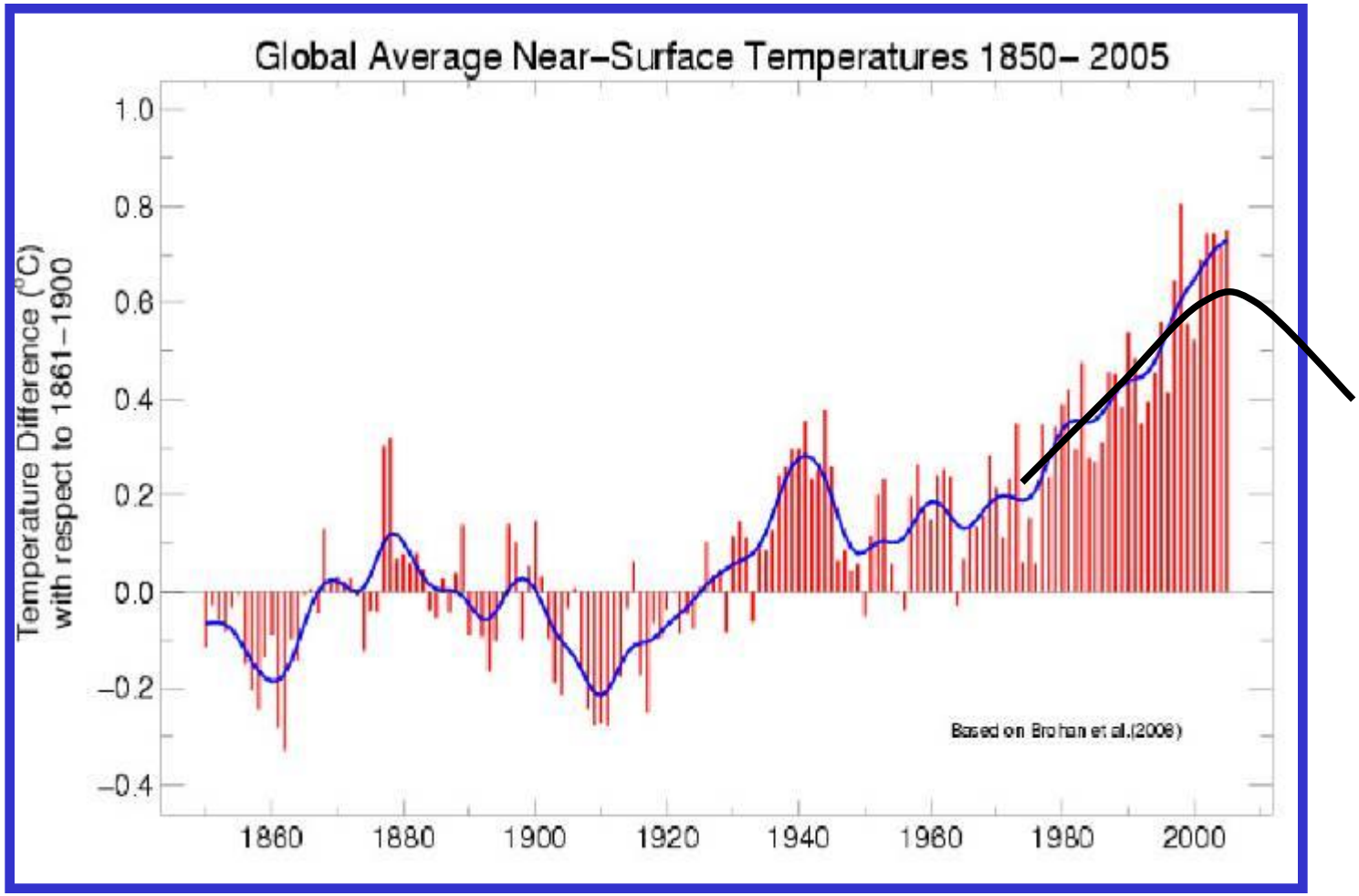


Рис. 1.3. Средние годовые аномалии температуры приземного воздуха (°С) для регионов России, 1936-2007 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Кривая линия соответствует 11-летнему скользящему осреднению. Прямой линией показан линейный тренд за 1976-2007 гг.

www.wwf.ru



Если взять температуры за XX век, то гармонический анализ даст "синус" и будет вывод - скоро наступит похолодание ?!

Но… гармонический анализ предполагает, что в течение всего периода действуют одни и те же факторы.

А это не так !

www.wwf.ru

Пять базовых понятий о климате !

1) Проблема в изменении химического состава атмосферы, а не в росте температуры. Никогда в истории человечества не было ни такой концентрации CO2 в атмосфере, ни столь резкого ее роста,

2) С 1970-х годов заработал новый климатический фактор - антропогенное усиление парникового эффекта. Сложные модели тут не нужны: (подсчет радиационный потоков) + (изотопный и корреляционный анализ *происхождения* CO2).

3) Надо четко понимать, о каком временном промежутке мы говорим. во временном масштабе десятков лет изменение климата в основном зависит от нас. "*С вероятностью >90% основная причина антропогенное усиление парникового эффекта*". А в масштабе сотен-тысяч лет все иначе, там похолодание.

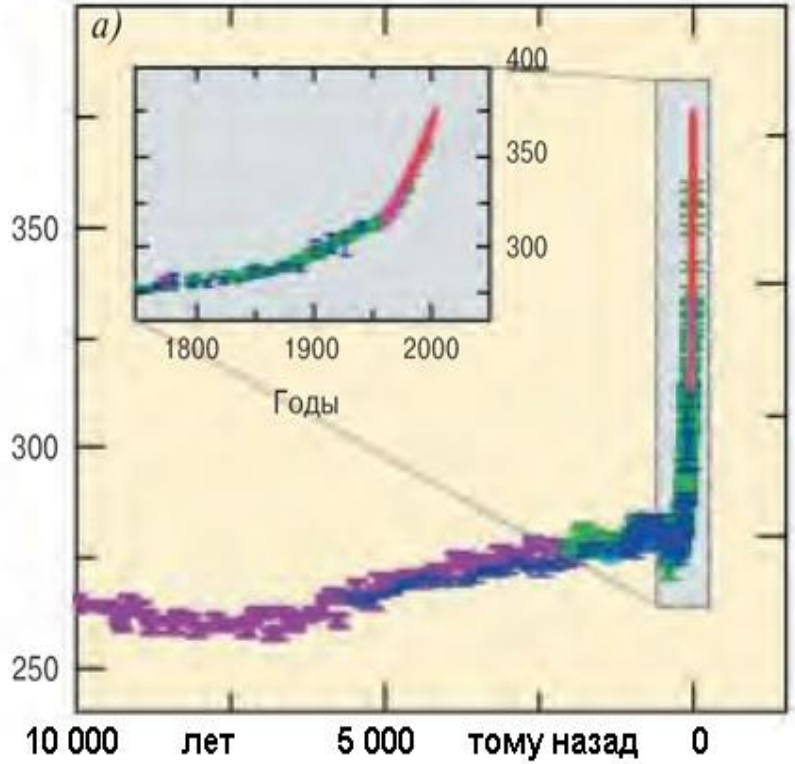
4) Дело в опасных гидрометеорологических явлениях, а не в средних температурах (маленькое потепление). На территории России за 15 лет их стало в 2 раза больше (с 150-200 до 350-400)

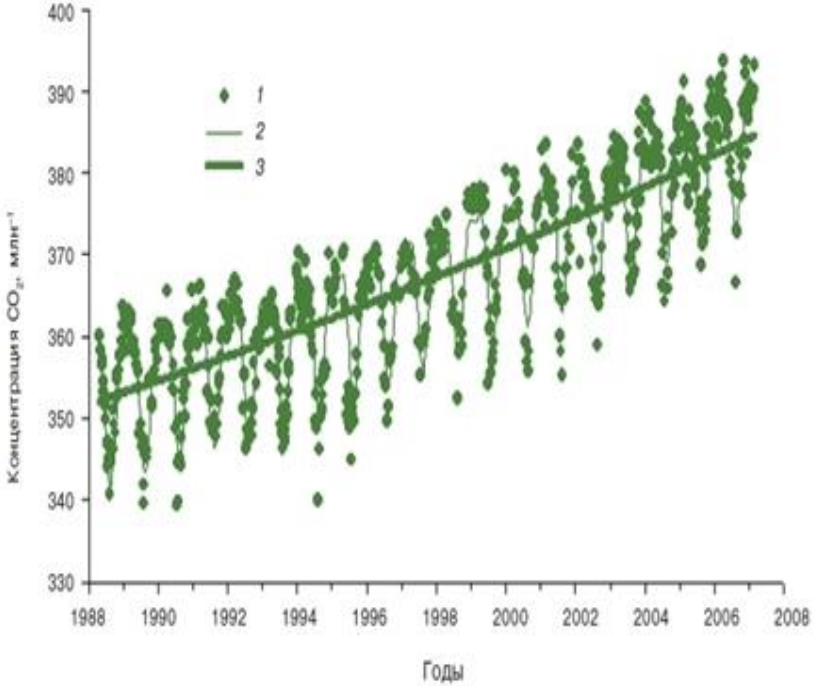
5) Опасно не нынешнее, еще относительно слабое, изменение климата, а то, что будет через 20-50 лет. Человечество должно замедлить рост выбросов, а потом постепенно их снижать. Ориентир: к середине XXI века глобальные выбросы парниковых газов надо снизить в 2 раза от уровня 1990 года.

Концентрация CO_2 в атмосфере Земли в последние 10 000 лет

Концентрация CO_2 на станции Териберка за последние 20 лет

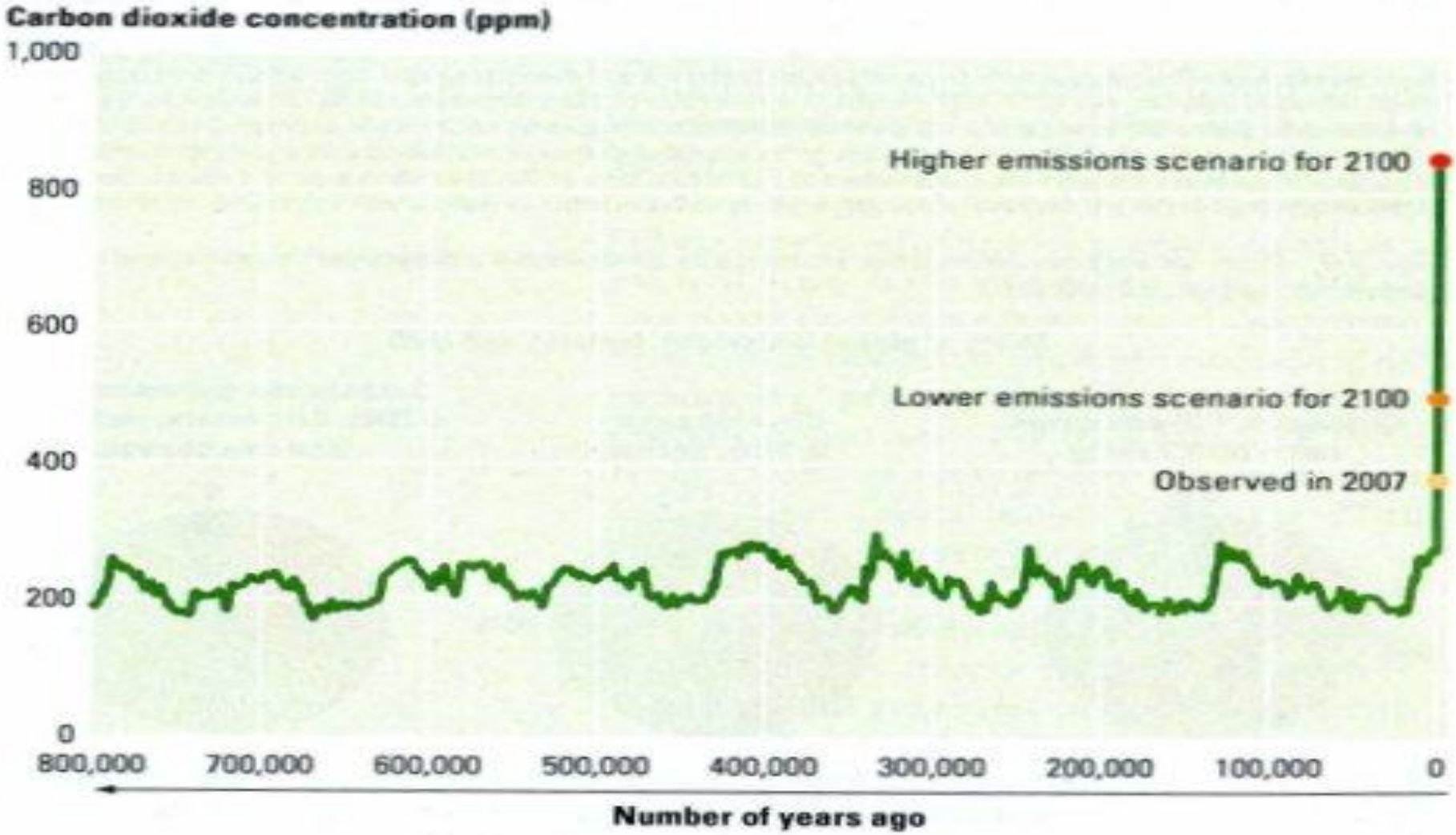
CO_2, ppm (объемных частей на млн)





1- данные измерений (сезонный ход)
2- сглаженный ход концентраций
3- многолетний тренд

Источник: «Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации». Росгидромет. 2008 г., том 1, стр. 90-91. www.climate2008.igce.ru



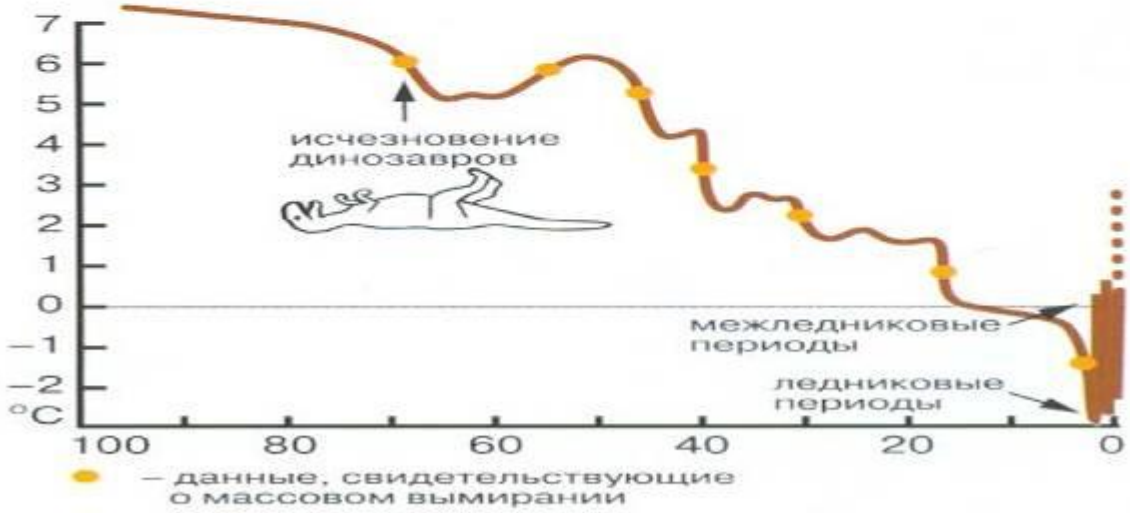
Source: Lüthi and others 2008.

Note: Analysis of air bubbles trapped in an Antarctic ice core extending back 800,000 years documents the Earth's changing CO_2 concentration. Over this long period, natural factors have caused the atmospheric CO_2 concentration to vary within a range of about 170 to 300 parts per million (ppm). Temperature-related data make clear that these variations have played a central role in determining the global climate. As a result of human activities, the present CO_2 concentration of about 387 ppm is about 30 percent above its highest level over at least the last 800,000 years. In the absence of strong control measures, emissions projected for this century would result in a CO_2 concentration roughly two to three times the highest level experienced in the past 800,000 or more years, as depicted in the two projected emissions scenarios for 2100.

Миллионы лет назад было и жарче и CO2 больше, в далеком будущем тоже может быть иначе, но мы говорим о нашей жизни в XXI веке

Средняя планетарная температура приземного слоя воздуха (относительно среднего уровня)

Планетарная температура 100 миллионов лет назад и прогноз до 2100 года



Источник: Изменение климата, информационные материалы. ЮНЕП/ОИК, Женева, 1997

www.wwf.ru

Пять базовых понятий о климате !

1) **Проблема в изменении химического состава атмосферы, а не в росте температуры. Никогда в истории человечества не было ни такой концентрации CO2 в атмосфере, ни столь резкого ее роста,**

2) **С 1970-х годов заработал новый климатический фактор - антропогенное усиление парникового эффекта. Сложные модели тут не нужны: (подсчет радиационный потоков) + (изотопный и корреляционный анализ *происхождения* CO2).**

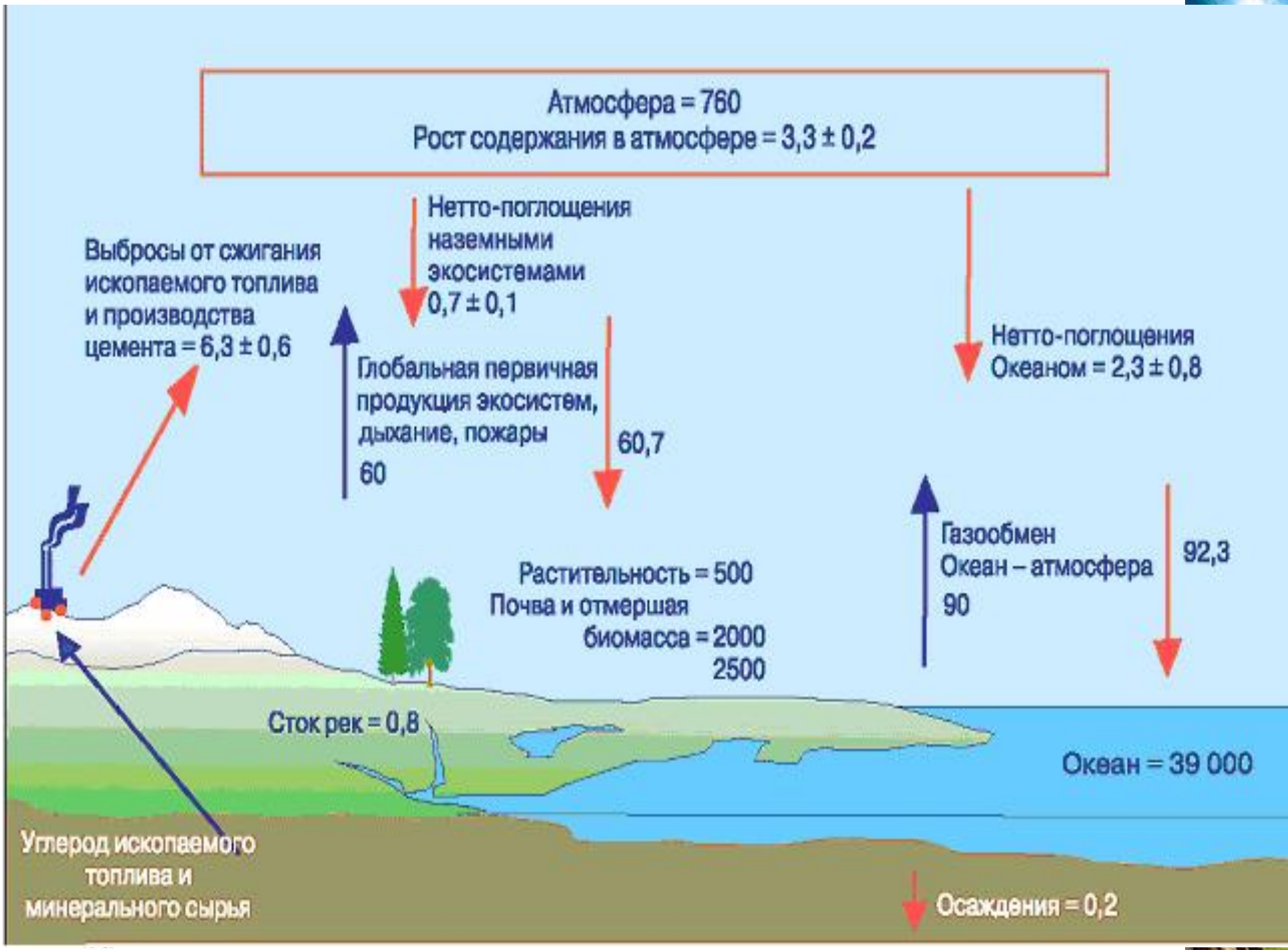
3) **Надо четко понимать, о каком временном промежутке мы говорим. во временном масштабе десятков лет изменение климата в основном зависит от нас. "*С вероятностью >90% основная причина антропогенное усиление парникового эффекта*". А в масштабе сотен-тысяч лет все иначе, там похолодание.**

4) **Дело в опасных гидрометеорологических явлениях, а не в средних температурах (маленькое потепление). На территории России за 15 лет их стало в 2 раза больше (с 150-200 до 350-400)**

5) **Опасно не нынешнее, еще относительно слабое, изменение климата, а то, что будет через 20-50 лет. Человечество должно замедлить рост выбросов, а потом постепенно их снижать. Ориентир: к середине XXI века глобальные выбросы парниковых газов надо снизить в 2 раза от уровня 1990 года.**

Парниковый эффект

www.wwf.ru


Атмосфера = 760
Рост содержания в атмосфере = 3,3 ± 0,2
Нетто-поглощения наземными экосистемами 0,7 ± 0,1
Выбросы от сжигания ископаемого топлива и производства цемента = 6,3 ± 0,6
Глобальная первичная продукция экосистем, дыхание, пожары
60
60,7
Нетто-поглощения Океаном = 2,3 ± 0,8
Газообмен Океан – атмосфера
90
92,3
Растительность = 500
Почва и отмершая биомасса = 2000
2500
Сток рек = 0,8
Океан = 39 000
Углерод ископаемого топлива и минерального сырья
Осаждения = 0,2

Почему можно выделить вклад человека «на фоне» больших естественных потоков CO_2 в система атмосфера – океан – наземные экосистемы?

Почему можно утверждать, что температура меняется вслед за CO2, а не наоборот?

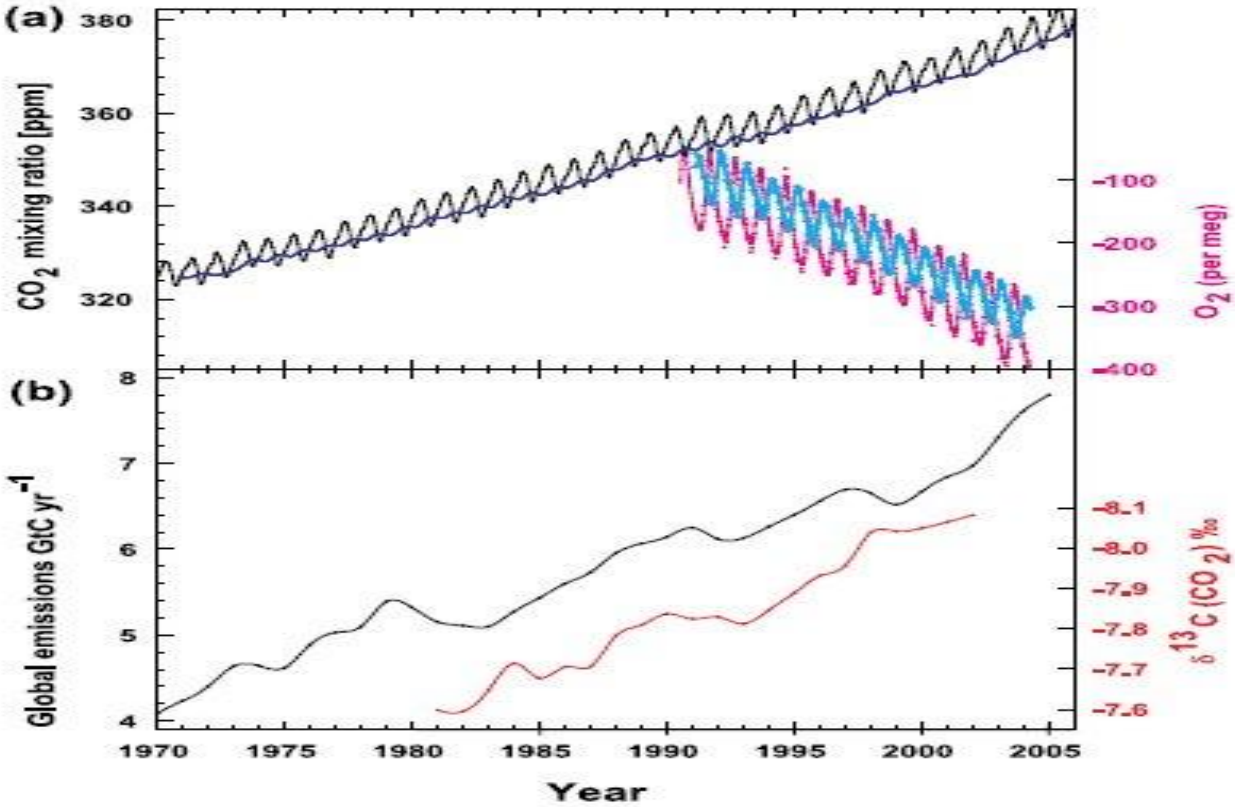


Figure 2.3. *Recent CO_2 concentrations and emissions. (a) CO_2 concentrations (monthly averages) measured by continuous analysers over the period 1970 to 2005 from Mauna Loa, Hawaii (19°N, black; Keeling and Whorf, 2005) and Baring Head, New Zealand (41°S, blue; following techniques by Manning et al., 1997). Due to the larger amount of terrestrial biosphere in the NH, seasonal cycles in CO_2 are larger there than in the SH. In the lower right of the panel, atmospheric oxygen (O_2) measurements from flask samples are shown from Alert, Canada (82°N, pink) and Cape Grim, Australia (41°S, cyan) (Manning and Keeling, 2006). The O_2 concentration is measured as 'per meg' deviations in the O_2/N_2 ratio from an arbitrary reference, analogous to the 'per mil' unit typically used in stable isotope work, but where the ratio is multiplied by 10^6 instead of 10^3 because much smaller changes are measured. (b) Annual global CO_2 emissions from fossil fuel burning and cement manufacture in GtC yr^{-1} (black) through 2005, using data from the CDIAC website (Marland et al, 2006) to 2003. Emissions data for 2004 and 2005 are extrapolated from CDIAC using data from the BP Statistical Review of World Energy (BP, 2006). Land use emissions are not shown; these are estimated to be between 0.5 and 2.7 GtC yr^{-1} for the 1990s (Table 7.2). Annual averages of the $^{13}C/^{12}C$ ratio measured in atmospheric CO_2 at Mauna Loa from 1981 to 2002 (red) are also shown (Keeling et al, 2005). The isotope data are expressed as $\delta^{13}C(CO_2)$ ‰ (per mil) deviation from a calibration standard. Note that this scale is inverted to improve clarity.*

www.wwf.ru

Пять базовых понятий о климате !

1) **Проблема в изменении химического состава атмосферы, а не в росте температуры. Никогда в истории человечества не было ни такой концентрации CO2 в атмосфере, ни столь резкого ее роста,**

2) **С 1970-х годов заработал новый климатический фактор - антропогенное усиление парникового эффекта. Сложные модели тут не нужны: (подсчет радиационный потоков) + (изотопный и корреляционный анализ *происхождения* CO2).**

3) **Надо четко понимать, о каком временном промежутке мы говорим. во временном масштабе десятков лет изменение климата в основном зависит от нас. "*С вероятностью >90% основная причина антропогенное усиление парникового эффекта*". А в масштабе сотен-тысяч лет все иначе, там похолодание.**

4) **Дело в опасных гидрометеорологических явлениях, а не в средних температурах (маленькое потепление). На территории России за 15 лет их стало в 2 раза больше (с 150-200 до 350-400)**

5) **Опасно не нынешнее, еще относительно слабое, изменение климата, а то, что будет через 20-50 лет. Человечество должно замедлить рост выбросов, а потом постепенно их снижать. Ориентир: к середине XXI века глобальные выбросы парниковых газов надо снизить в 2 раза от уровня 1990 года.**

Причины глобальных изменений климата

изменение размеров и взаимного расположения материков и океанов,

изменение светимости солнца,

изменения параметров орбиты Земли,

изменение прозрачности атмосферы и ее состава в результате изменений вулканической активности Земли, + антропогенное влияние (аэрозоли)

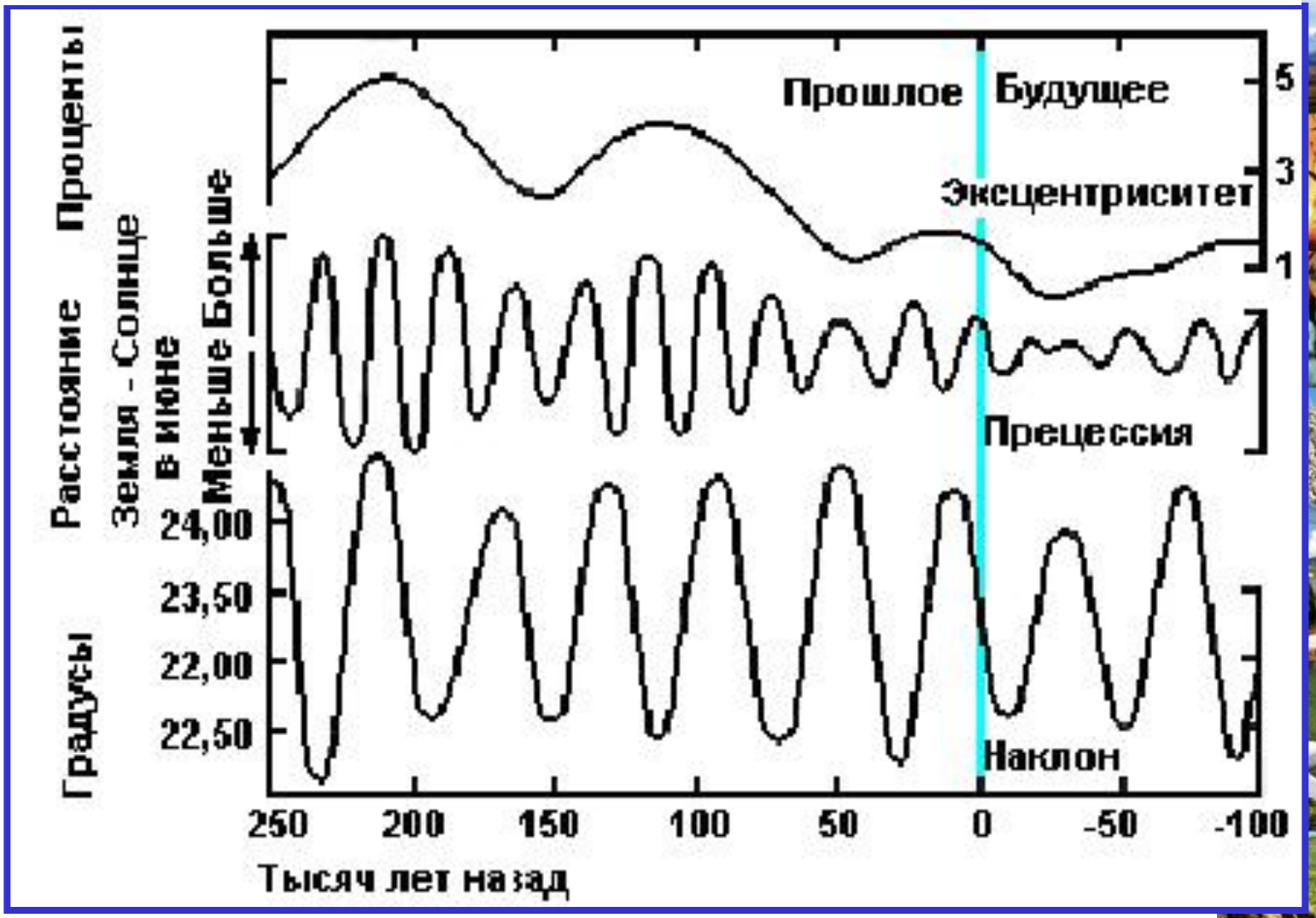
изменение концентрации CO_2 в атмосфере при взаимодействии с биосферой, + антропогенный выброс CO_2 и других парниковых газов

изменение отражательной способности поверхности Земли (альбедо) + антропогенное влияние

www.wwf.ru

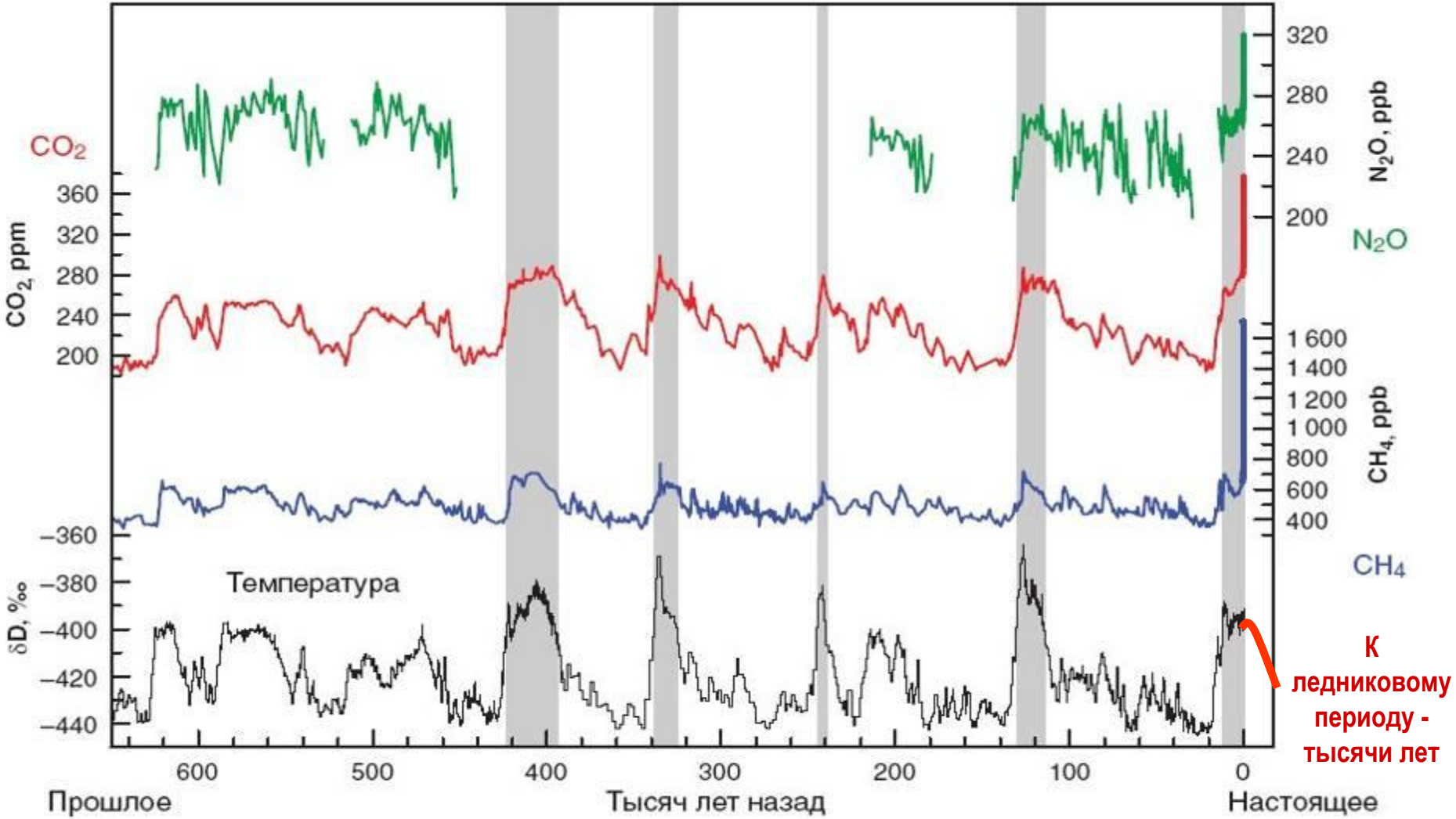
Теория Миланковича: в целом годовое количество тепла, поступающего к Земле, почти не меняется, но меняется *количество тепла, приходящее в разные сезоны года к различным широтным зонам.* Этот тепловой импульс играет роль «спускового крючка», т.е. запускает цепь климатических изменений, приводящих к сильной изменчивости климата с возникновением ледниковых эпох.

Десятки тысяч лет



www.wwf.ru

Изменение температуры и концентраций парниковых газов за последние 650 тысяч лет



Последние пять теплых межледниковых периодов показаны серыми полосами.
Изменение температуры представлено по косвенным данным через концентрацию дейтерия. Изменение с –440 до –400 ‰ соответствует радиационному прогреву атмосферы на 3 Вт/м², или примерно на 10 °С.
Climate change and trace gases. James Hansen, Makiko Sato, Pushker Kharecha, Gary Russell, David W. Lea and Mark Siddall. Phil. Trans. R. Soc. A. (2007) 365, 1925–1954.
Источник: IPCC Fourth Assessment Report, vol. 1, 2007, TS, p. 24.

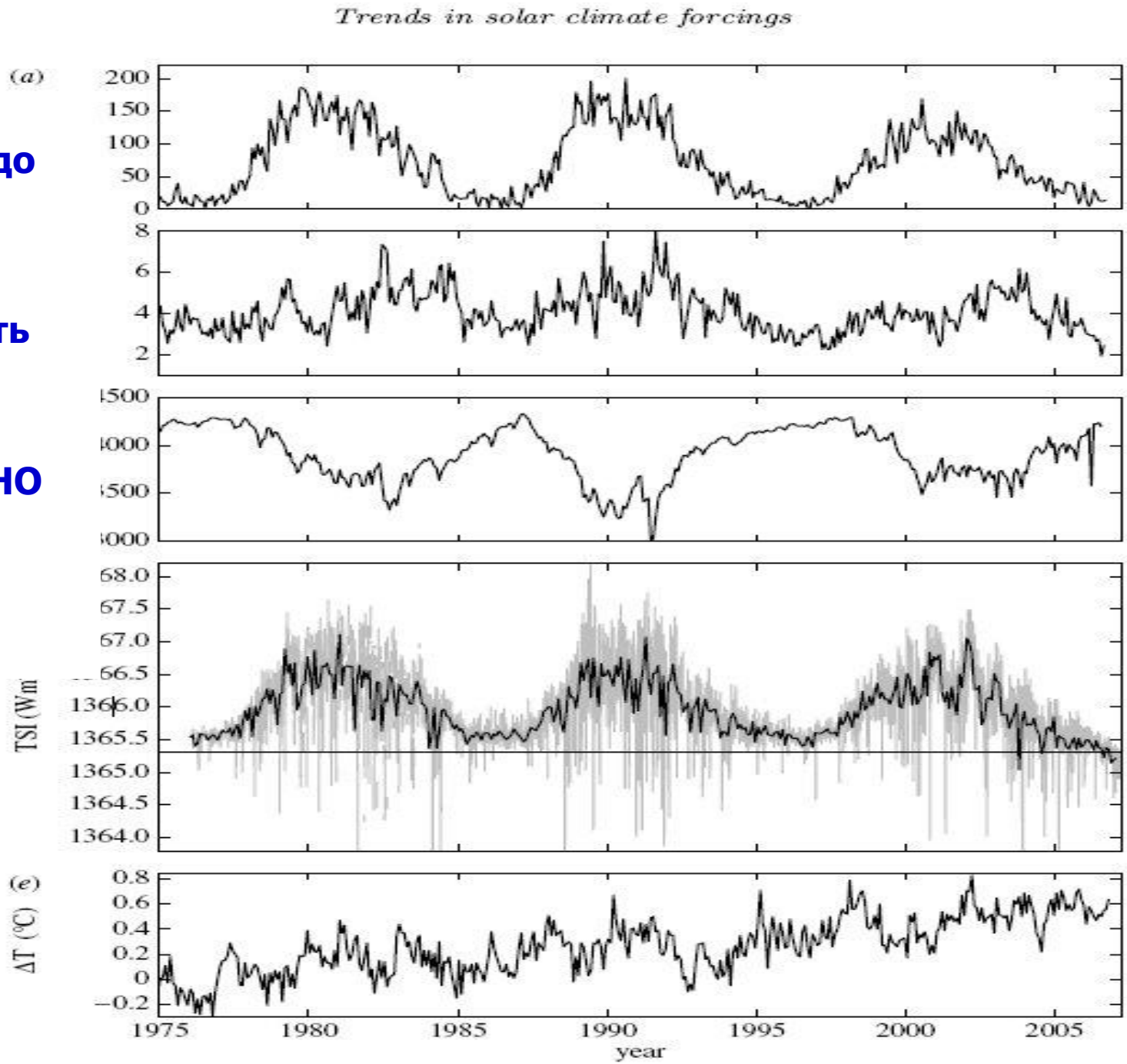
Солнце с 1995 до 2003 года

КАЧЕСТВЕННО

могло объяснить потепление

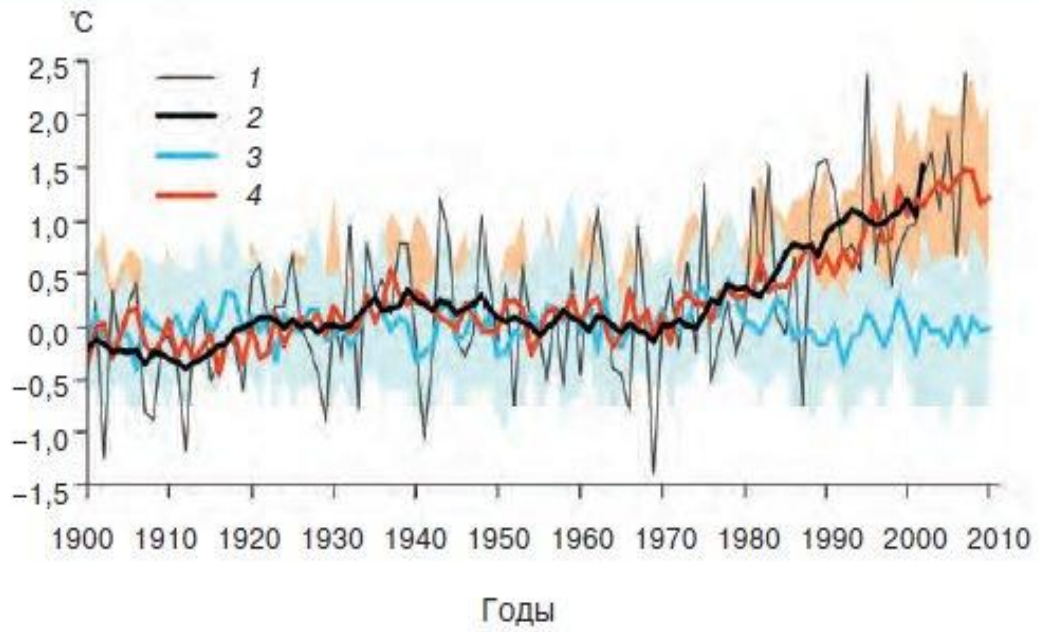
но КОЛИЧЕСТВЕННО НЕТ

После 2005 г. НЕТ НИКАК



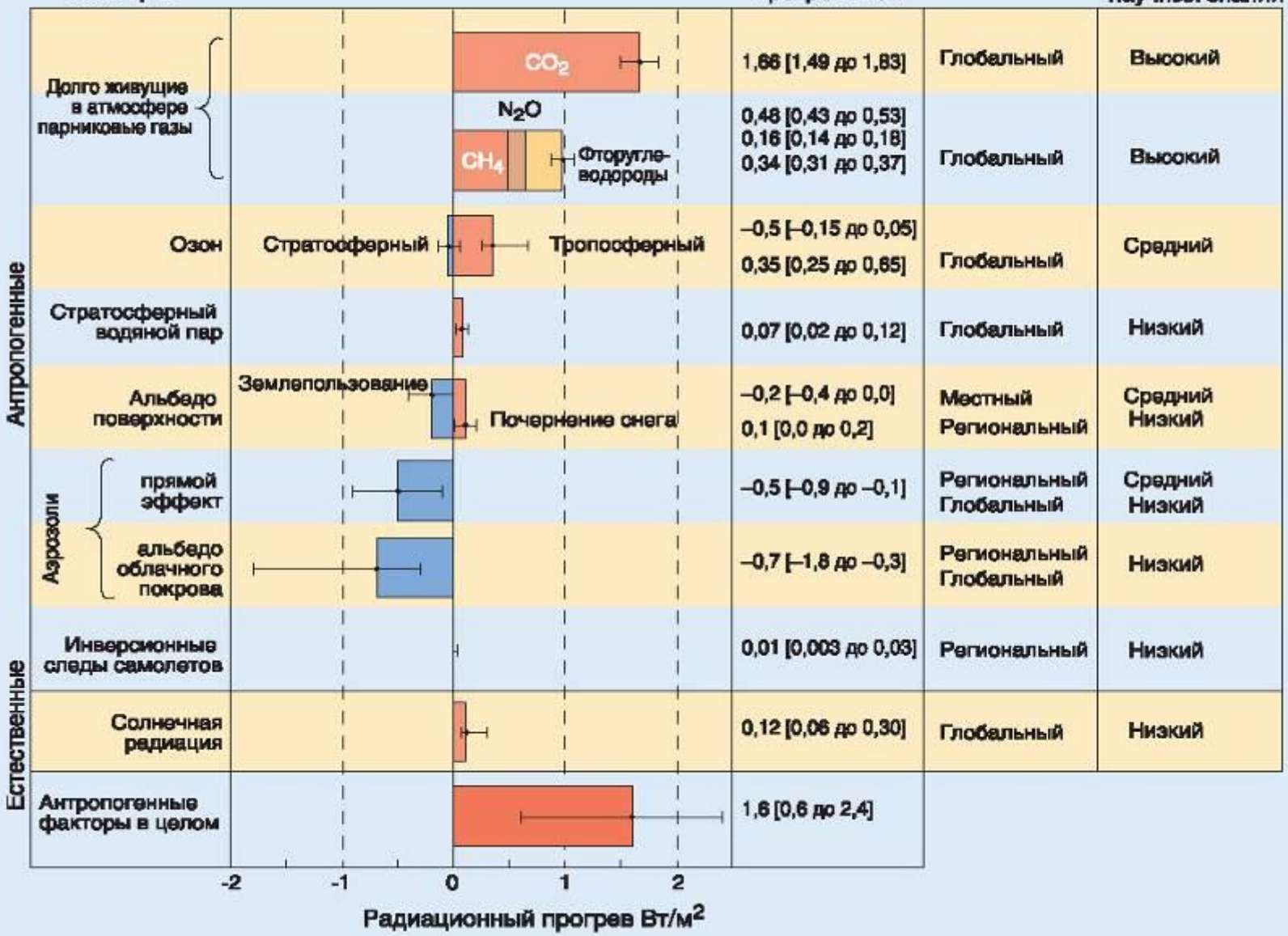
www.wwf.ru

Рост температуры можно объяснить только с помощью факторов антропогенного воздействия



Черные кривые – результаты наблюдений за температурой приземного слоя воздуха в России за последние 110 лет: тонкая (1) – данные за каждый год, толстая (2) – скользящее осреднение за 11 лет.
Синяя кривая – расчеты по моделям с учетом только естественных факторов.
Красная кривая – расчеты по тем же моделям с учетом естественных и антропогенных факторов.
По вертикальной оси – отклонения от средней температуры за 1901-1950 гг.
Источник: «Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации». Росгидромет. 2008 г., том 1, стр. 166. http://climate2008.igce.ru

Факторы, влияющие на радиационный прогрев атмосферы



www.wwf.ru

Пять базовых понятий о климате !

1) Проблема в изменении химического состава атмосферы, а не в росте температуры. Никогда в истории человечества не было ни такой концентрации CO2 в атмосфере, ни столь резкого ее роста,

2) С 1970-х годов заработал новый климатический фактор - антропогенное усиление парникового эффекта. Сложные модели тут не нужны: (подсчет радиационный потоков) + (изотопный и корреляционный анализ *происхождения* CO2).

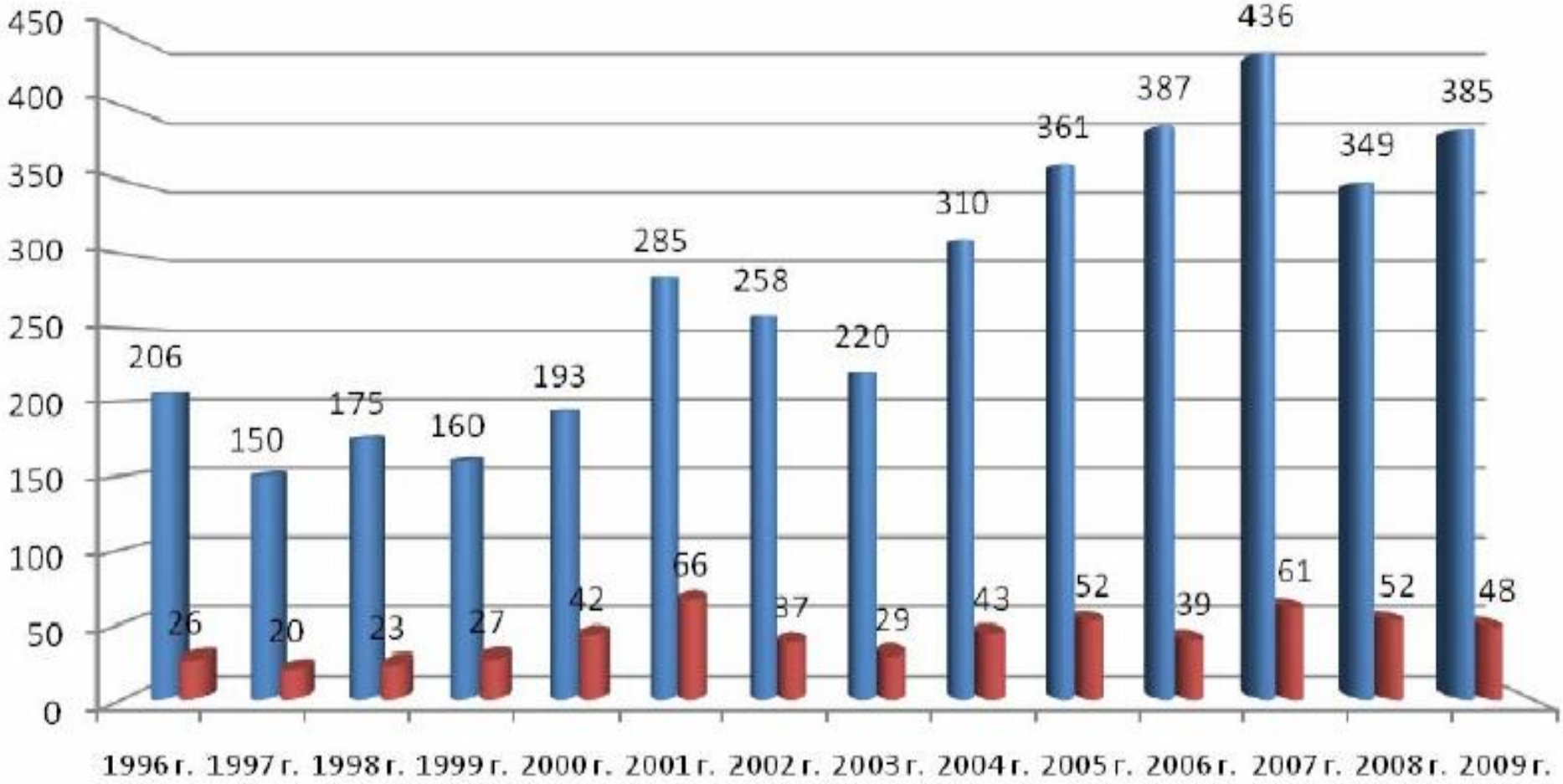
3) Надо четко понимать, о каком временном промежутке мы говорим. во временном масштабе десятков лет изменение климата в основном зависит от нас. "*С вероятностью >90% основная причина антропогенное усиление парникового эффекта*". А в масштабе сотен-тысяч лет все иначе, там похолодание.

4) Дело в опасных гидрометеорологических явлениях, а не в средних температурах (маленькое потепление). На территории России за 15 лет их стало в 2 раза больше (с 150-200 до 350-400)

5) Опасно не нынешнее, еще относительно слабое, изменение климата, а то, что будет через 20-50 лет. Человечество должно замедлить рост выбросов, а потом постепенно их снижать. Ориентир: к середине XXI века глобальные выбросы парниковых газов надо снизить в 2 раза от уровня 1990 года.

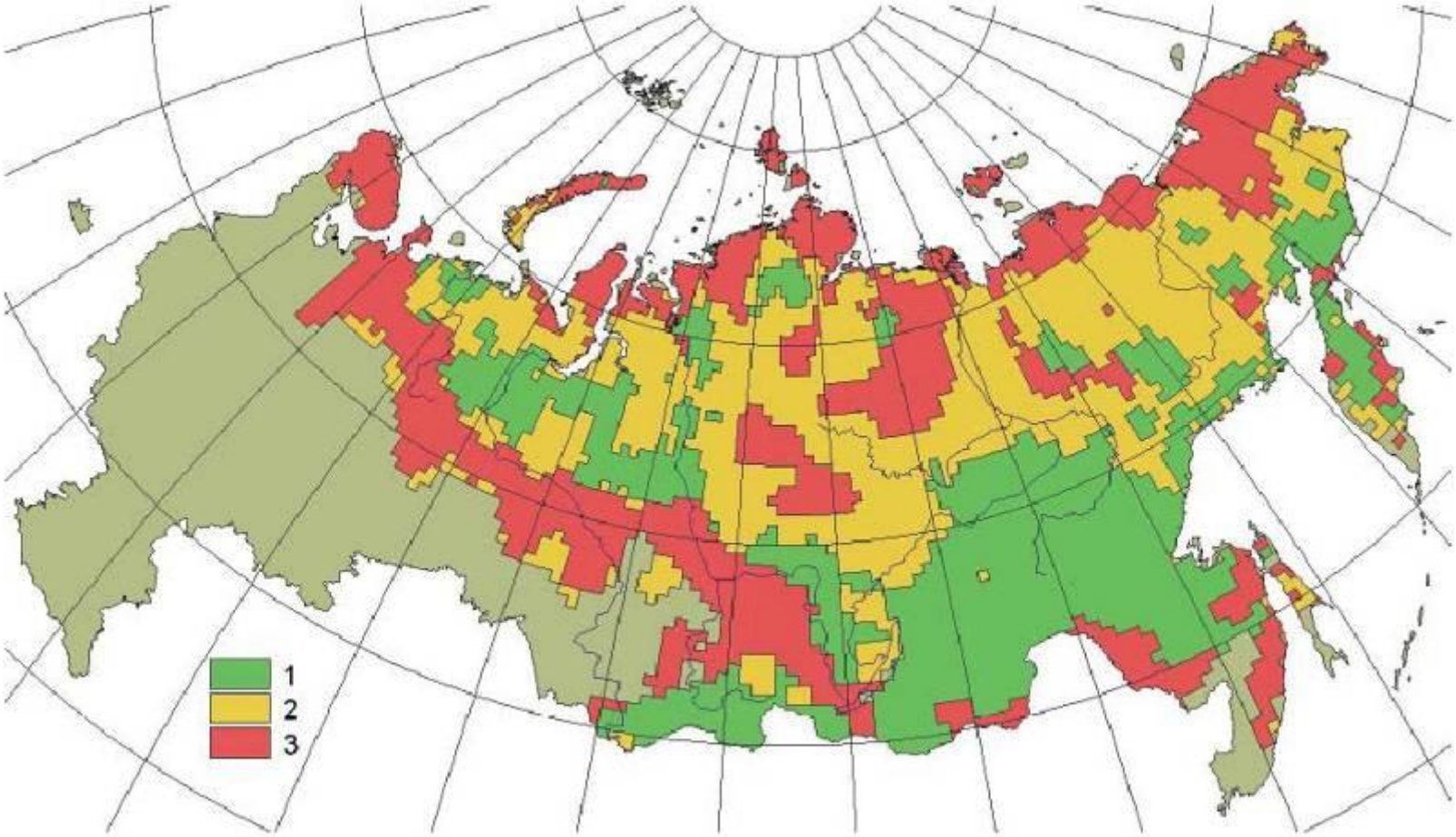
Рост числе опасных гидрометерологических явлений (синие столбики),

и число явлений, которые не были предсказаны (красные столбики)



Источник: «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2009 год», Москва, 2010, Росгидромет. www.meteorf.ru

Разрушение зданий и сооружений в зоне вечной мерзлоты



Anisimov O., Reneva S., Permafrost and Changing Climate: The Russian Perspective. Ambio Vol. 35, No. 4, June 2006 p. 169–175: Royal Swedish Academy of Sciences 2006. http://www.ambio.kva.se

1 – малый риск

2 – средний риск

3 – высокий риск

Source: Anisimov and Reneva, 2006; calculations of the basis of climate scenario GFDL

www.wwf.ru

www.wwf.ru

Пять базовых понятий о климате !

1) **Проблема в изменении химического состава атмосферы, а не в росте температуры. Никогда в истории человечества не было ни такой концентрации CO2 в атмосфере, ни столь резкого ее роста,**

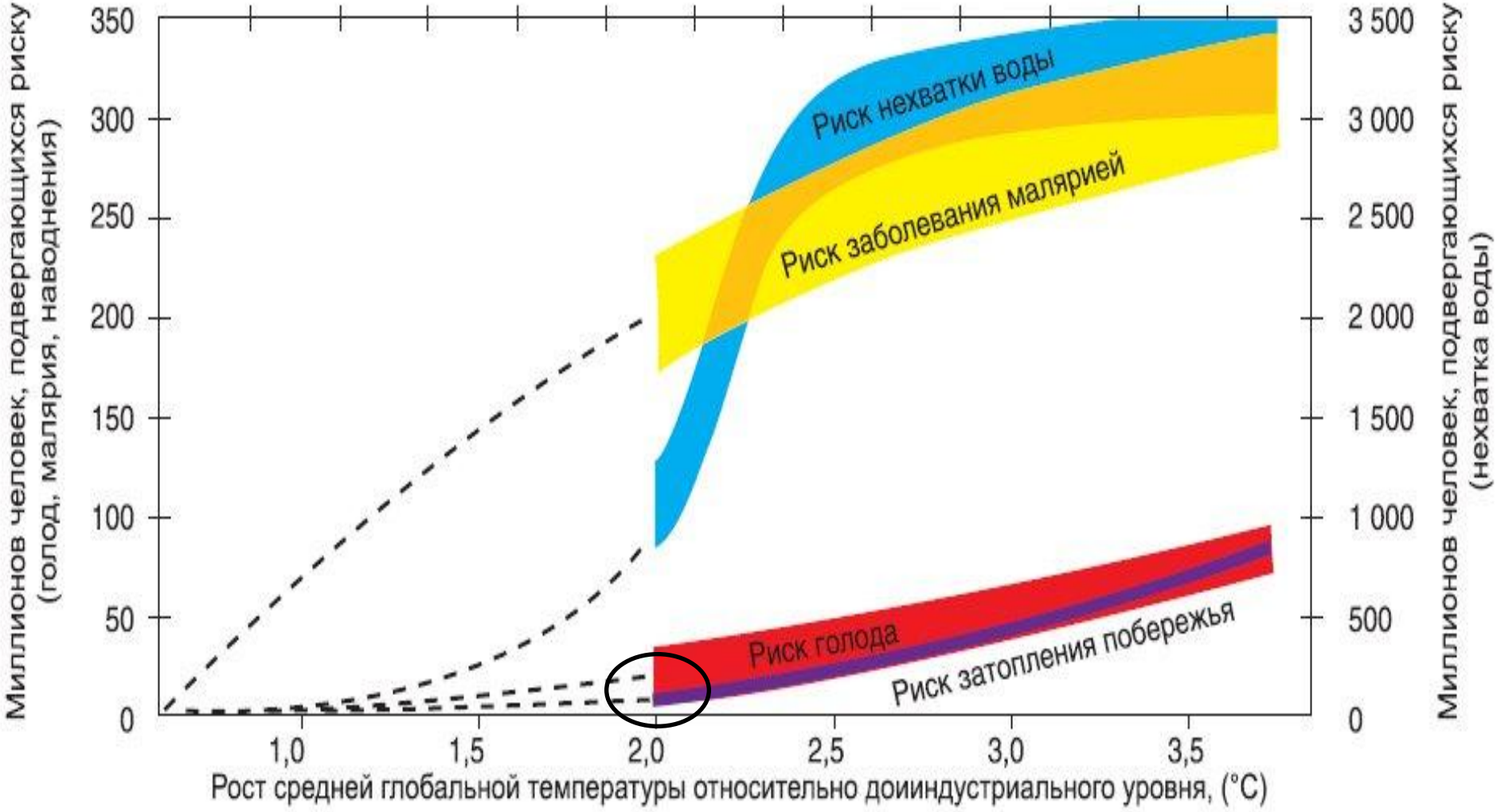
2) **С 1970-х годов заработал новый климатический фактор - антропогенное усиление парникового эффекта. Сложные модели тут не нужны: (подсчет радиационный потоков) + (изотопный и корреляционный анализ *происхождения* CO2).**

3) **Надо четко понимать, о каком временном промежутке мы говорим. во временном масштабе десятков лет изменение климата в основном зависит от нас. "*С вероятностью >90% основная причина антропогенное усиление парникового эффекта*". А в масштабе сотен-тысяч лет все иначе, там похолодание.**

4) **Дело в опасных гидрометеорологических явлениях, а не в средних температурах (маленькое потепление). На территории России за 15 лет их стало в 2 раза больше (с 150-200 до 350-400)**

5) **Опасно не нынешнее, еще относительно слабое, изменение климата, а то, что будет через 20-50 лет. Человечество должно замедлить рост выбросов, а потом постепенно их снижать. Ориентир: к середине XXI века глобальные выбросы парниковых газов надо снизить в 2 раза от уровня 1990 года.**

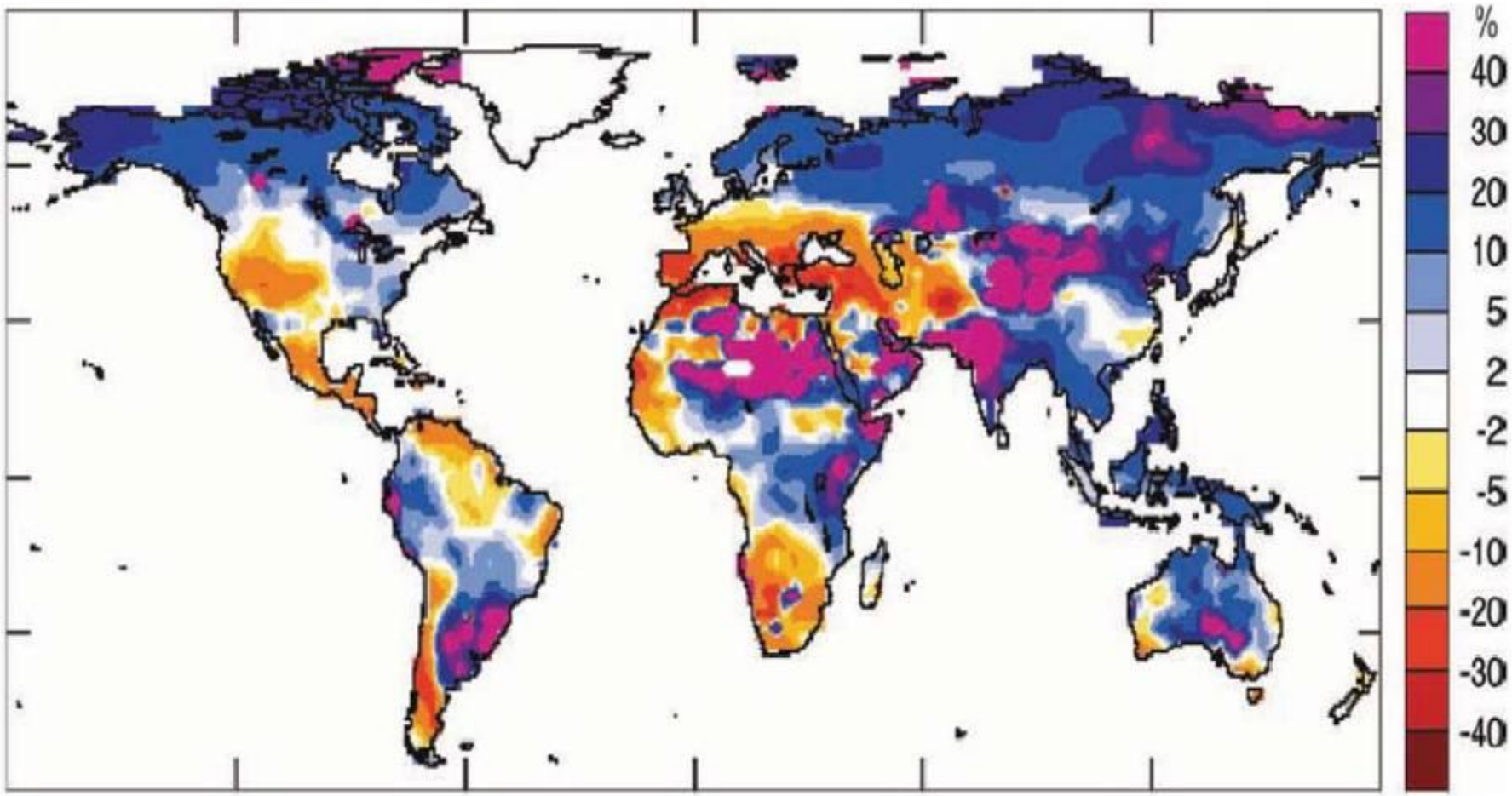
Оценка числа людей, подвергающихся различным видам риска, в 2080 году



Parry M. L., Arnell N. W., McMichael T., Nicolls R., Martens W. J. M., Kovats S., Livermore M., Rosenzweig C., Iglesias A., and Fischer G. 2001. Millions at risk: defending critical climate change threats and targets. Global Environmental Change v. 11, Pp. 181–183.

Проблема недостатка водных ресурсов в странах Центральной Азии и в южных регионах СНГ

Сводный прогноз изменения ежегодного стока рек в 2040-2060 гг. (изменения в процентах от стока в 1900 – 1970 гг.)



IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, vol. 2, Chapter 3, p. 184 www.ipcc.ch, см. также Milly, P. C. D., K. A. Dunne and A. V. Vecchia, 2005: Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. Nature, 438, 347–350.

Изменения в условной продуктивности, обусловленные климатическими условиями.

Аридный сценарий - прогноз на 2020 г.

Гумидный сценарий - прогноз на 2030 г.

(вопрос лишь в сроках негативного воздействия более частых засух)

в процентах от уровня 2005 г.

Регионы:

1- Север,
2 - Северо-запад,
3 - Калининград,
4 - Центр.,
5 - Ц. - Черноземный,
6 - Верх. Поволжье,
7- Ср. Поволжье,
8 - Нижн. Поволжье,
9 - Сев. Кавказ,
10- Урал,
11- Зап. Сибирь,
12 - Вост. Сибирь,
13 - Дал. Восток.

ВЫВОДЫ

Уровень научных знаний:

Наших знаний уже *достаточно*, чтобы более активно предпринимать превентивные меры, *совпадающие* с приоритетами национального развития. Но *недостаточно* знаний для того, чтобы снижение выбросов стало приоритетом перед целями социально-экономического развития.

Можно ли остановить антропогенный рост концентрации CO_2, метана и других парниковых газов в атмосфере ?

- Да, в развитых странах в целом рост уже прекратился (до кризиса). Нам всем "просто" надо жить как в развитых странах ?

- Да, технологий достаточно, можно обойтись без термоядерной энергии и иных потенциально возможных, но отсутствующих сейчас источников.

- Это вопрос "цены" и оптимального экономического решения

Арктика

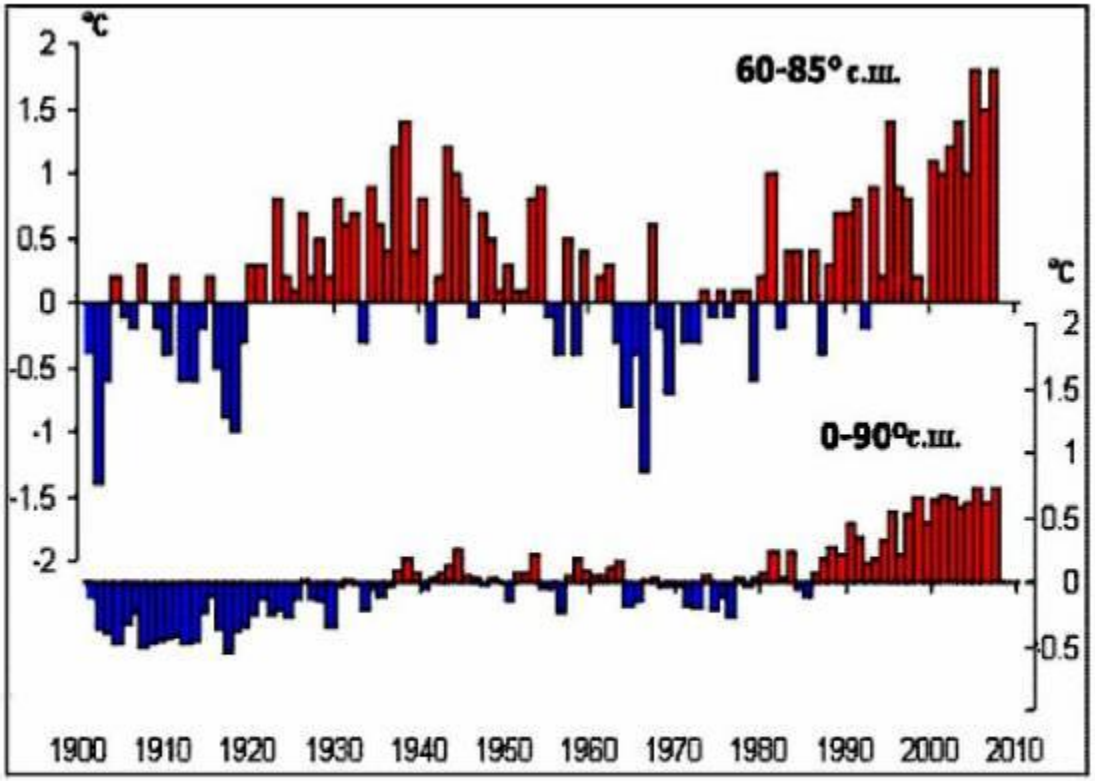


Рис. 5.2. Аномалии среднегодовой температуры воздуха СПО и Северного полушария в 1901-2007 гг. Аномалии рассчитаны относительно нормы за 1961-1990 гг.

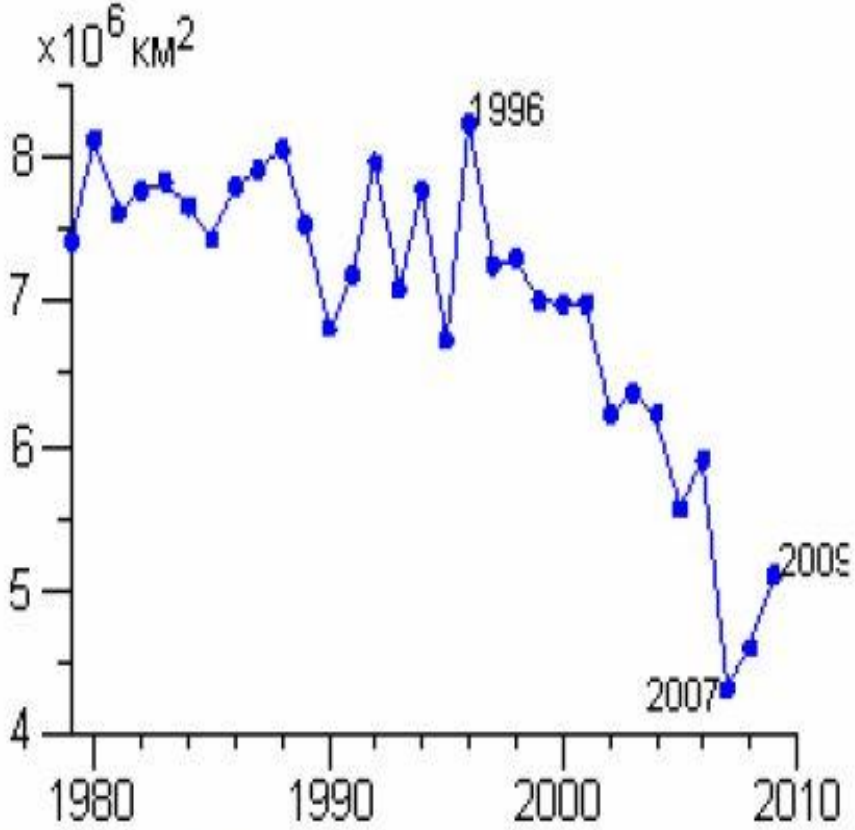
1930-1950-ый годы - больший прогрев Арктики солнцем - прогрев и тропосферы и стратосферы

1990-2000-ые годы - усиление парникового эффекта, прогрев тропосферы и охлаждение стратосферы

Ряд ИФА РАН (Обсерватория в Звенигороде)

www.wwf.ru

Арктика



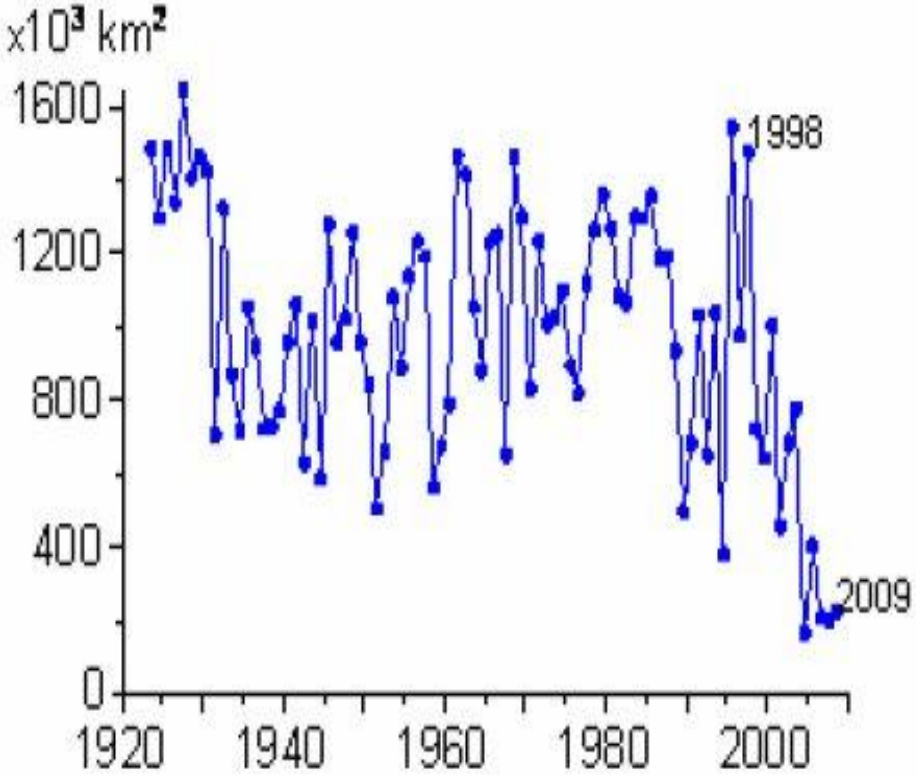
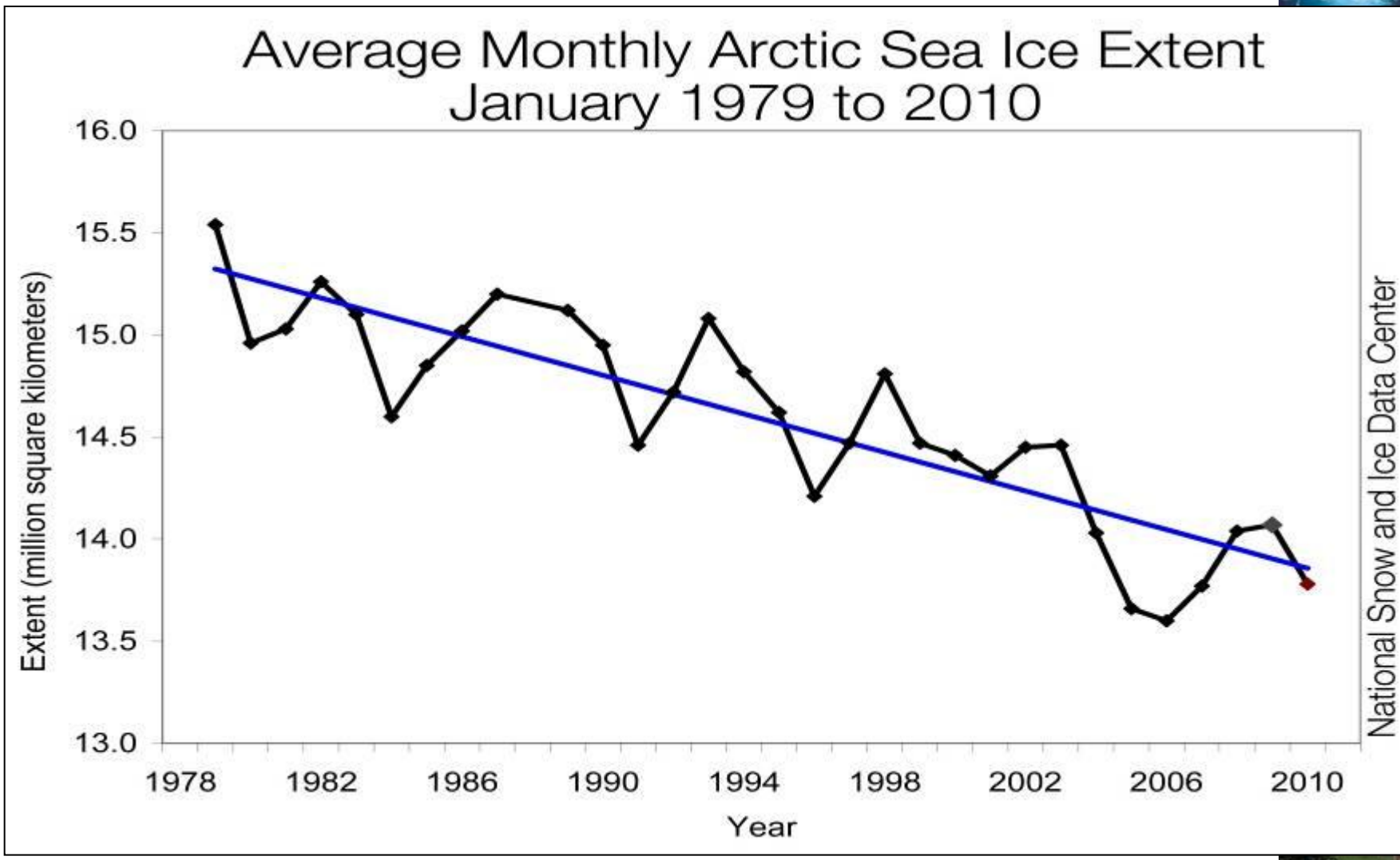
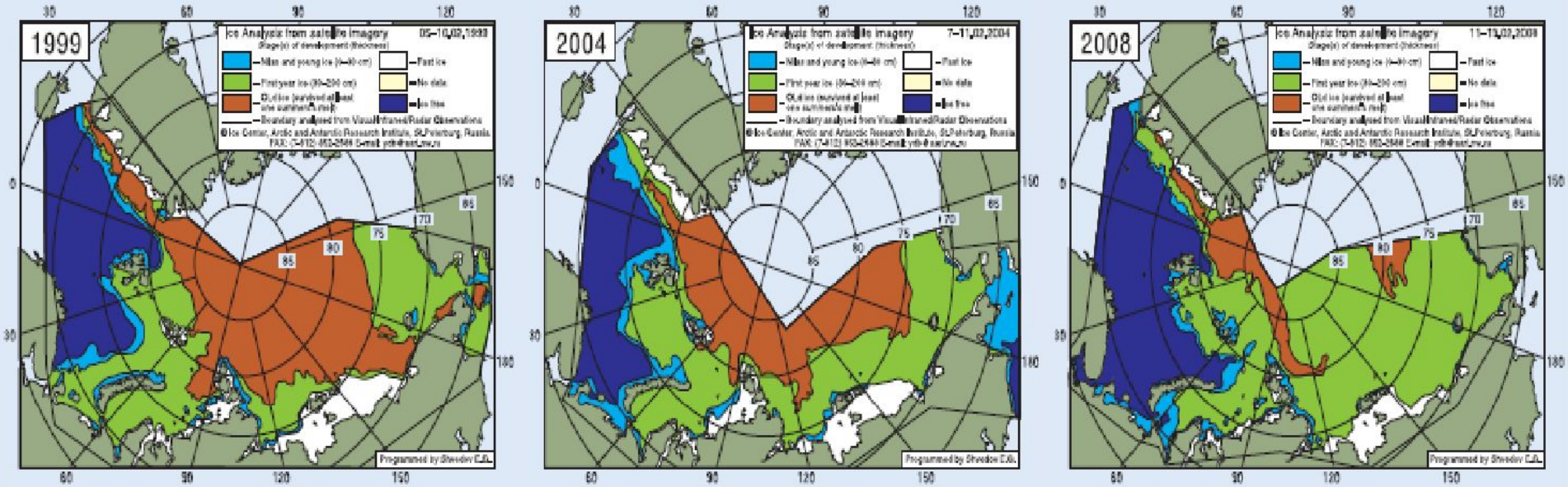


Рисунок 4.7. – Сентябрьская площадь льдов: в Арктике (слева: 1979-2009, данные NSIDC) и в Сибирских арктических морях (справа: 1924-2009, данные ААНИИ)



Сочетание естественных осцилляционных процессов и антропогенного тренда

www.wwf.ru



Ледовый покров сибирских морей в феврале 1999, 2004 и 2008 гг.

голубое поле - «молодой» тонкий лед данного года наблюдений (толщина 0 -30 см),
зеленое поле – «молодой» лед данного года наблюдений (толщина 30-200 см),
коричневое поле – «старый» лед предыдущих лет (переживший как минимум одно лето), данные ААНИИ[2]

The ice cover of the Siberian seas in February 1999, 2004, and 2008.
blue color – young thin ice of the current year (thickness 0–30 cm)
green color – young ice of the current year (thickness 30–200 cm)
brown color – old ice of the previous years (with at least one summer survived), data by the AARI

Изменение толщины льдов в российской Арктике (данные ААНИИ)

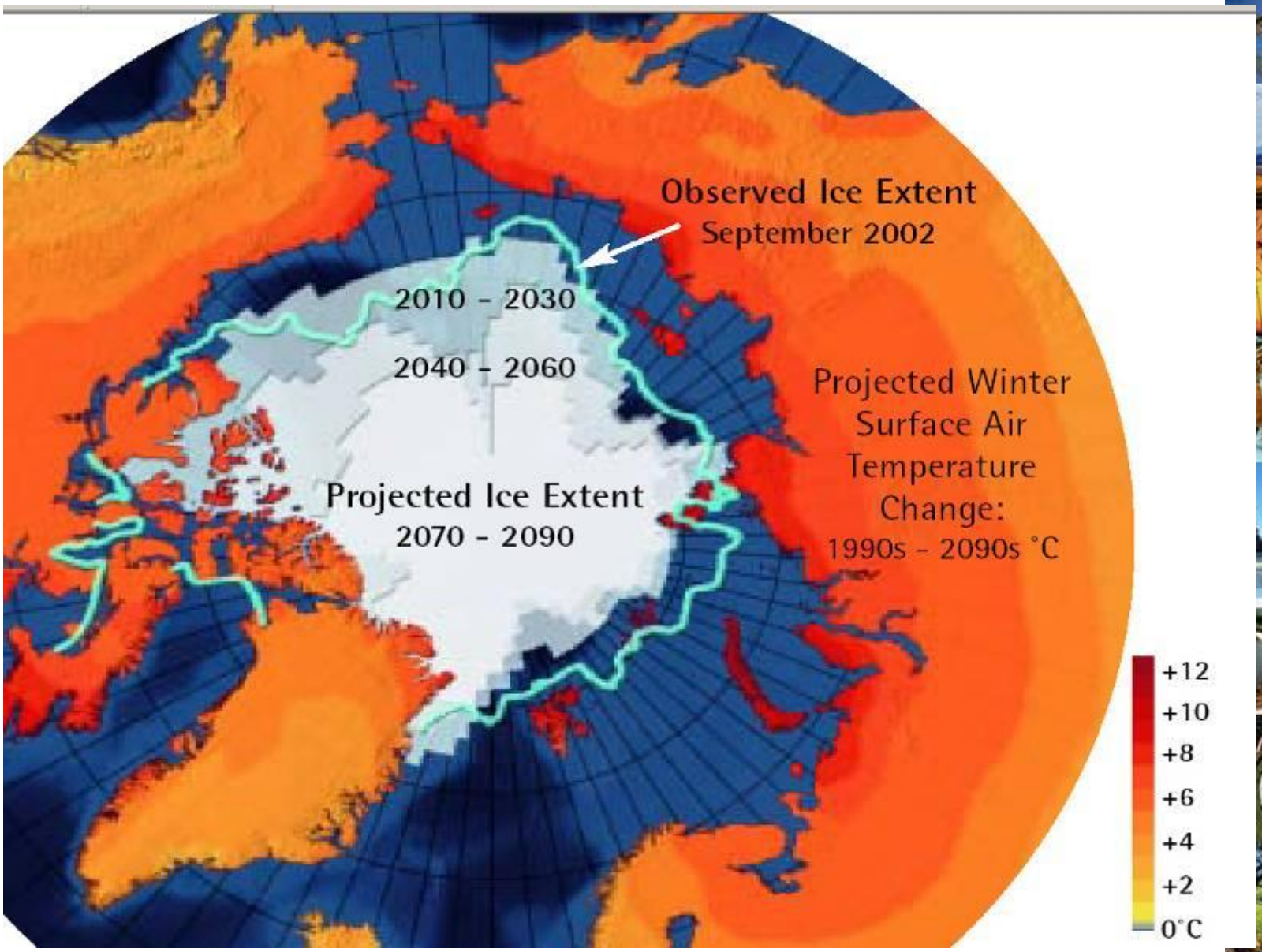
www.wwf.ru

Изменение арктических льдов –

облегчение судоходства, но опасность айсбергов

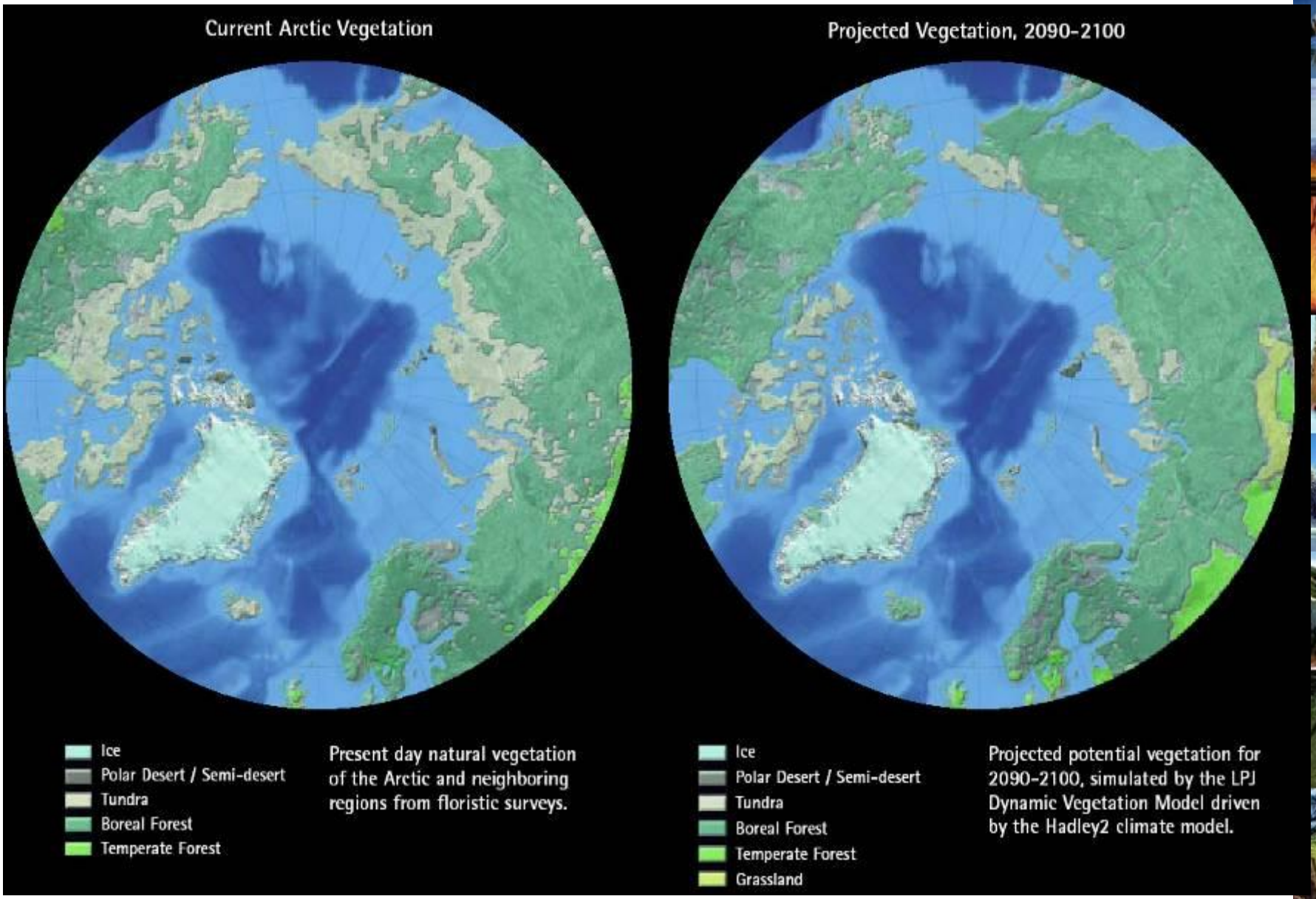
These two images, constructed from satellite data, compare arctic sea ice concentrations in September of 1979 and 2003. September is the month in which sea ice is at its yearly minimum and 1979 marks the first year that data of this kind became available in meaningful form. The lowest concentration of sea ice on record was in September 2002.

Прогноз изменения ледового покрова



www.wwf.ru

Долгосрочный прогноз изменения растительного покрова



РЕЗЮМЕ: ЧТО ТАКОЕ ПРОБЛЕМА КЛИМАТА

Итак это не миф и не катастрофа (для Земли или для России), но это реальность, к которой надо отнестись серьезно.

На XXI век - в целом для Земли мизерное потепление, а в масштабе тысяч лет – похолодание.

Главное - изменение, разбаланс климата и погоды – урон только от этого: засухи, волны жары, шторма, наводнения.

К этому надо готовится, а чрезмерное развитие нужно и можно предотвратить

Средство: для России на ближайшие 10-15 лет энергоэффективность и энергосбережение

Что такое "Спорят ученые"?

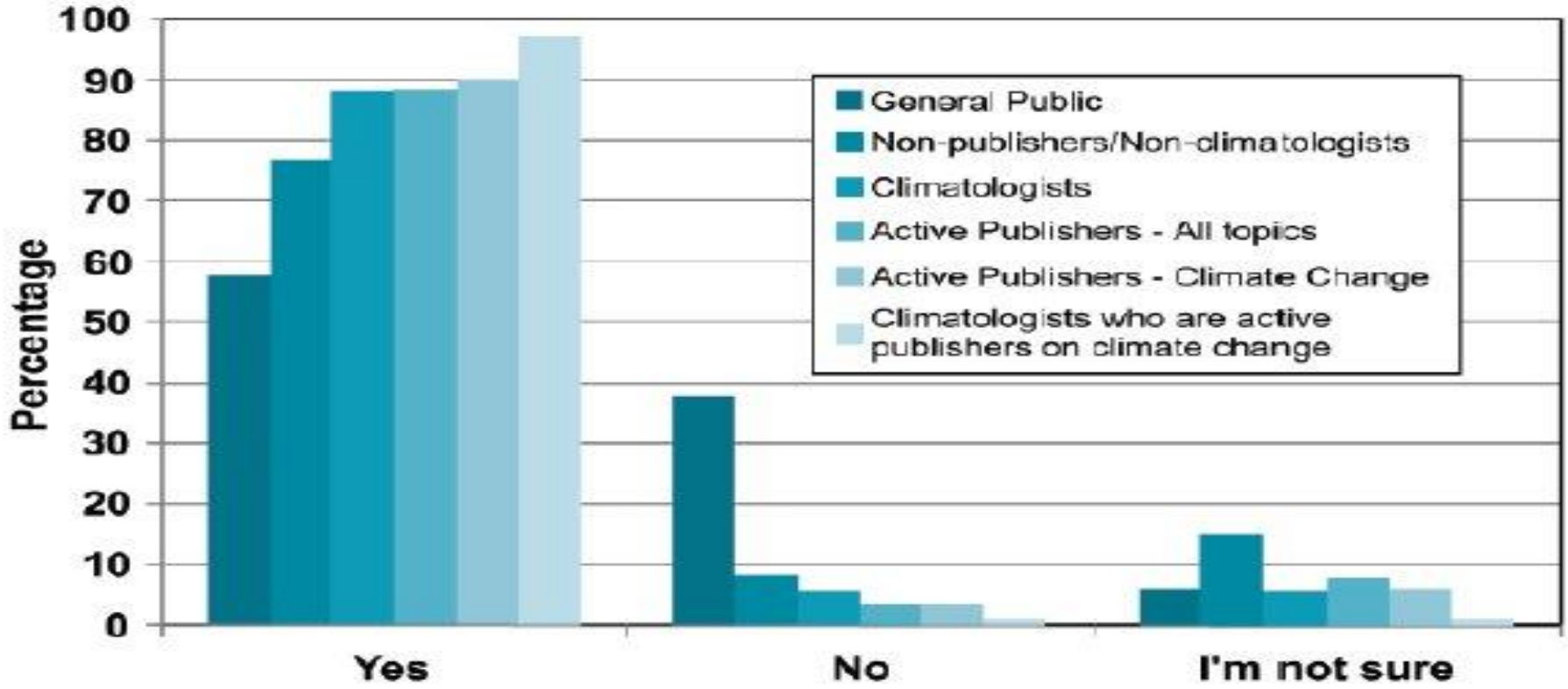


Fig. 1. Response distribution to our survey question 2. The general public data come from a 2008 Gallup poll (see http://www.gallup.com/poll/1615/Environment.aspx).

Doran P.T. and M.K. Zimmerman. Examining of Scientific Consensus on Climate Change. *EOS*, Climate Change, v. 90. No. 3, 20 January 2009.

Вносит ли антропогенная деятельность большой вклад в изменение средней глобальной температуры ?

Мнения сильно зависят от области профессионального интереса ученого, среди профессиональных активно работающих климатологов США "да" - 97.6%

Что такое "Спорят ученые"?

Среди профессиональных климатологов разногласий по этим вопросам практически нет

Есть разногласия по более детальным аспектам, например, по роли океана в поглощении CO2

Ученые других естественных специальностей, в частности, геологи скептически относятся к крайне коротким антропогенным эффектам, не интересным в геологическом масштабе времени

Другие ученые (математики, филологи, экономисты….) любят порассуждать "о погоде", часто это лишь запутывает ситуацию

Население имеет низкий уровень знаний и запутано мифами и страшилками из СМИ и кинофильмов

Спасибо за внимание!

Сохраним климат для наших детей!

WWF

www.wwf.ru /climate

дискуссионная группа (на русском языке)

can-eecca@googlegroups.com

запись в группу по адресу

irina.stavchuk@necu.org.ua