



# **Антропогенные и естественные изменения климата !**

**Что известно?**

**Что нового в 2010 – 2011 гг.?**

**Арктика тает ?**

**[www.wwf.ru](http://www.wwf.ru)**

**Кокорин Алексей Олегович**

**Всемирный фонд дикой природы - Россия (WWF-Россия)**

**Москва, Николоямская ул. 19. стр. 3 [akokorin@wwf.ru](mailto:akokorin@wwf.ru)**

**(495) 727-0939**





# Основные источники информации

Ежемесячный бюллетень  
Росгидромета для широкого  
круга читателей  
«Изменение климата»  
[www.meteorf.ru](http://www.meteorf.ru) (см.  
Выпуски в ленте новостей)

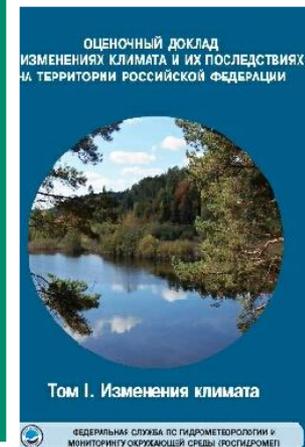
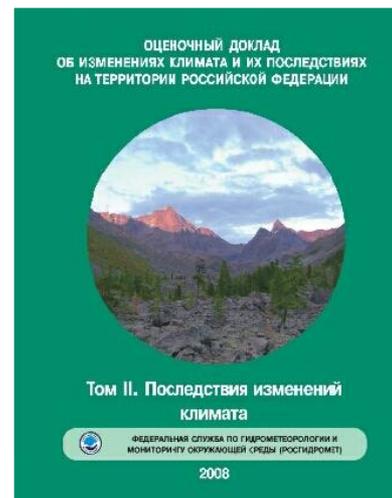
Оценочный доклад об  
изменении климата и их  
последствиях на территории  
РФ (по состоянию на 2008 г.)  
подготовлен институтами РАН  
и Росгидромета

<http://climate2008.igce.ru>  
Нынешнее изменение климата из-за  
человека и от нас зависит климат XXI  
века

Федеральная служба по гидрометеорологии и  
мониторингу окружающей среды (Росгидромет) № 24  
**Изменение климата** апрель-май  
информационный бюллетень 2011 г.  
<http://meteorf.ru> выходит  
с апреля 2009 г.

Главные темы № 24:

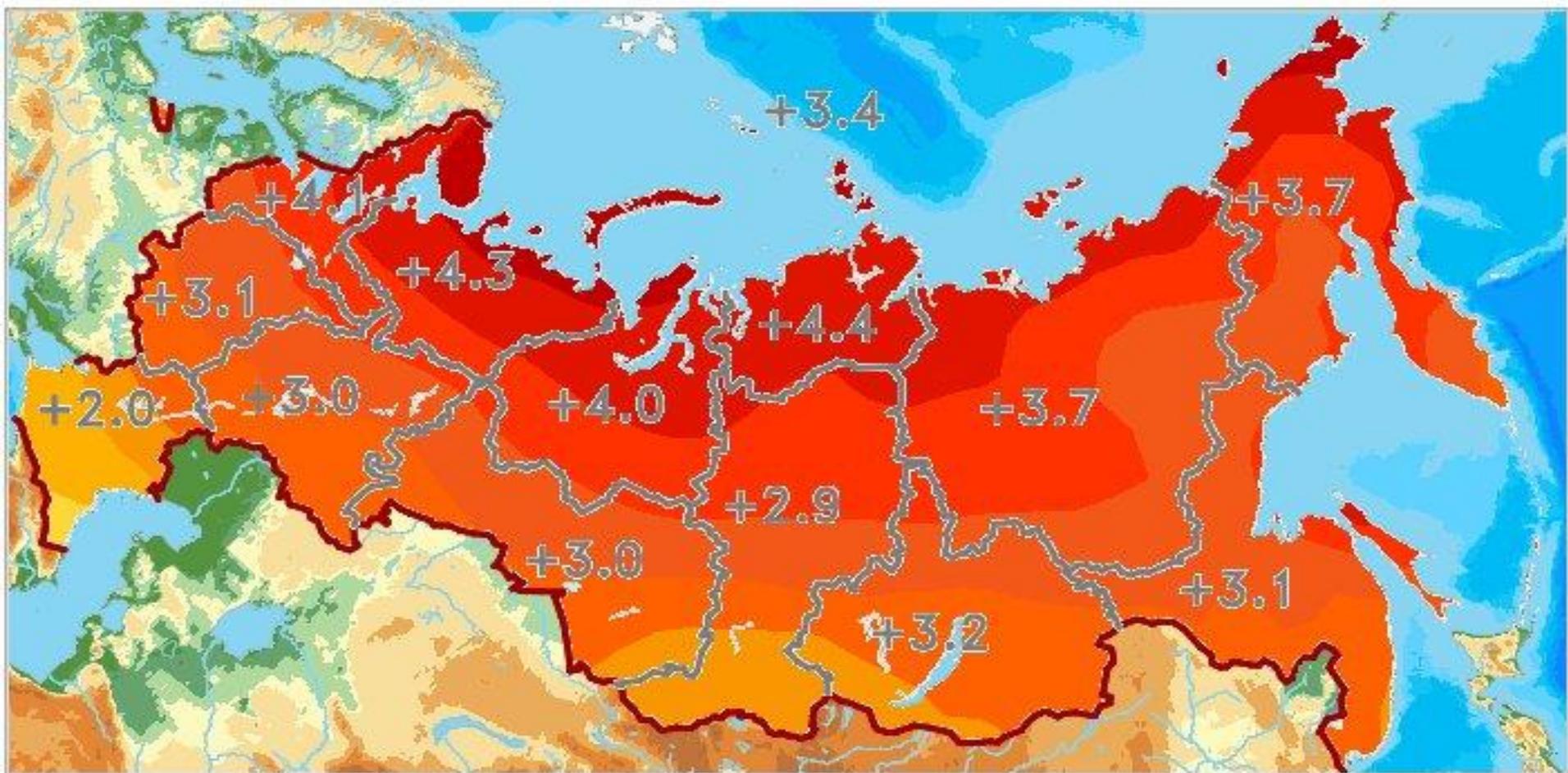
1. Международная научная конференция «Проблемы адаптации к  
изменению климата» (ПАИК-2011) состоится в Москве  
7-9 ноября 2011 г.
2. «Влияние климатических изменений на  
качество поверхностных водных ресурсов» –  
интервью с директором ГУ  
«Гидрохимического института» Росгидромета,  
доктором геолого-минералогических наук,  
член-корреспондентом РАН А.М.Никаноровым



# Интерактивная карта прогноза климата на сайте ГГО

<http://voeikovmgo.ru/ru/izmenenie-klimata-rossii-v-xxi-veke.html>

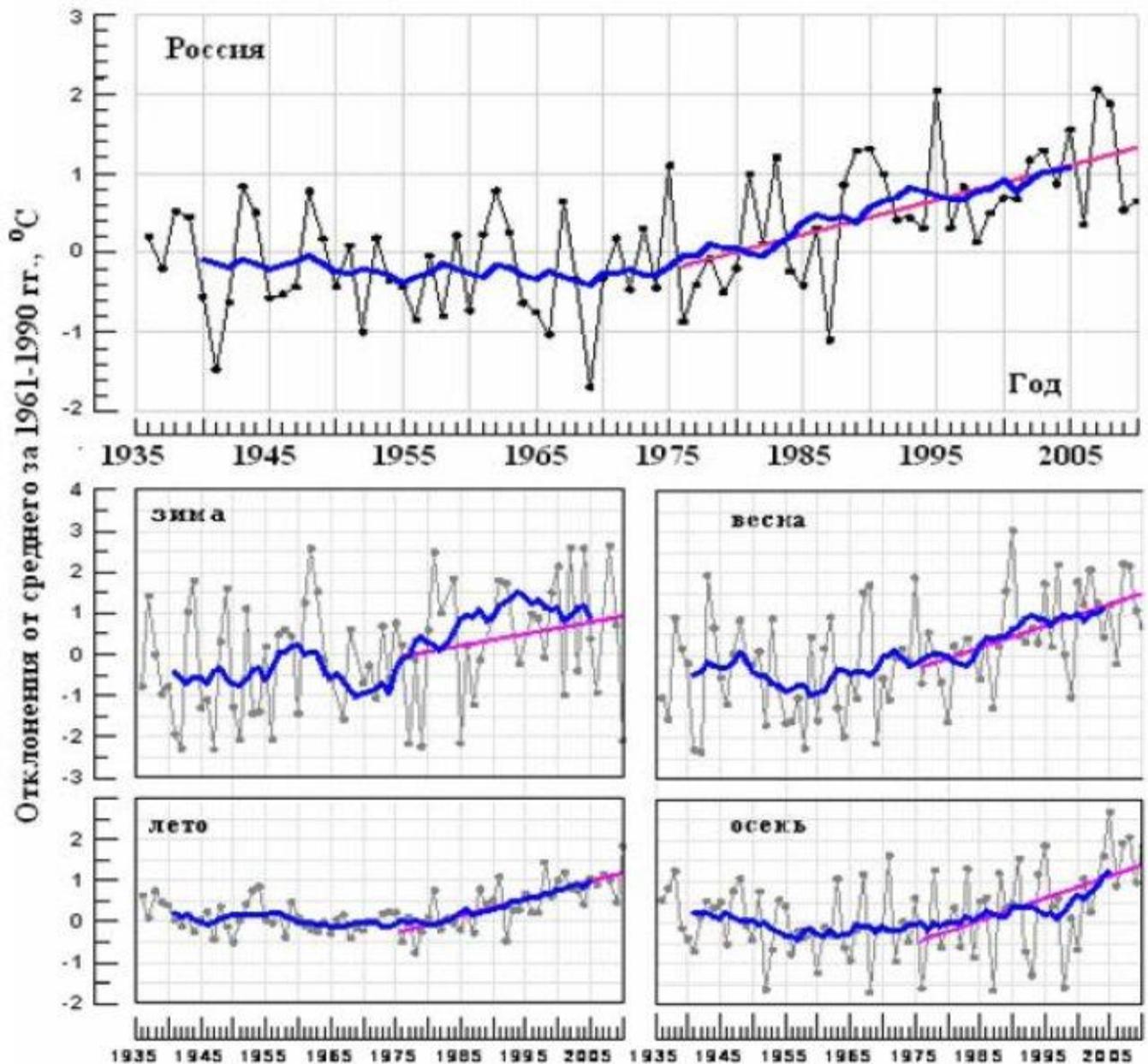
Там же дана краткая сводка состояния знаний по прогнозу климата





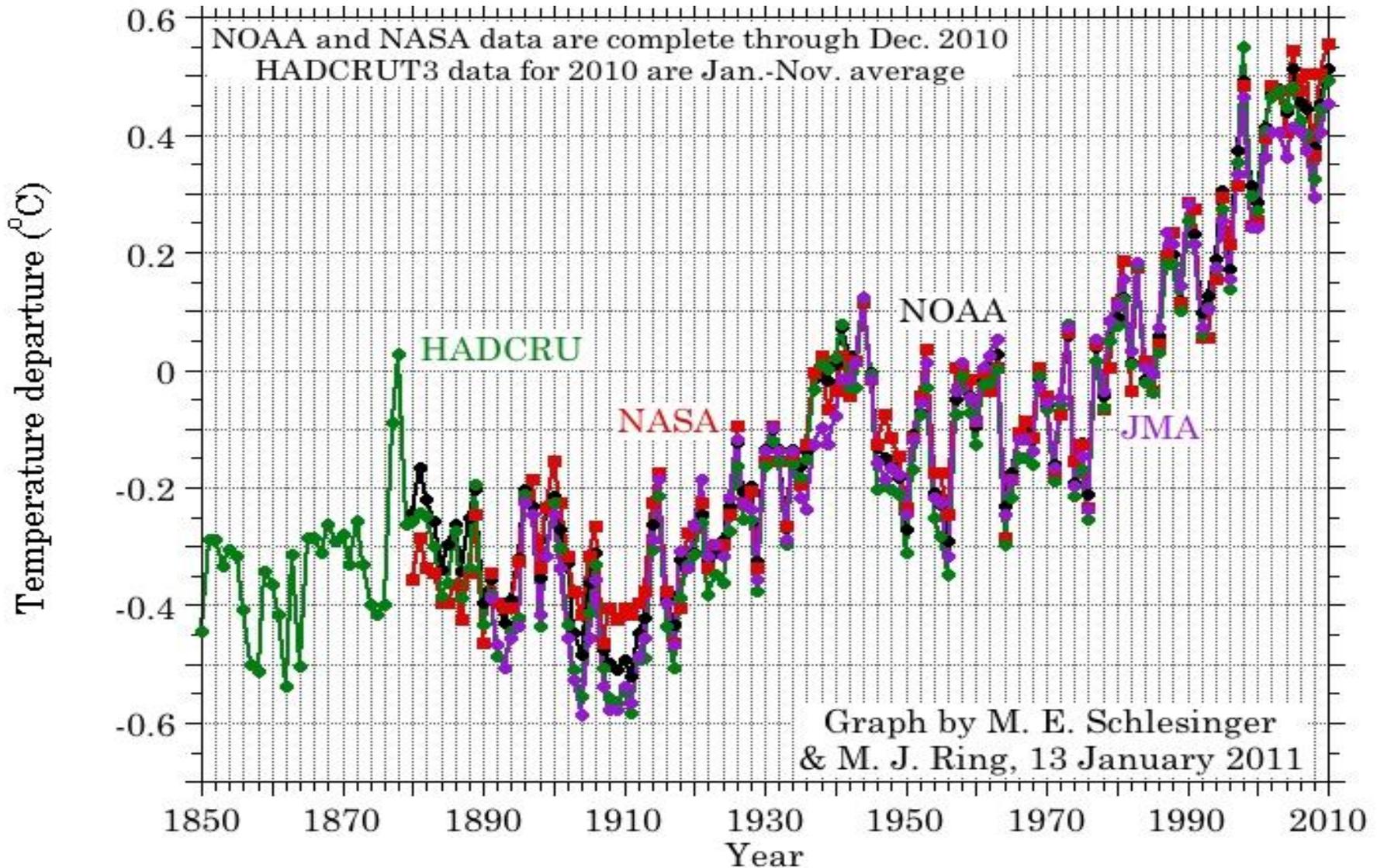
# Рост среднегодовой температуры приземного слоя воздуха, °C

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?**





# Но, в мире в целом в последние 10 лет температура приповерхностного слоя воздуха не увеличилась !

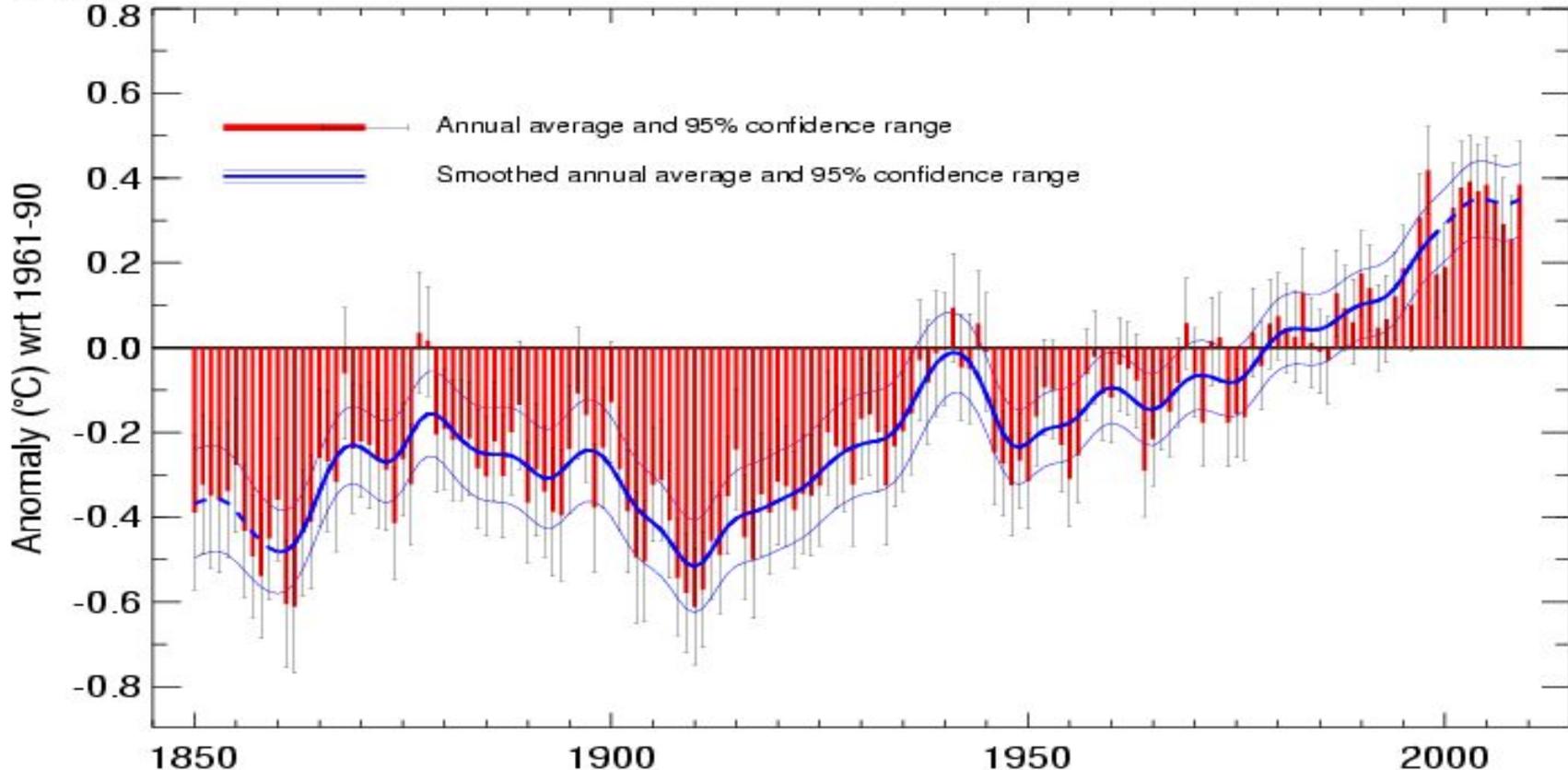




# Последние 10 лет температура поверхности океана не увеличилась



Global average sea-surface temperature 1850-2009  
Based on Rayner et al. 2006



Met Office Hadley Centre

Source: [www.metoffice.gov.uk/hadobs](http://www.metoffice.gov.uk/hadobs)

Crown Copyright 2010

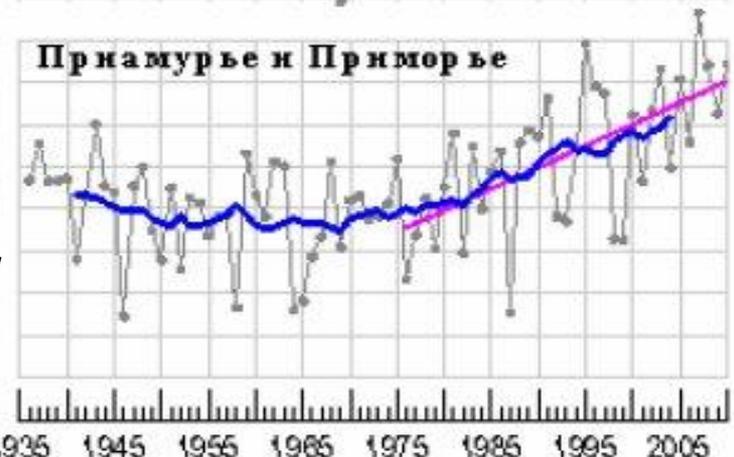
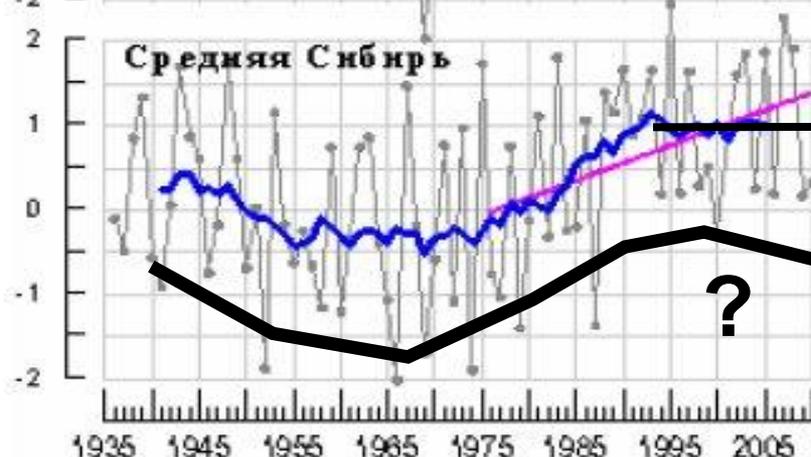
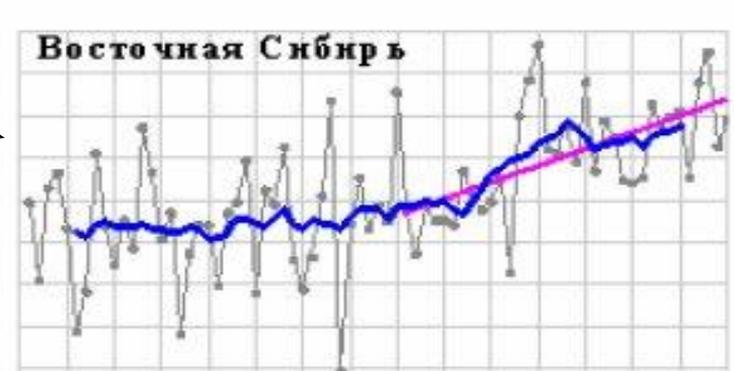
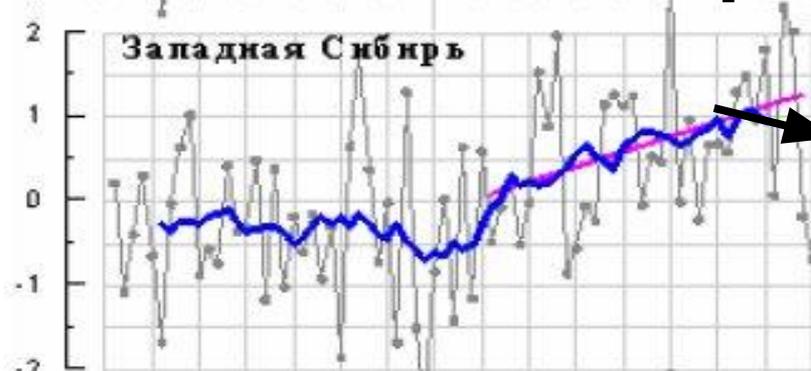
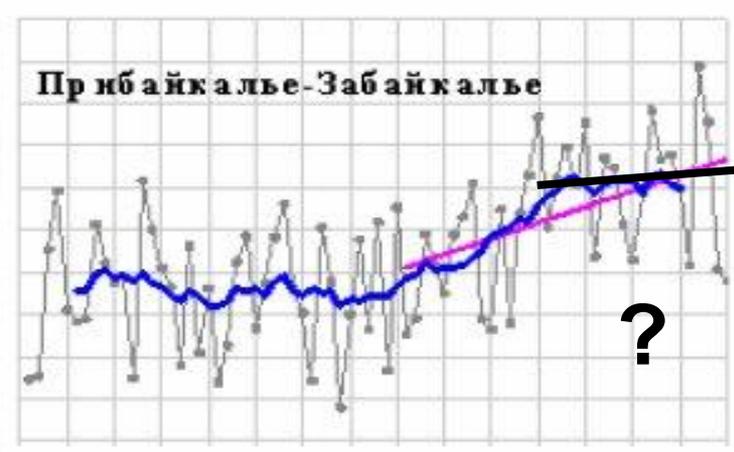
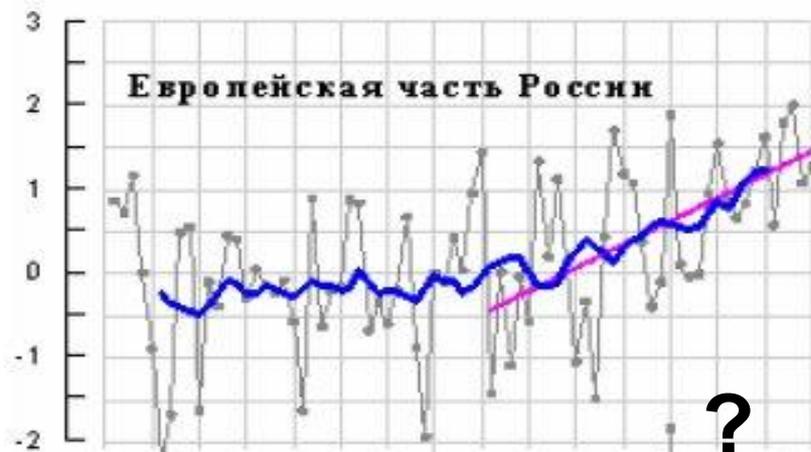


<http://hadobs.metoffice.com/hadsst2/diagnostics/global/nh+sh/annual>

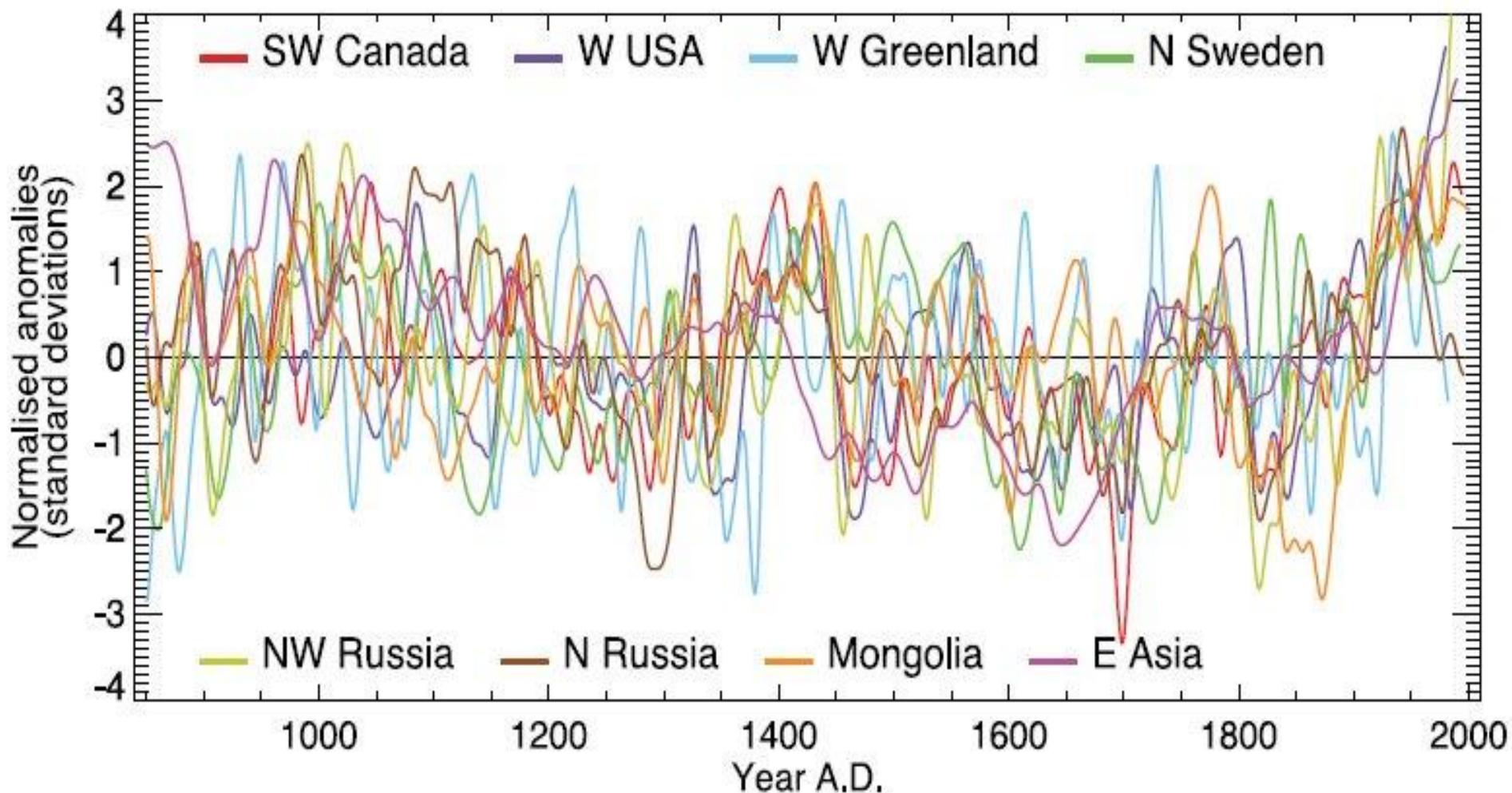




Если  
смотреть  
только за  
местной,  
при-  
земной  
темпера-  
турой,  
за 20 лет  
или XX  
век  
то можно  
ничего не  
обна-  
ружить,  
или  
выявить  
периоды



**За последние 1000 лет изменения температуры в разных районах планеты было значительно, главным фактором были солнечные циклы. По данным о температуре приповерхностного слоя воздуха (без данных о химическом составе атмосферы, о температуре стратосферы и т.п.) говорить о глобальном потеплении было бы невозможно**



# **ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

**Глобальное антропогенное влияние как таковое – загрязнение атмосферы аэрозольными частицами в т.ч. сажей, выбросы CO<sub>2</sub> и других газов, образование перистых облаков от полетов самолетов, изменение альбедо поверхности и т.п.**

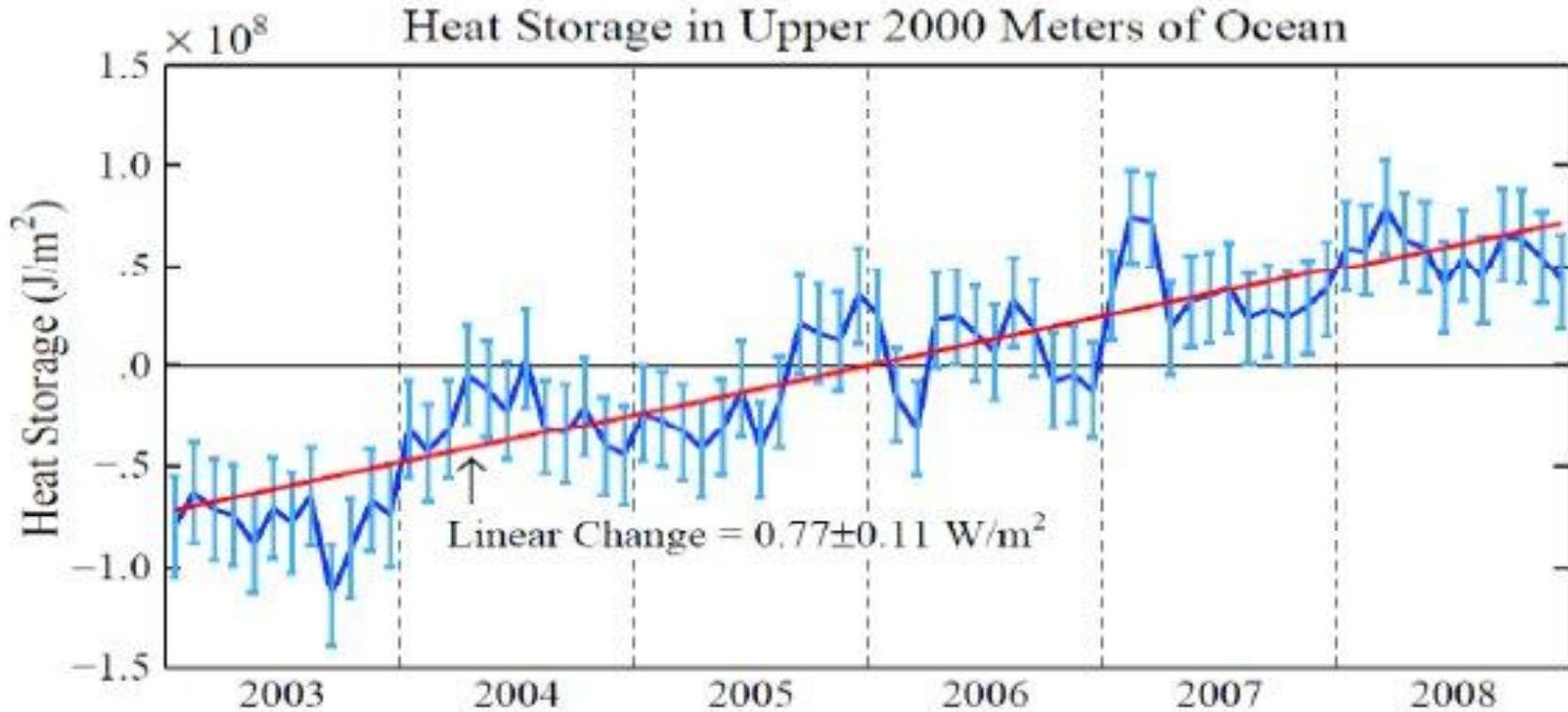
**Отклик климатической системы может быть самый разный. В целом идет рост глобальной температуры, так как самый сильный фактор (в Вт/м<sup>2</sup>) усиление парникового эффекта (в °С на 2-3%). Характерная черта в мире в целом - рост экстремальности климата.**

**«Закачка» чуть-чуть большего количества энергии в климатическую систему может приводить к усилению естественных циклов. В 21 веке возможно постоянство или даже снижение средней температуры приземного слоя воздуха в течение 10-20 летних периодов (океанские циклы)**

**Отделить антропогенные эффекты от естественных будет очень сложно еще очень много лет, в ряде случаев это будет невозможно в принципе**



# Важнейший индикатор не температура поверхности, а теплосодержание толщи воды



Heat storage in upper 2000 meters of ocean during 2003-2008 based on ARGO data.

Knowledge of Earth's energy imbalance is improving rapidly as ARGO data lengthens.

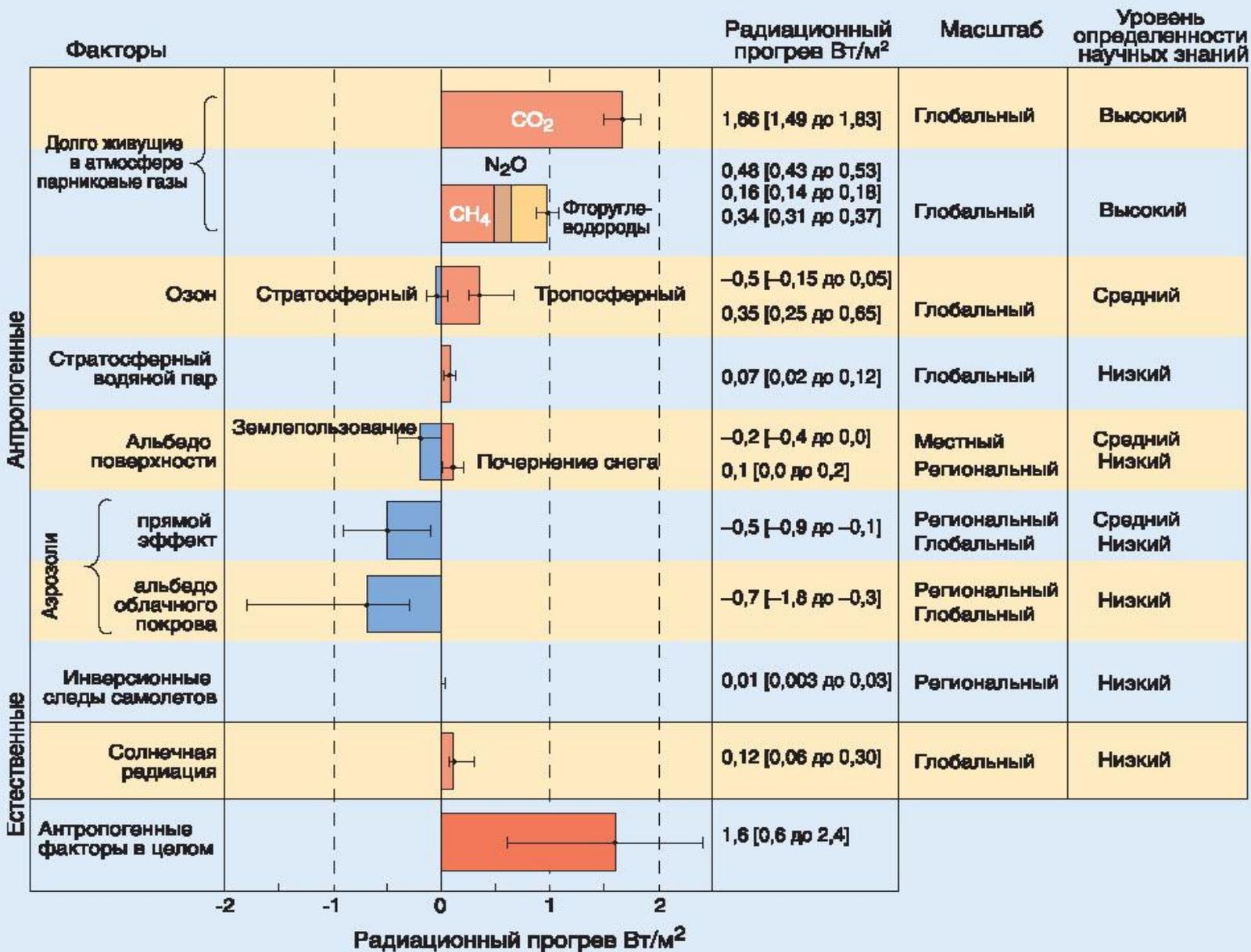
Data must be averaged over a decade because of El Nino/La Nina and solar variability.

Energy imbalance is smoking gun for human-made increasing greenhouse effect.

Data source: von Schuckmann *et al.* *J. Geophys. Res.* 114, C09007, 2009, doi:10.1029/2008JC005237.



# Факторы, влияющие на радиационный прогрев атмосферы



# ПЯТЬ БАЗОВЫХ ПОНЯТИЙ О КЛИМАТЕ

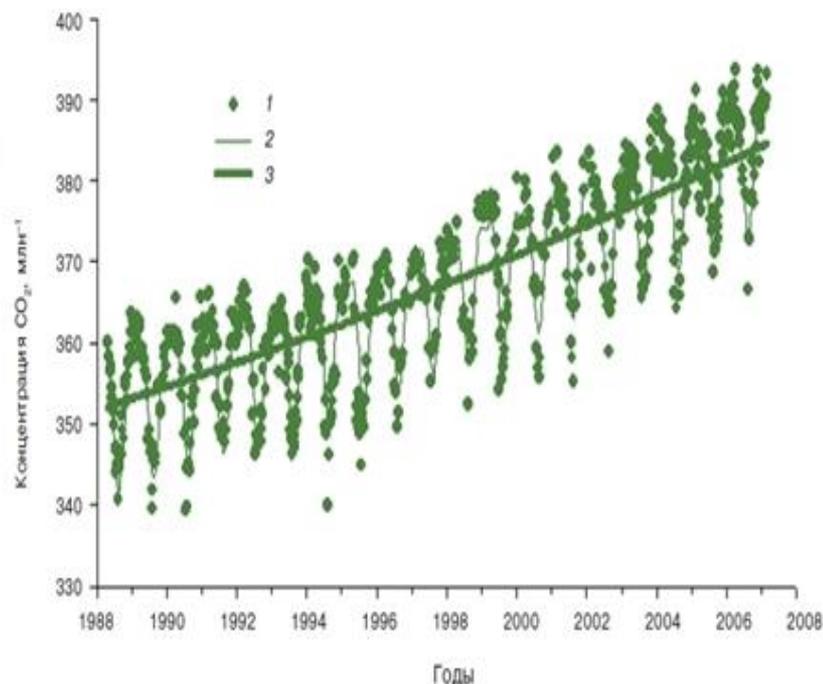
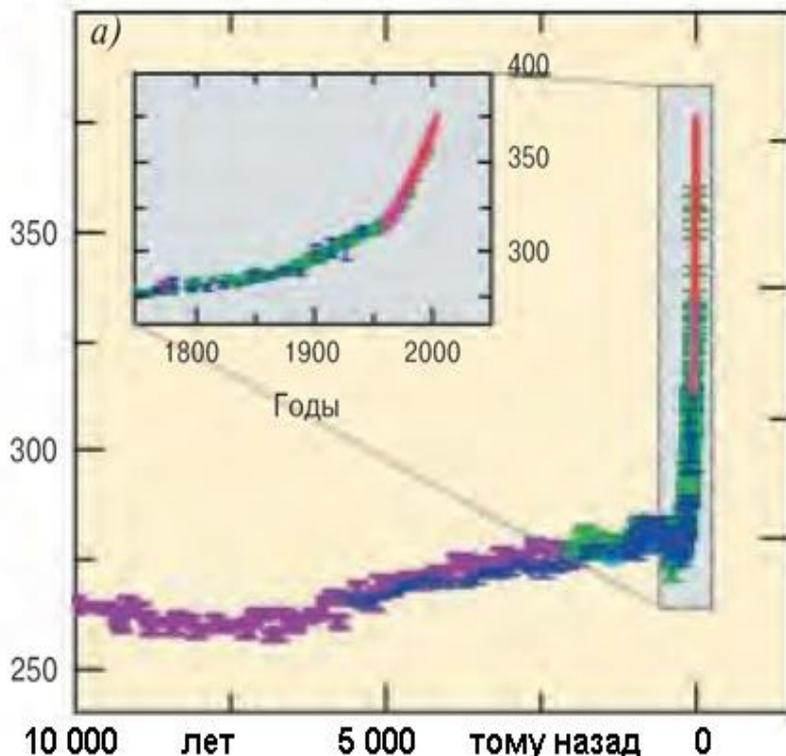
- 1) Проблема в изменении химического состава атмосферы, а не в росте температуры. **Никогда в истории человечества не было ни такой концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере, ни столь резкого ее роста**
- 2) С 1970-х годов заработал новый климатический фактор - **антропогенное усиление парникового эффекта**: (подсчет радиационный потоков) + (изотопный и корреляционный анализ происхождения CO<sub>2</sub>)
- 3) Крайне важно очерчивать временной промежуток, о котором мы говорим. **Во временном масштабе десятков лет изменение климата в основном зависит «от нас».** *"С вероятностью >90% самая сильная причина - антропогенное усиление парникового эффекта"*
- 4) **Дело в опасных гидрометеорологических явлениях, а не в средних температурах (маленькое потепление).** **За 15 лет их стало примерно в 2 раза больше.** *Антропогенная причина роста прослеживается с вероятностью от высокой до средней - 50-80%, но не для всех явлений!*  
**Знаний недостаточно**
- 5) **Опасно не нынешнее, еще относительно слабое, изменение климата, а то, что будет через 20-50 лет.** *Ориентир: к середине XXI века глобальные выбросы парниковых газов надо снизить в 2 раза от уровня 1990 года*

# Концентрация $\text{CO}_2$ растет в каждый год и теплый и холодный, растет совершенно невиданно, а изотопный анализ точно показывает, что главный источник – сжигание ископаемого топлива

последние 10 000 лет

последние 20 лет

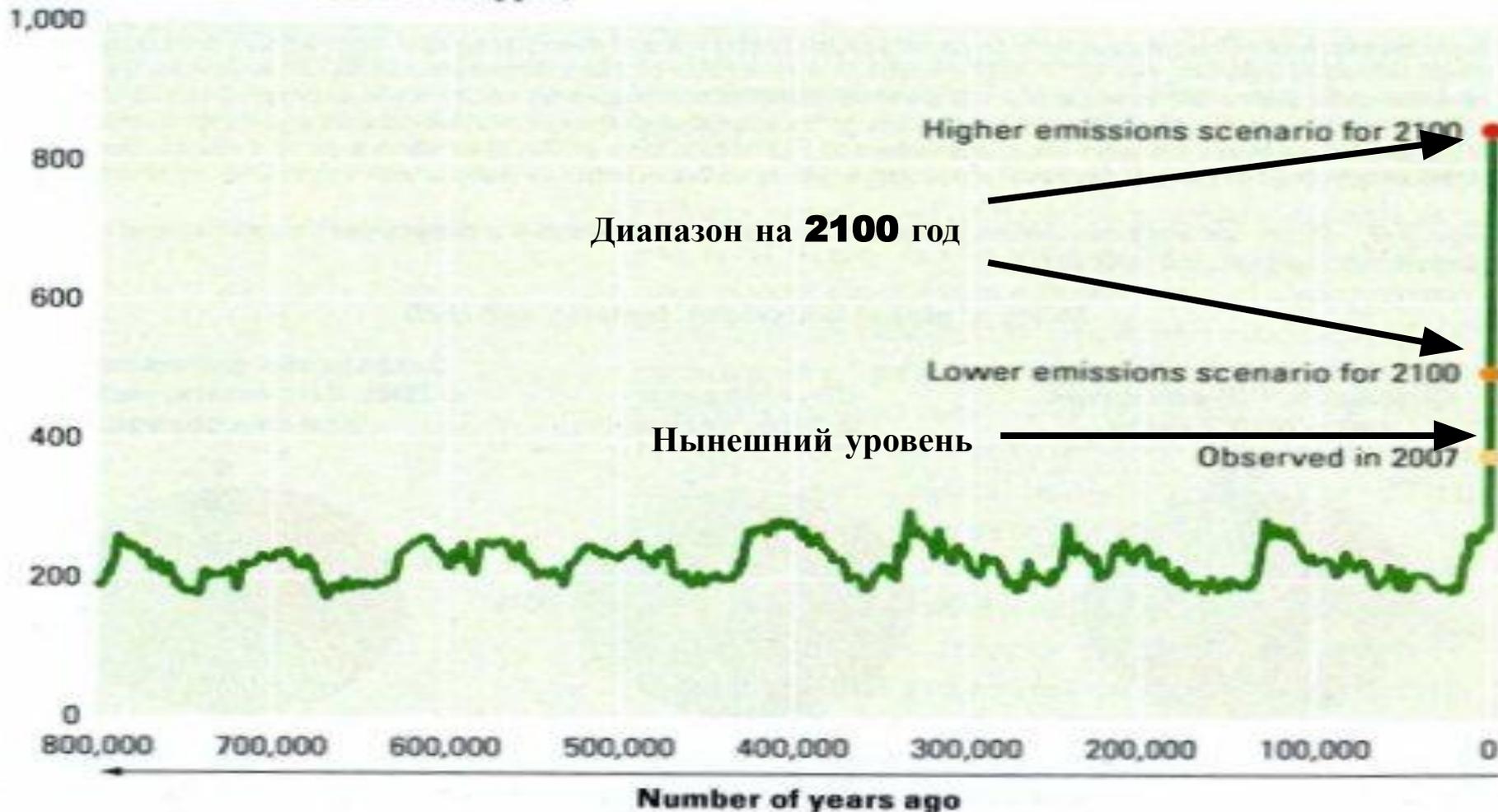
$\text{CO}_2$ , ppm  
(объемных частей на млн)



- 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](http://www.climate2008.igce.ru)

# Carbon dioxide concentration (ppm)



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<sub>2</sub> concentration. Over this long period, natural factors have caused the atmospheric CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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.

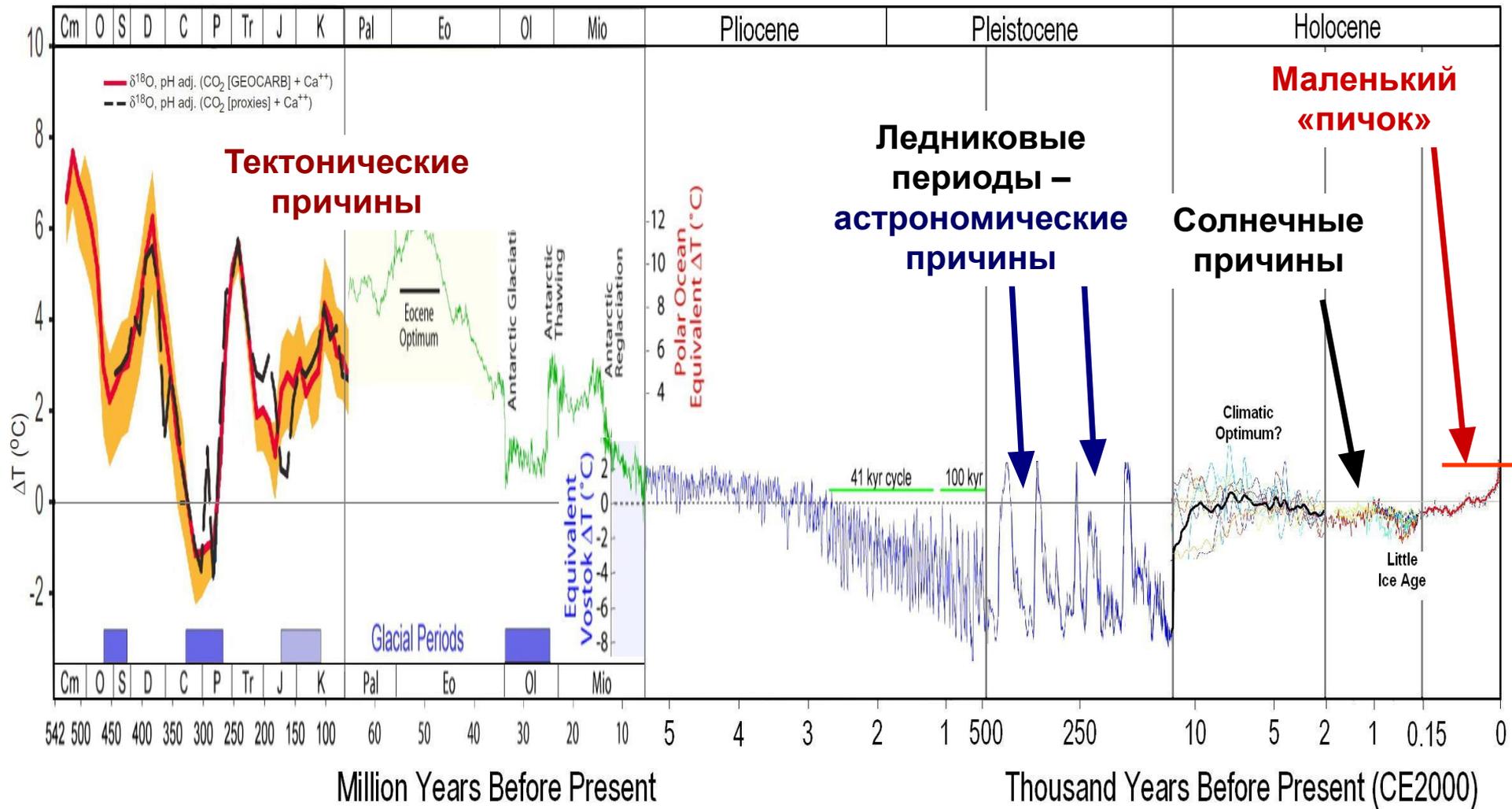
# Парниковый эффект

катастрофическое усиление невозможно (спектральные окна заполнены), но рост средней температуры на  $\sim 5^{\circ}\text{C}$  возможен

Глобальные потоки энергии  $\text{Вт}/\text{м}^2$



**Миллионы, сотни и десятки тысяч лет температура (приземного слоя воздуха) на планете менялась очень сильно, но к прошлым и будущему нескольким десятилетиям это не имеет отношения. Тут важны «быстрые» новые процессы антропогенного происхождения**





# Причины глобальных изменений климата



изменение размеров и взаимного расположения материков и океанов - **сотни и десятки миллионов лет**

изменения параметров орбиты Земли – **сотни и десятки тысяч лет**

изменение отражательной способности поверхности Земли (альbedo) – **тысячи лет + антропогенное влияние – десятки лет (леса)**

изменение светимости солнца – **сотни лет** (циклы: 200, 100, 60... но не 11 лет)

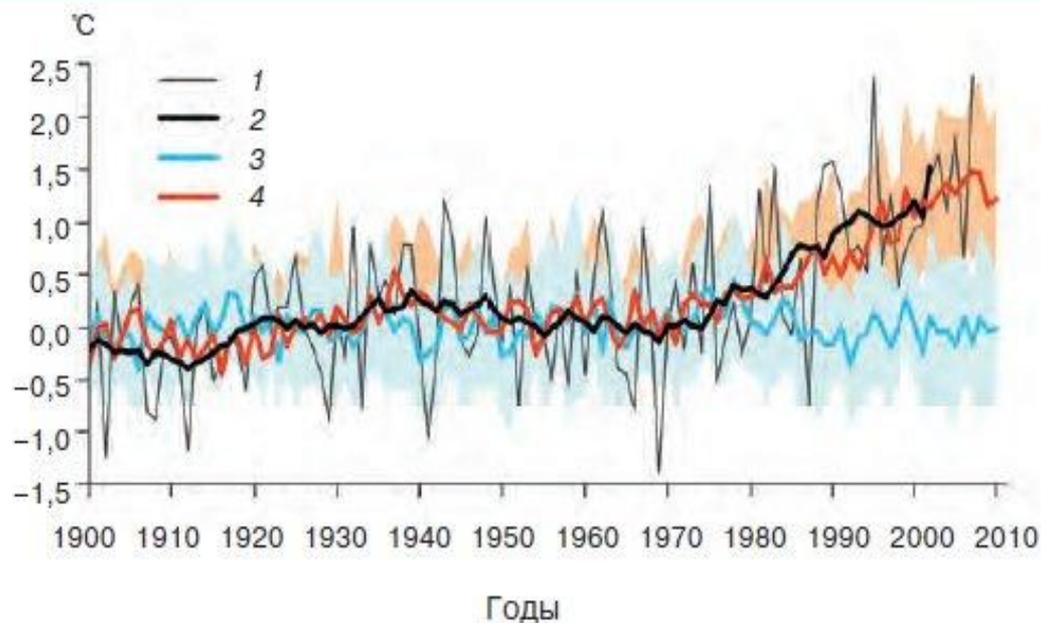
изменение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере при взаимодействии с биосферой – **тысячи лет, + антропогенный выброс CO<sub>2</sub> и других парниковых газов – десятки лет**

изменение прозрачности атмосферы и ее состава в результате изменений вулканической активности Земли, - **единицы лет + антропогенное влияние (аэрозоли) – десятки лет**





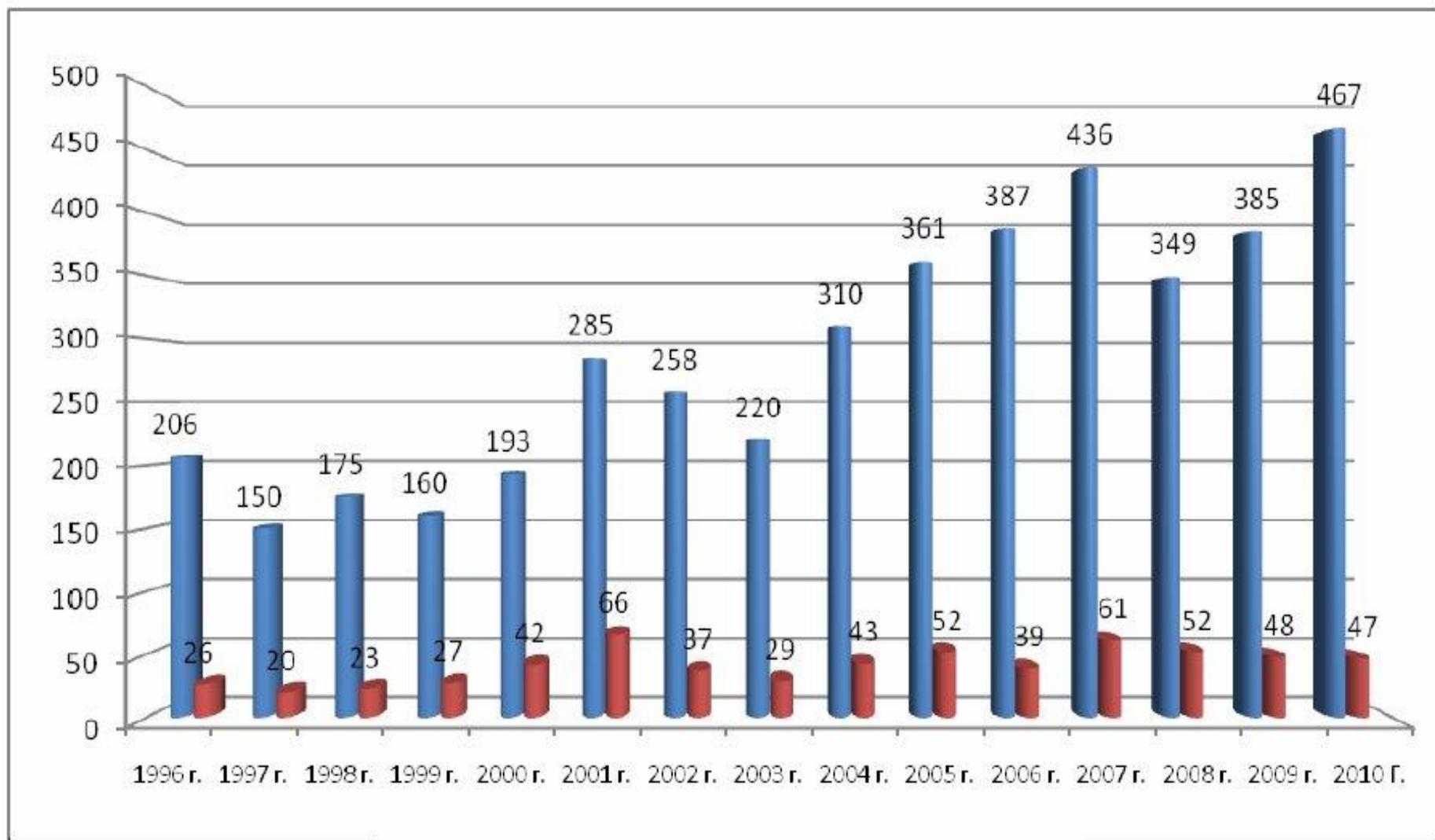
# С 1990 года Рост температуры можно объяснить только с помощью факторов антропогенного воздействия



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>



# Рост числа опасных гидрометеорологических явлений (синие столбики), и число явлений, которые не были предсказаны



Источники: «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 год», Москва, 2011, Росгидромет. [www.meteorf.ru](http://www.meteorf.ru)



# Распределение опасных гидрометеорологических явлений в 2010 г. по Федеральным округам.

Общая сумма превосходит сумму для страны в целом, так как ряд явлений охватывали более, чем один Федеральный округ.

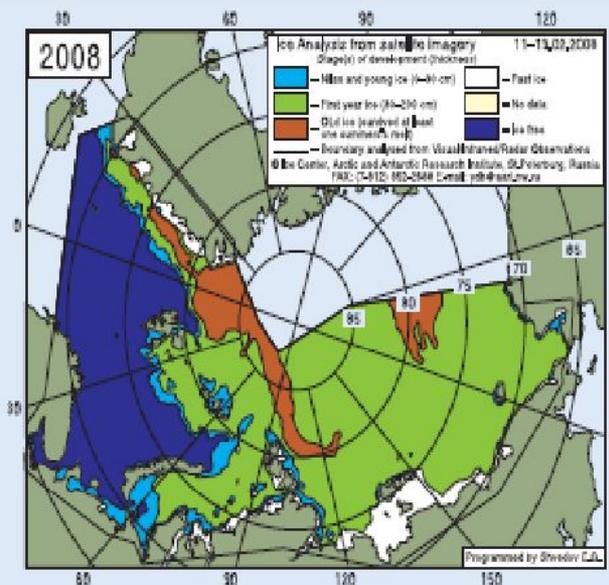
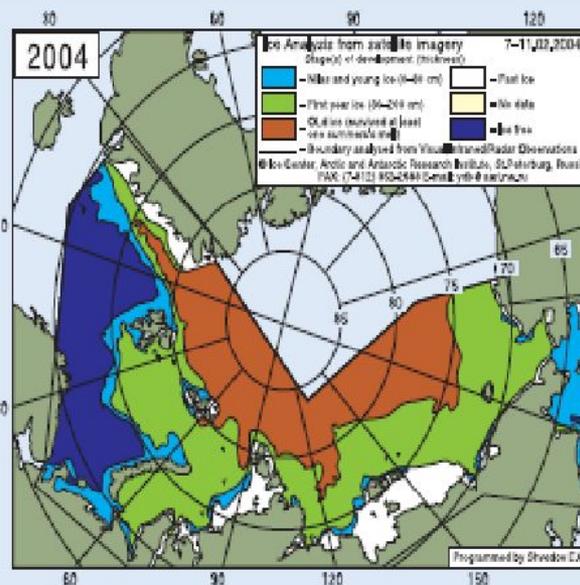
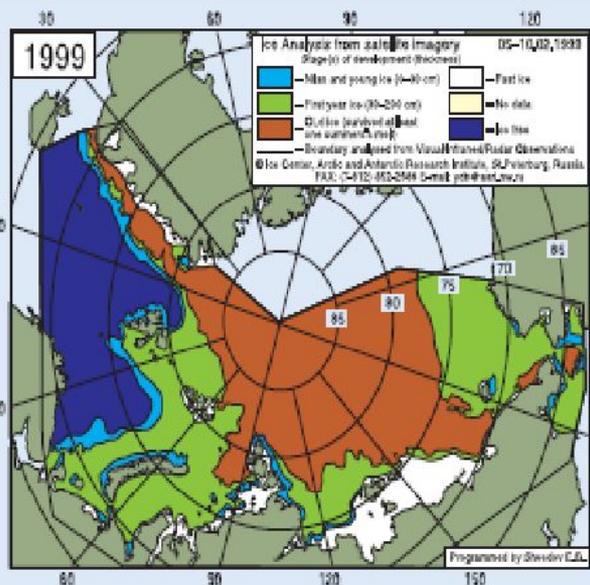




# *Арктика*

*Что происходит?  
Как реагировать?*





## 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<sup>2</sup>

## Есть ли надежные данные?

Изменение толщины льдов в российской Арктике, регулярное обновление карты ледовой обстановке на сайте ААНИИ,

NASA (NSIDC) -

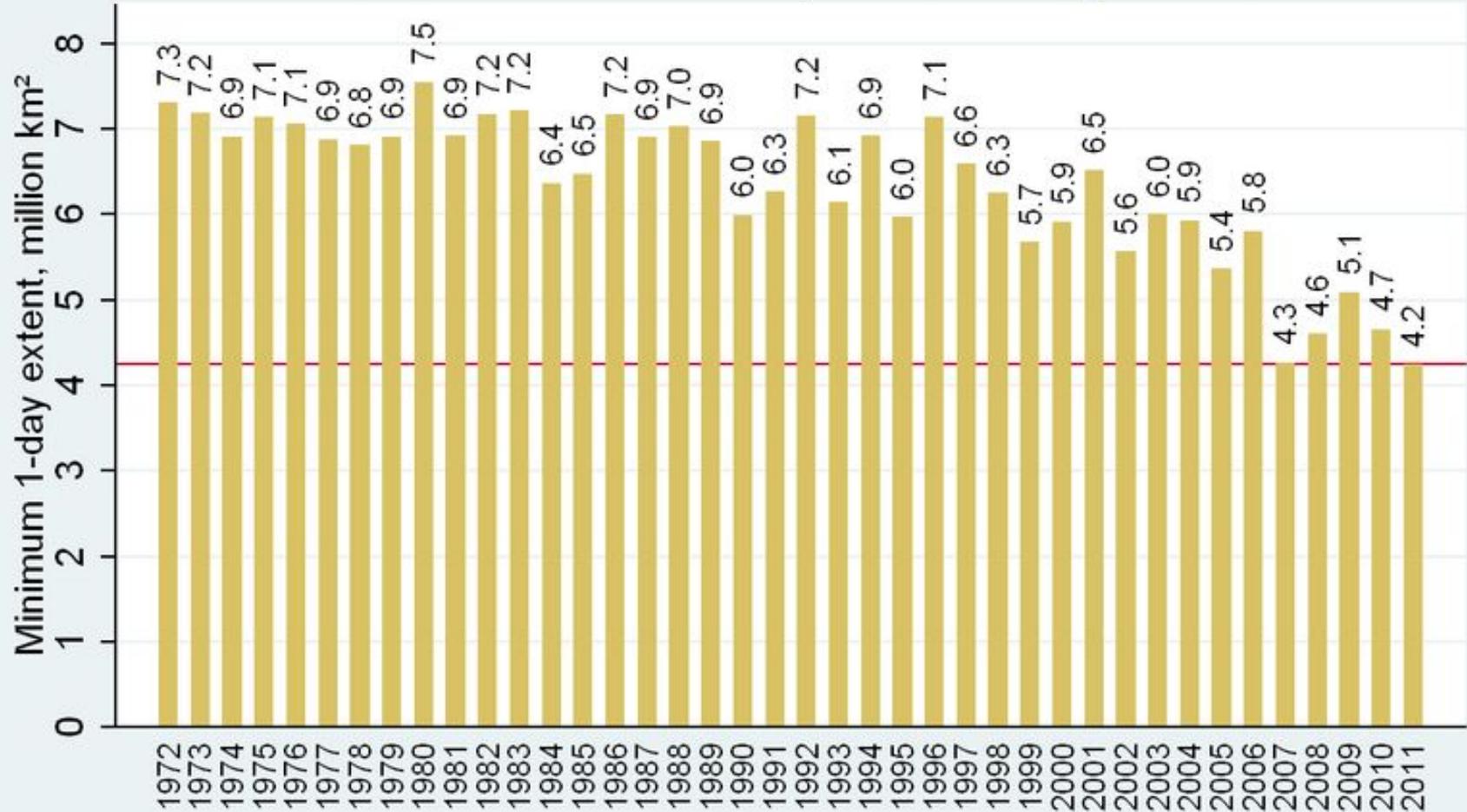
данные есть, но надо брать «все данные»,  
а не те, которые «нужны».



# Арктика: минимальная площадь льдов



Min Arctic sea ice extent, 1972 through 9/8/2011



graph: L Hamilton

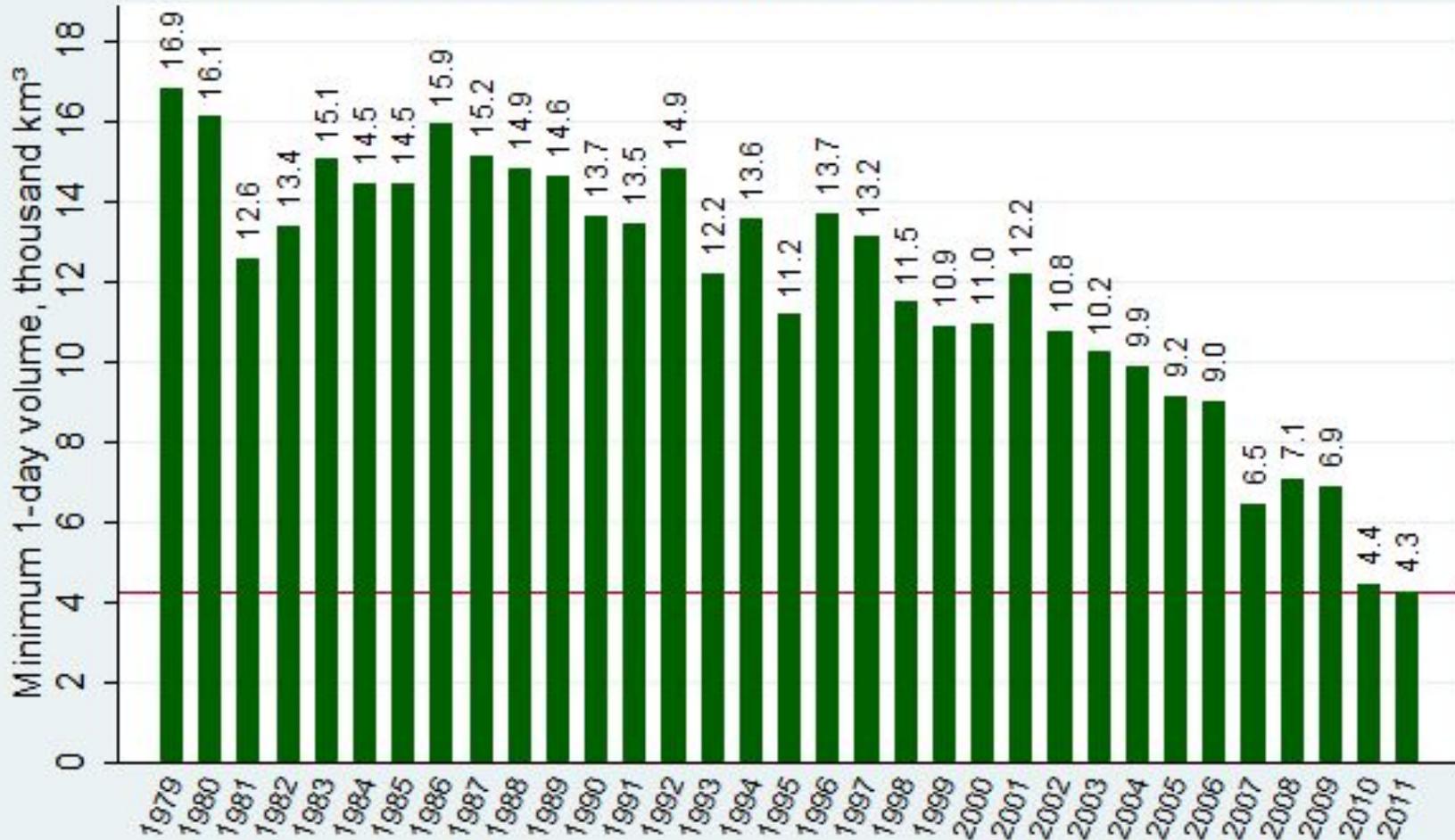
data: Milke & Heygster 2009 'Trend der Meereisaustrahlung von 1972-2009'  
 Technical Report, Inst Environmental Physics, Univ Bremen (August)





# 3-кратное уменьшение объема летних льдов !

## Min Arctic sea ice volume, 1979 through 8/31/2011



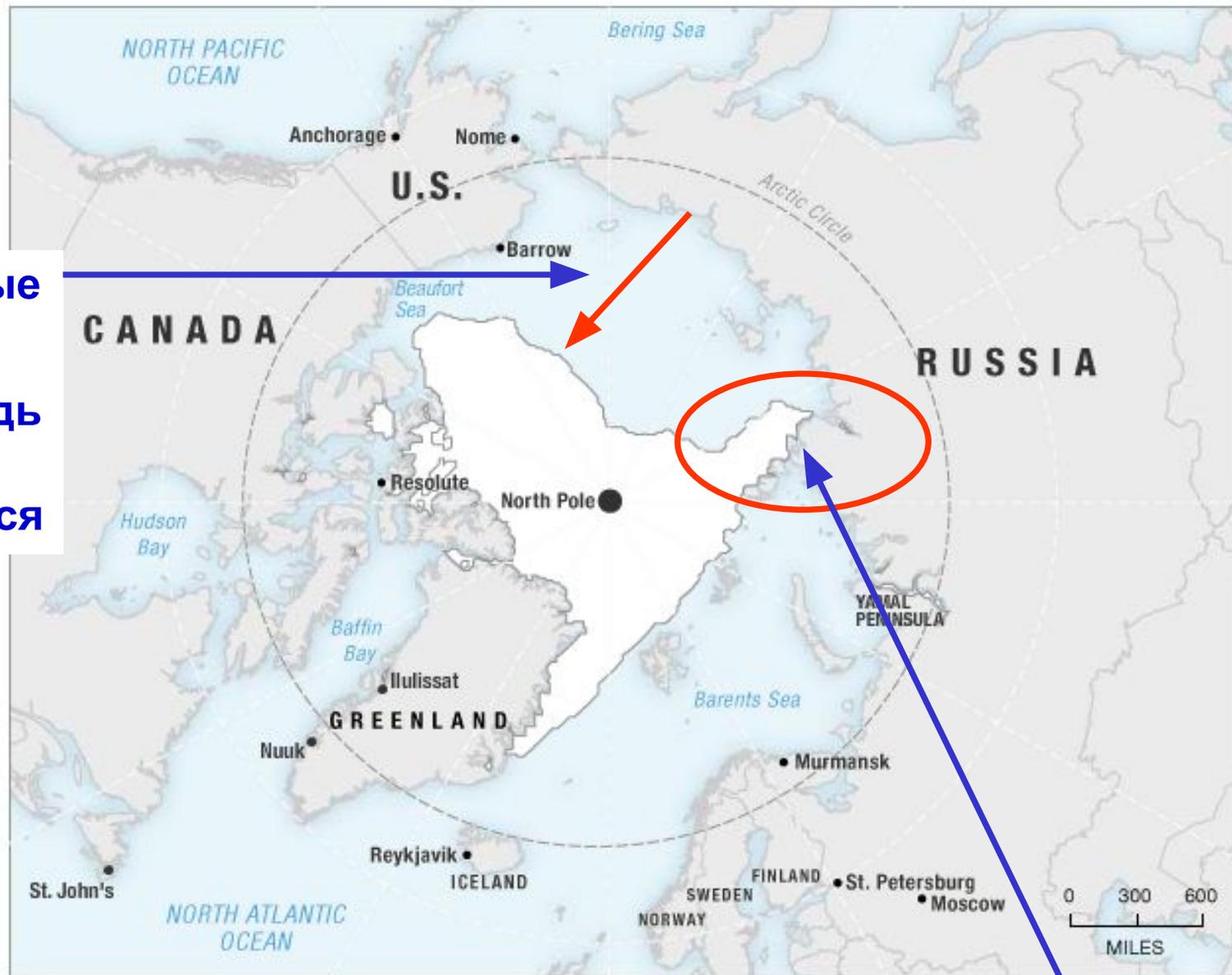
graph: L Hamilton

data: PIOMAS

Polar Science Center

<http://psc.apl.washington.edu/wordpress/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly/>

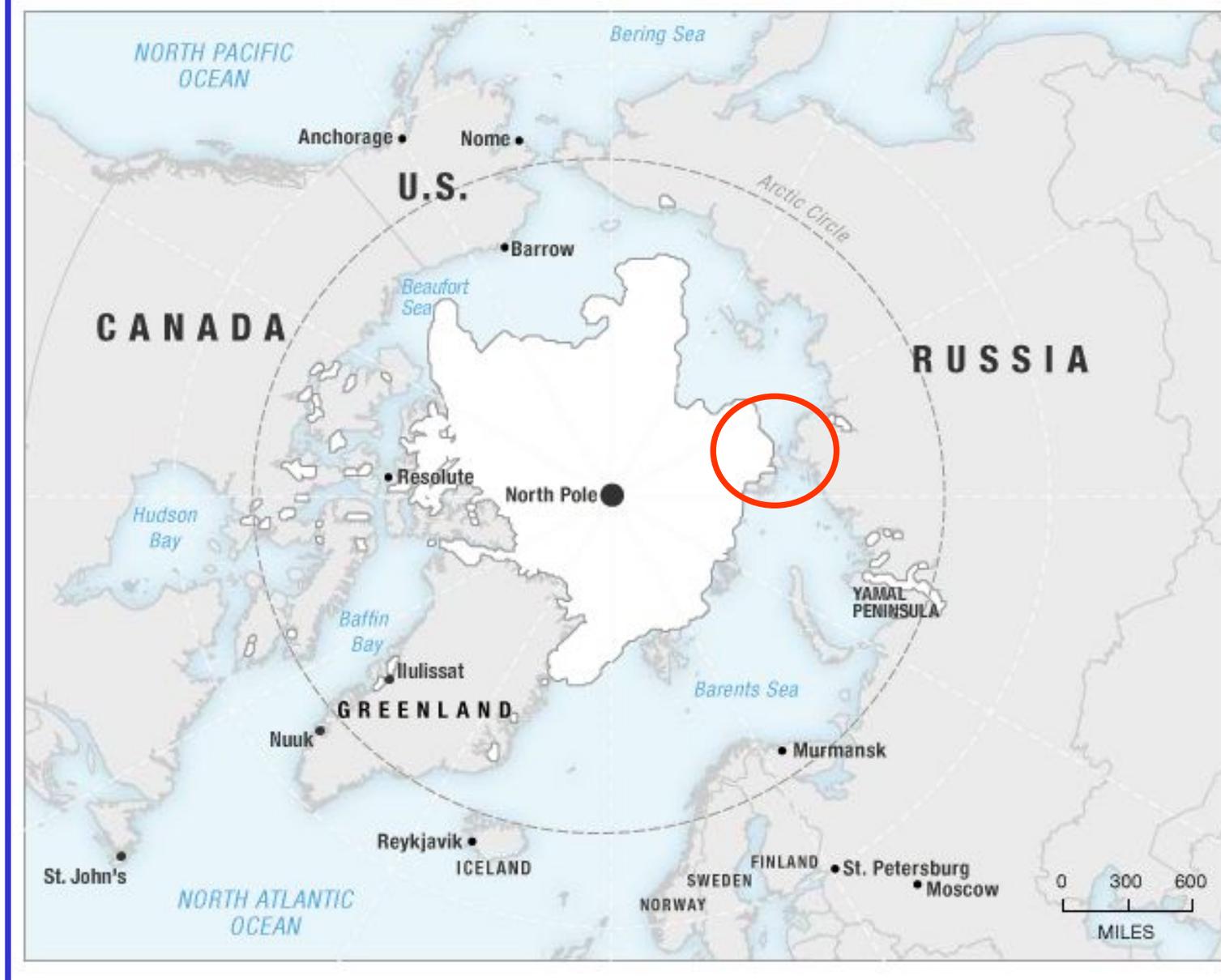




Очень быстрые  
изменения  
Белый медведь  
не успевает  
адаптироваться

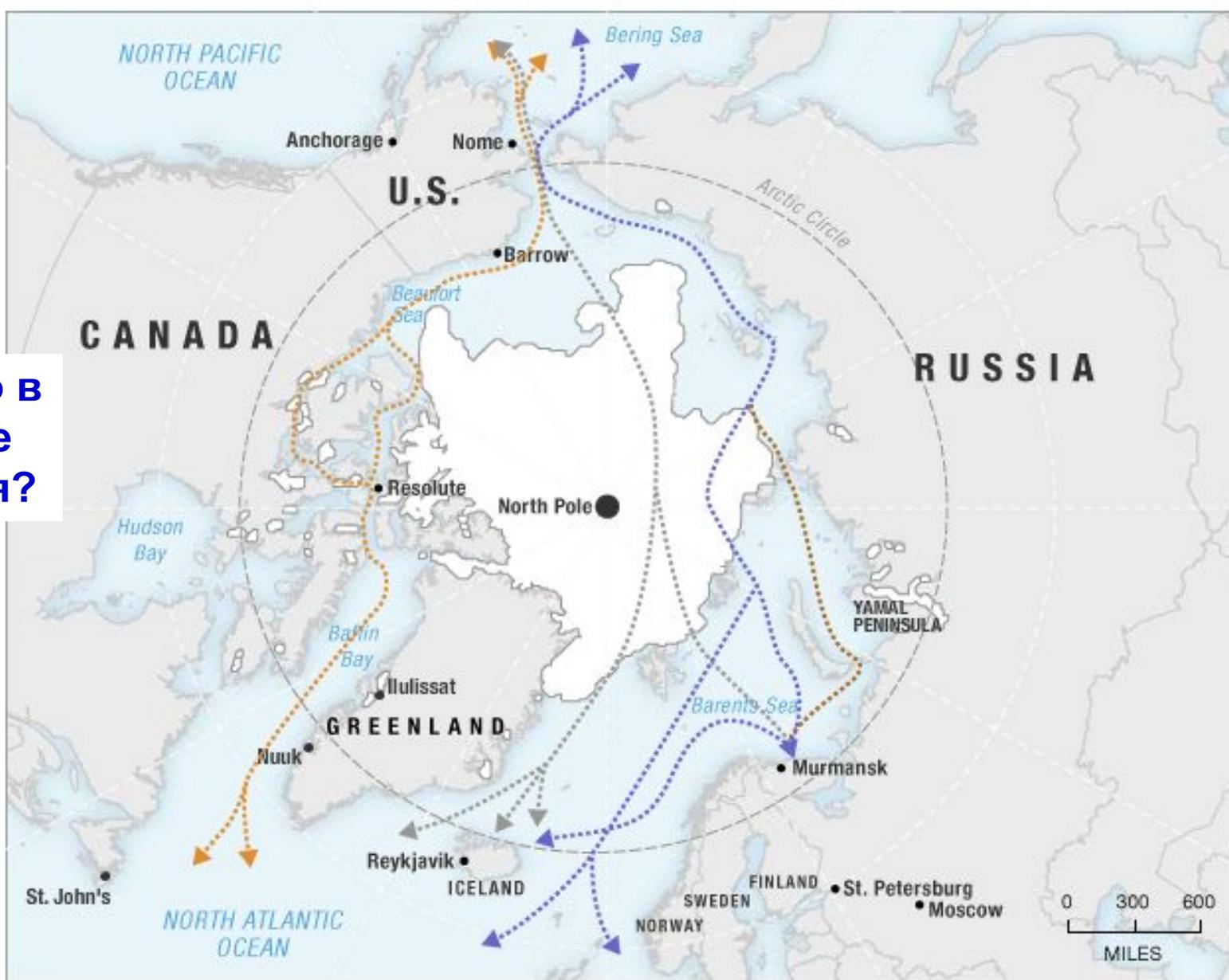
Сентябрь **2007** года, минимум льдов, но Северный Морской Путь не чист

<http://www.npr.org/2011/08/15/139261223/the-arctics-diminishing-sea-ice>



Сентябрь **2010** года, льдов больше, но Северный Морской Путь чист

<http://www.npr.org/2011/08/15/139261223/the-arctics-diminishing-sea-ice>



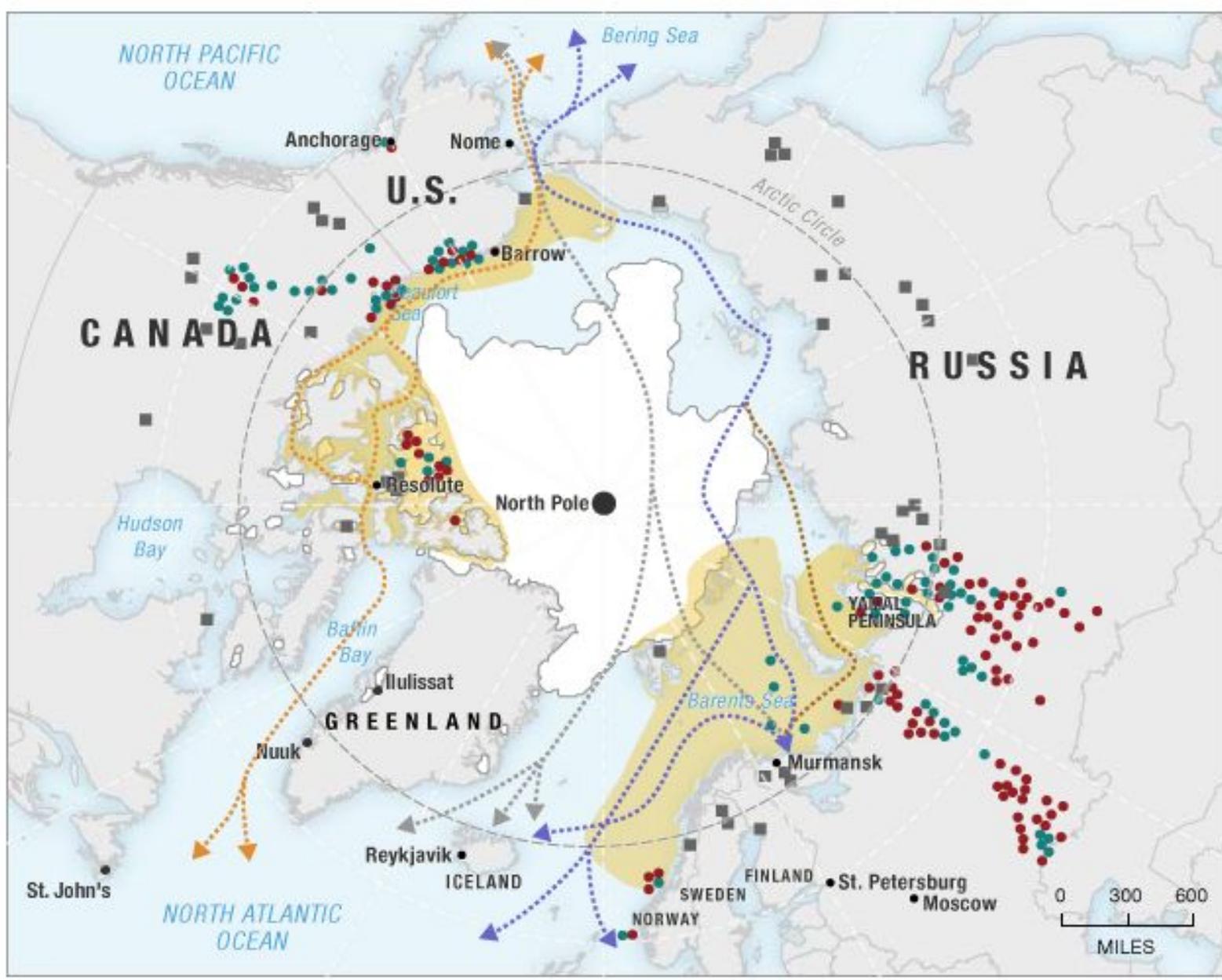
Что реально в ближайшие десятилетия?

Сентябрь **2010** года, минимум льдов – транспортные пути  
<http://www.npr.org/2011/08/15/139261223/the-arctics-diminishing-sea-ice>





Соблазн  
велик!  
Риск  
кажется  
невелик?



Сентябрь **2010** года, минимум льдов – нефть, газ, минеральное сырье

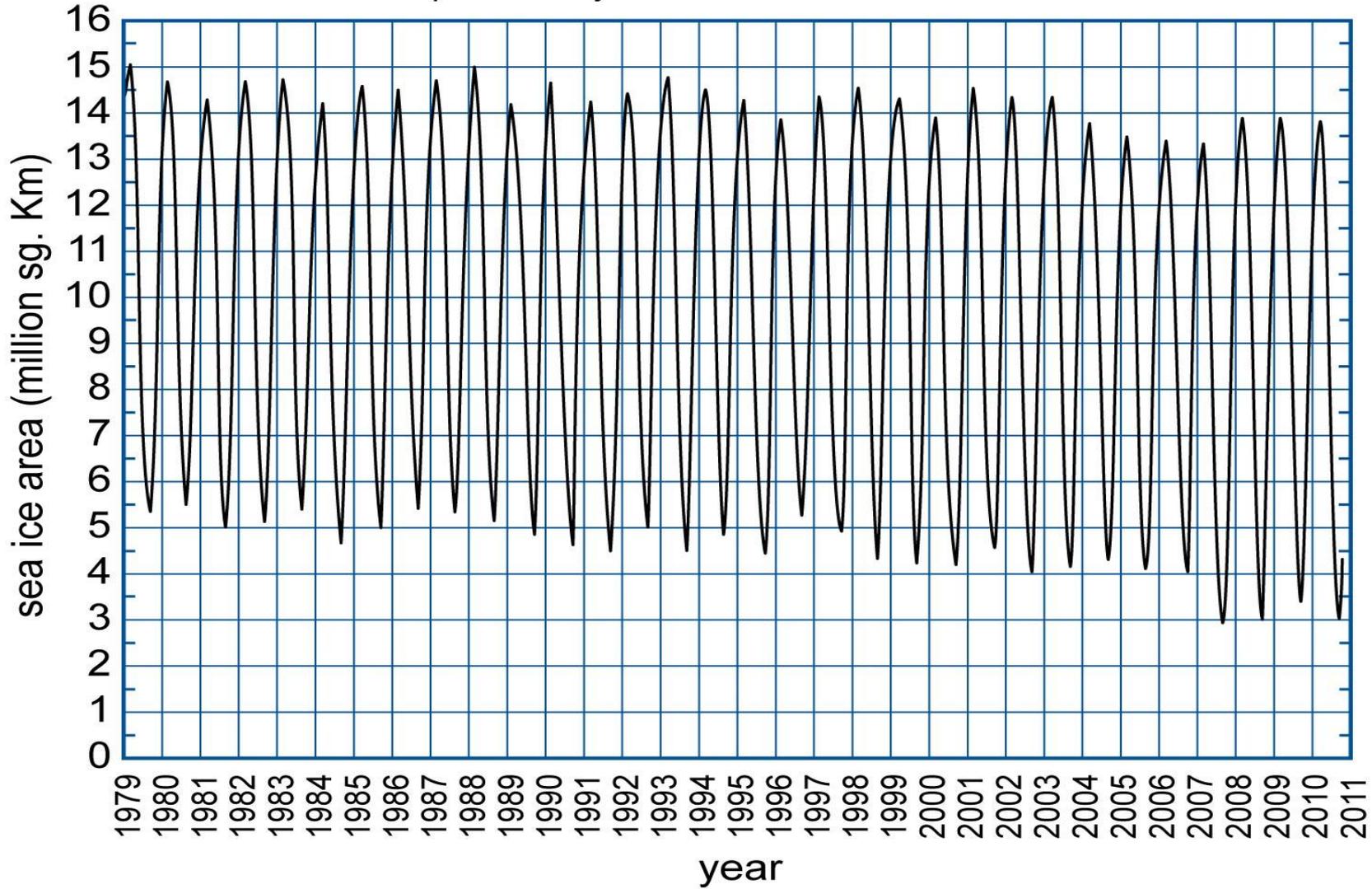
<http://www.npr.org/2011/08/15/139261223/the-arctics-diminishing-sea-ice>





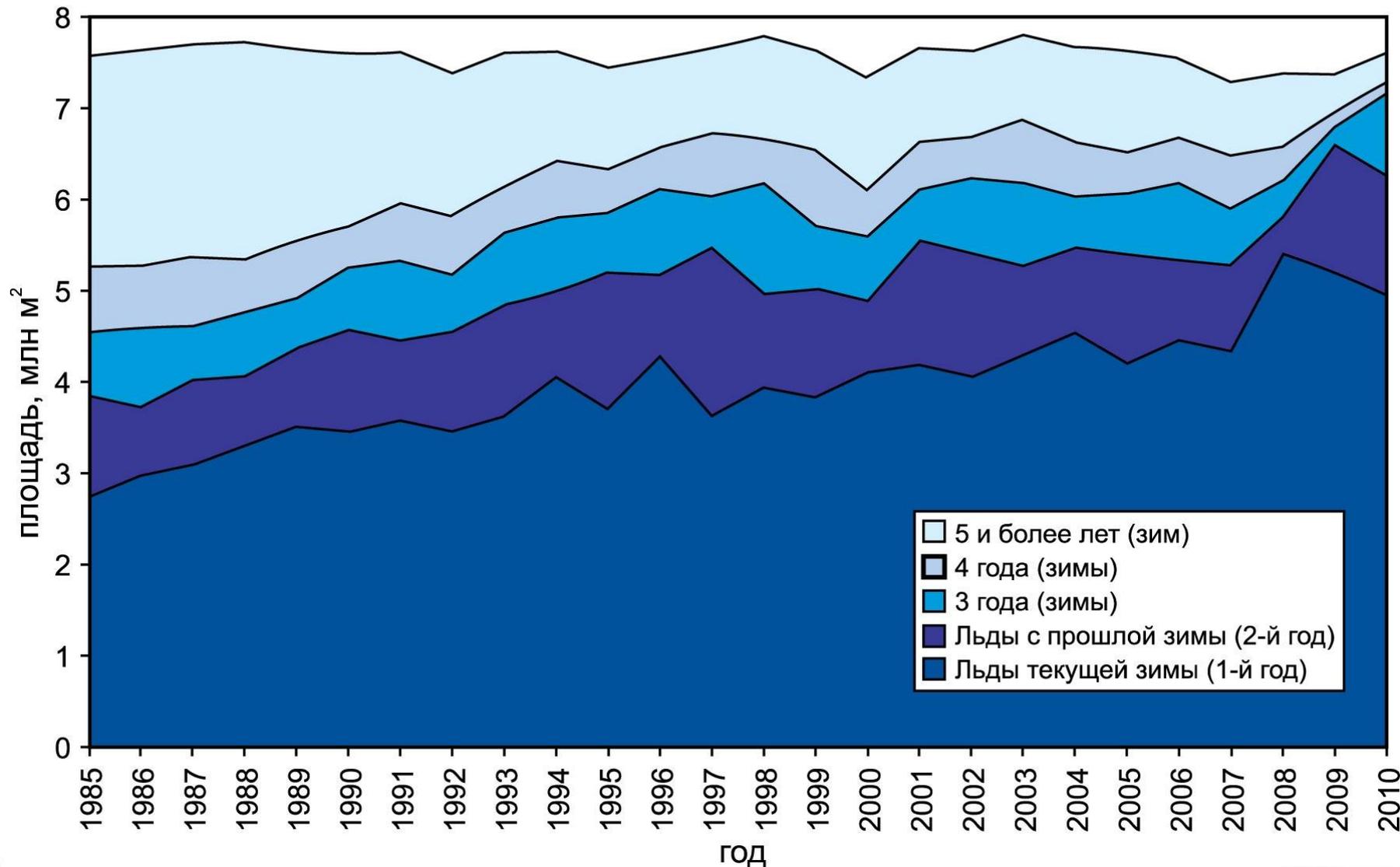
# Northern Hemisphere Sea Ice Area

Data provided by NSIDC: NASA SMMR and SSM/I



**Зимнего льда по прежнему много, его «исчезновение» дело очень отдаленного будущего**

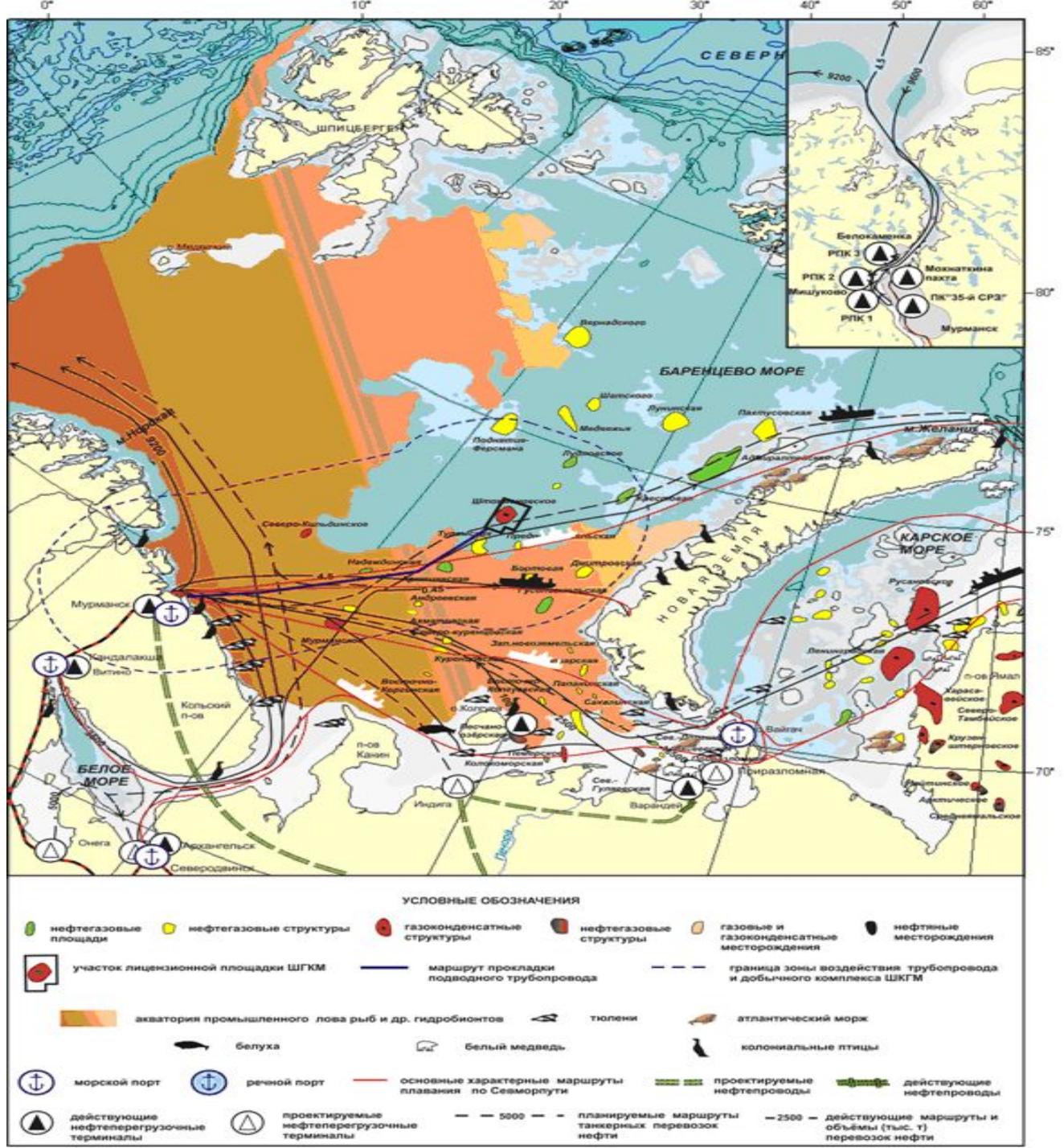
# Возрастное распределение льдов в марте (11-я неделя года)





**Более слабые  
в среднем  
льды в  
сочетании с  
нестабильным  
ледовым  
режимом и  
вероятностью  
айсбергов**

**Пути нефти и  
животных  
совпадают,  
нужен  
компромисс**





# В мире добывается до 30% нефти на шельфе. В России – пока около 3%



## РАЙОНЫ СОВРЕМЕННОЙ И ПЕРСПЕКТИВНОЙ ДОБЫЧИ НЕФТИ



По данным ENI и IHS Inc.

**14 000**  
разведочных скважин  
(с 2005 по 2009 г.):

 Скважины на суше

**12 000** скважин (из них 9 000 - в США)



 Морские скважины

**2 000** скважин (из них 1 300 - в США)

— Районы будущей разведки  
Расположение скважин указано приблизительно  
Каждый значок символизирует 25 скважин



# Исследование WWF: проблемы нефтеразливов в арктических морях

- В мире отсутствуют эффективные технологии реагирования на разливы нефти в Арктике
- Ряд ограничивающих факторов в Арктике могут сделать очистку от нефтеразлива практически невозможной на протяжении долгого периода времени
- Нужны большие усилия по поиску решений для адекватного реагирования на разливы нефти в Арктике в ледовых условиях.





**22-23 сентября 2011 г.**  
**Второй Арктический Форум:**  
**на словах и на деле.... ??**

Международная Конференция ВМУ-ММО (WMU-IMO) по управлению рисками при разливах нефти, 7-9 марта 2011 года, Мalmö, Швеция. Среди свыше 300 участников лишь один был из России...

Инициатива Медведева по «двадцатке» – Global marine environmental protection (GMEP) направленная на создание международного механизма по обмену информацией о лучших практиках для шельфового освоения

Приразломная ....

Может быть разлив нефти 10 тыс. тонн и более (всего может храниться до 130 тыс. тонн).

Мизерная «страховка». Нет открытости информации.

Нет должной подготовки к чрезвычайным ситуациям.

Фантастические идеи по расплавлению айсбергов 200x300x20 м ??





*Спасибо за внимание!*

*Сохраним климат для наших  
детей!*

**WWF**

[www.wwf.ru /climate](http://www.wwf.ru/climate)

**дискуссионная группа неправительственных  
организаций (на русском языке)**

[can-eecca@googlegroups.com](mailto:can-eecca@googlegroups.com)

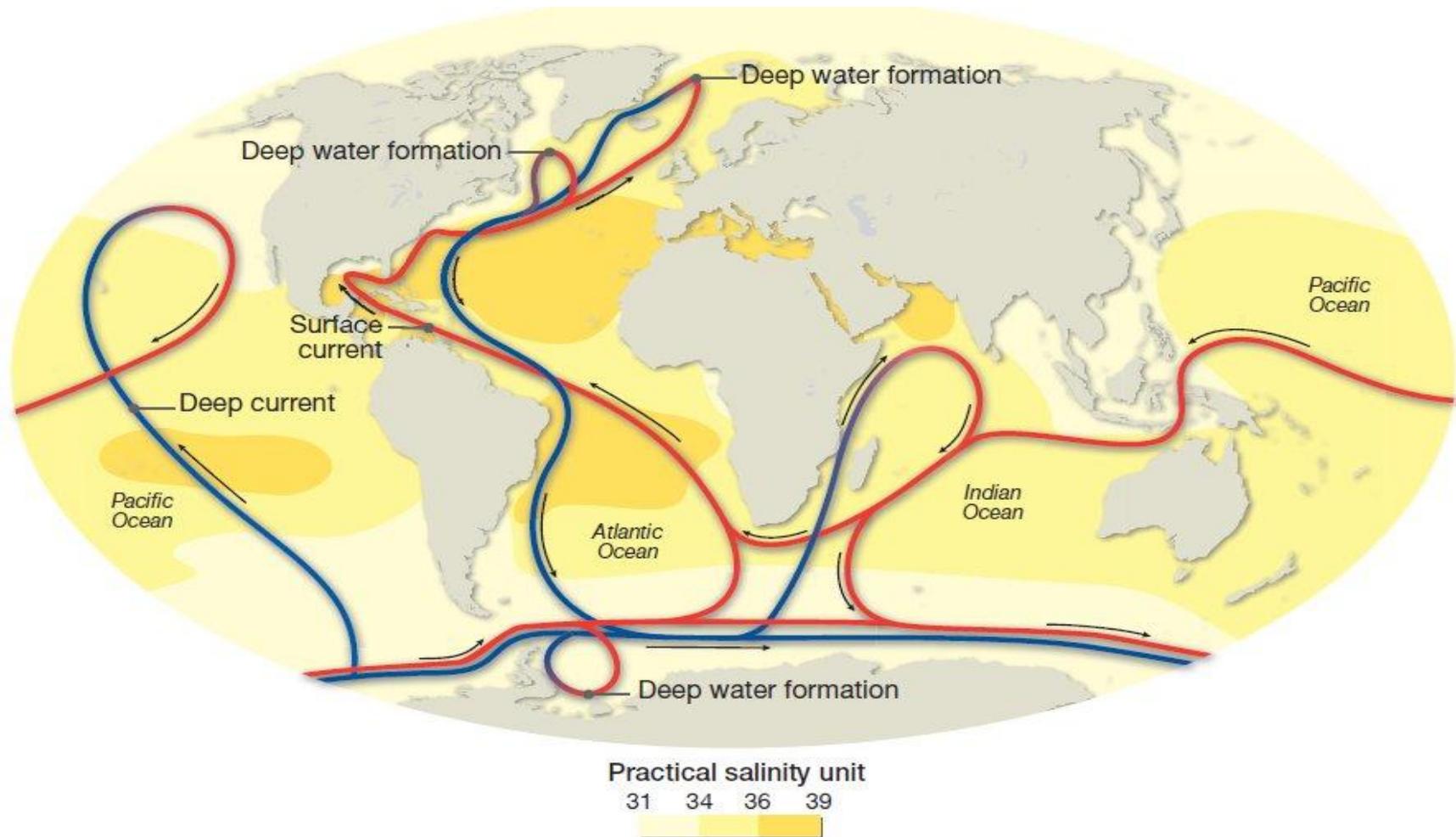
**запись в группу по адресу**

[irina.stavchuk@necu.org.ua](mailto:irina.stavchuk@necu.org.ua)



# Северный Ледовитый океан может стать более пресным и теплым

Более легкие воды в области формирования течения, "подныривающего" под Гольфстрим (точнее СА течение). Потенциальная возможность "толчка" и превращения в «волчок» в районе Азорских островов - исследуется на моделях.



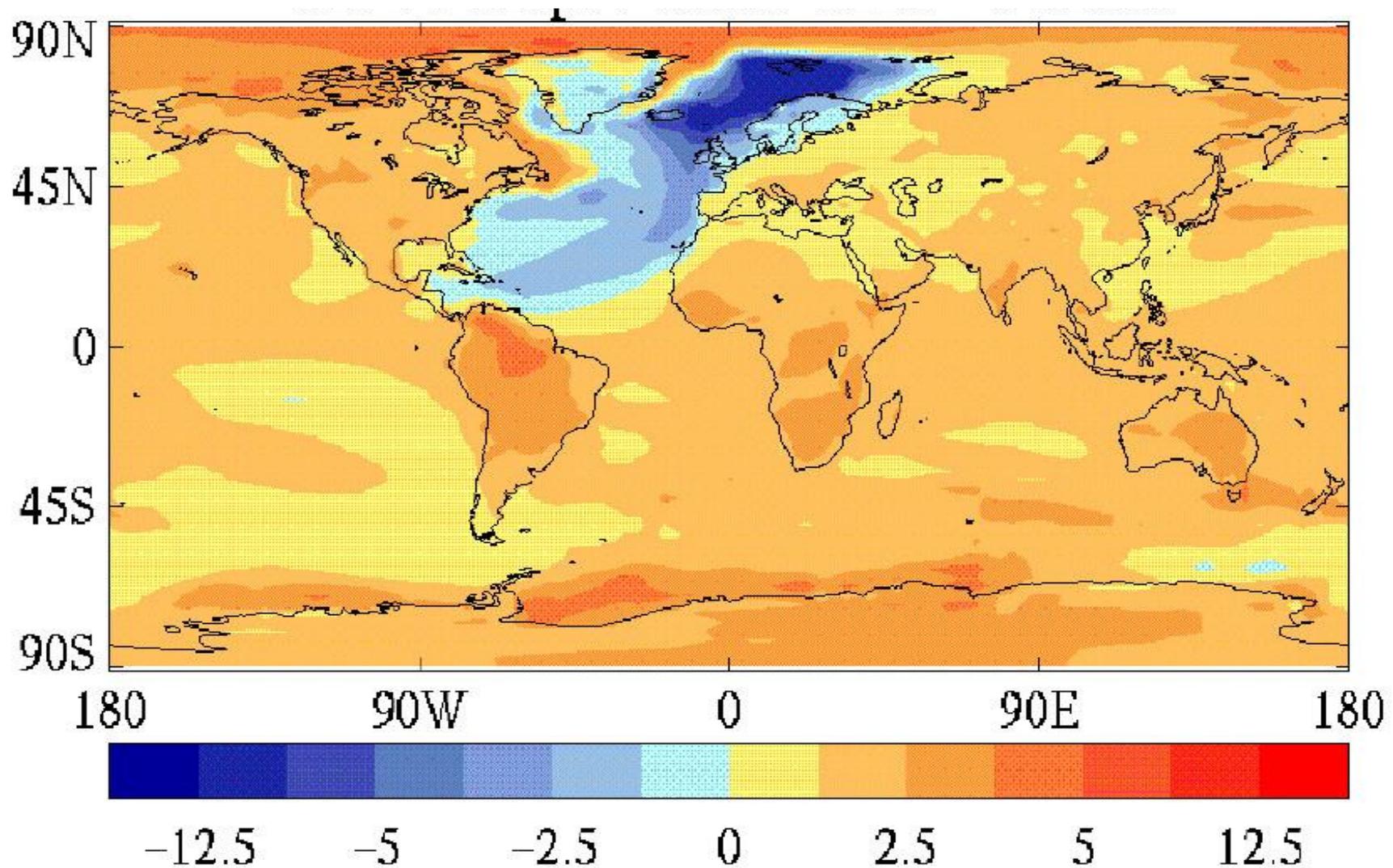
(1 psu = 1 gram of salt per kilogram of water)





# Ослабление Североатлантического течения

Численный эксперимент на XXII век  
Ориентировочная вероятность ~30%





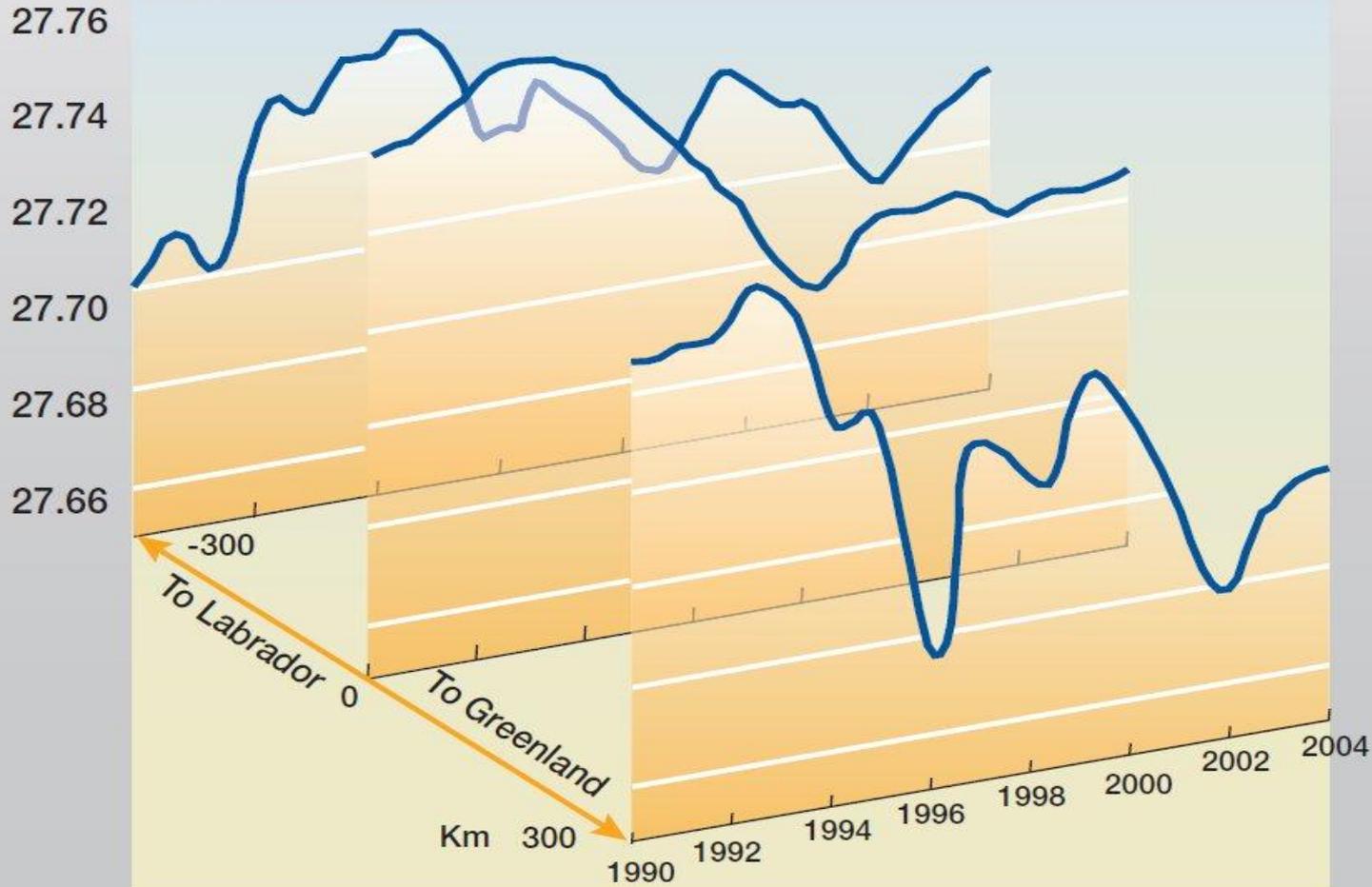
# Северный Ледовитый океан может стать более пресным и теплым !?

Более легкие воды в области формирования течения, "подныривающего" под Гольфстрим.

Есть ли "сигнал" о снижении солености глубинных вод ?

Depth-corrected density of Labrador Sea water (northern North Atlantic) at 200-800 m depth

Kilograms per cubic metre





# **РЕЗЮМЕ: ЧТО ТАКОЕ ПРОБЛЕМА КЛИМАТА**

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

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

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

**К этому надо готовиться, а чрезмерное развитие нужно и можно предотвратить**

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





# Что такое "Спорят ученые"?

**Среди профессиональных климатологов разногласий по этим вопросам (в той формулировке как 1-5 выше !) практически нет**

**Есть разногласия по более детальным аспектам, например, по роли океана в поглощении CO<sub>2</sub>**

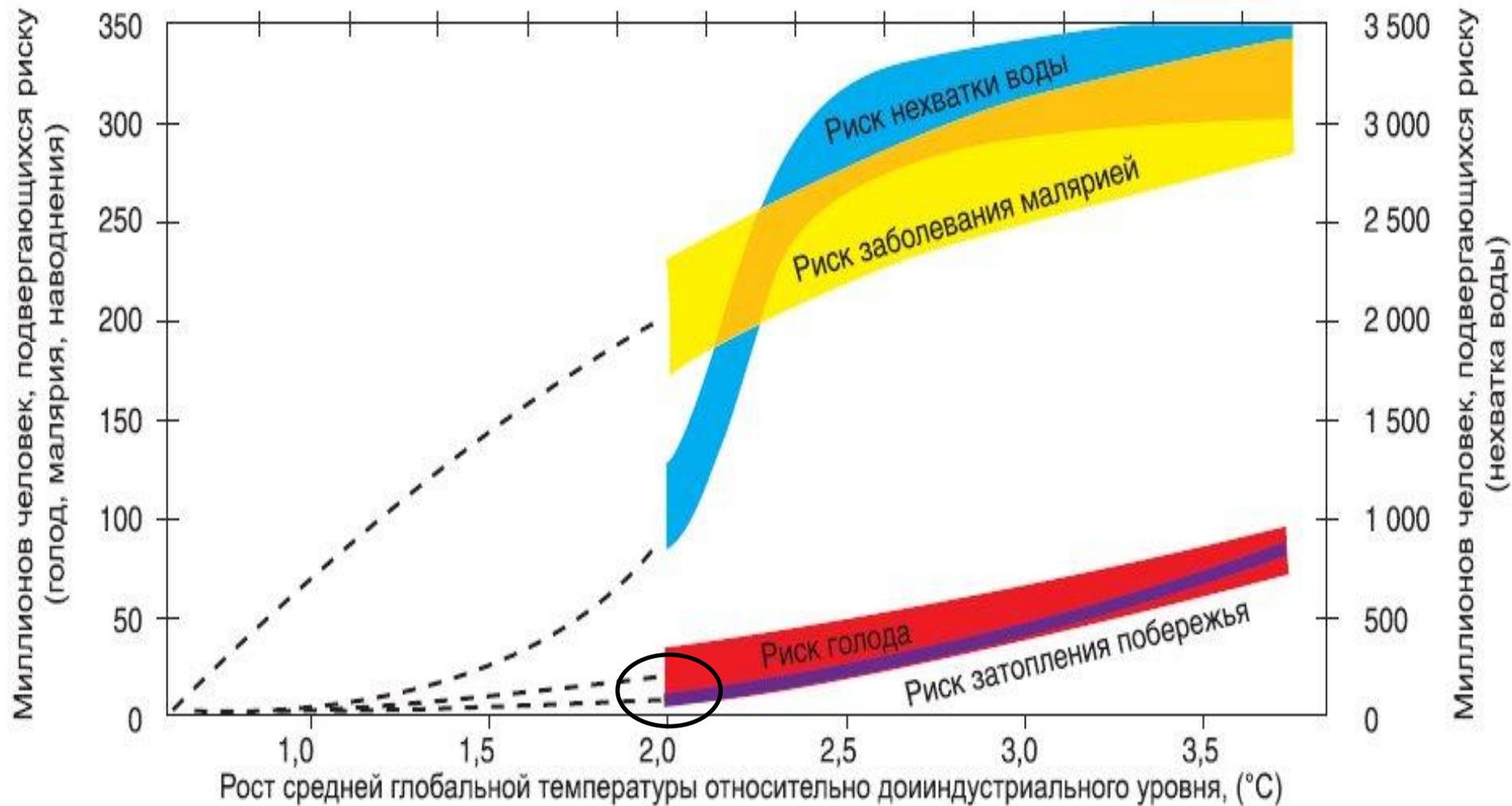
**Ученые других естественных специальностей, в частности, геологи скептически относятся к крайне коротким антропогенным эффектам, не интересным в геологическом масштабе времени**

**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**



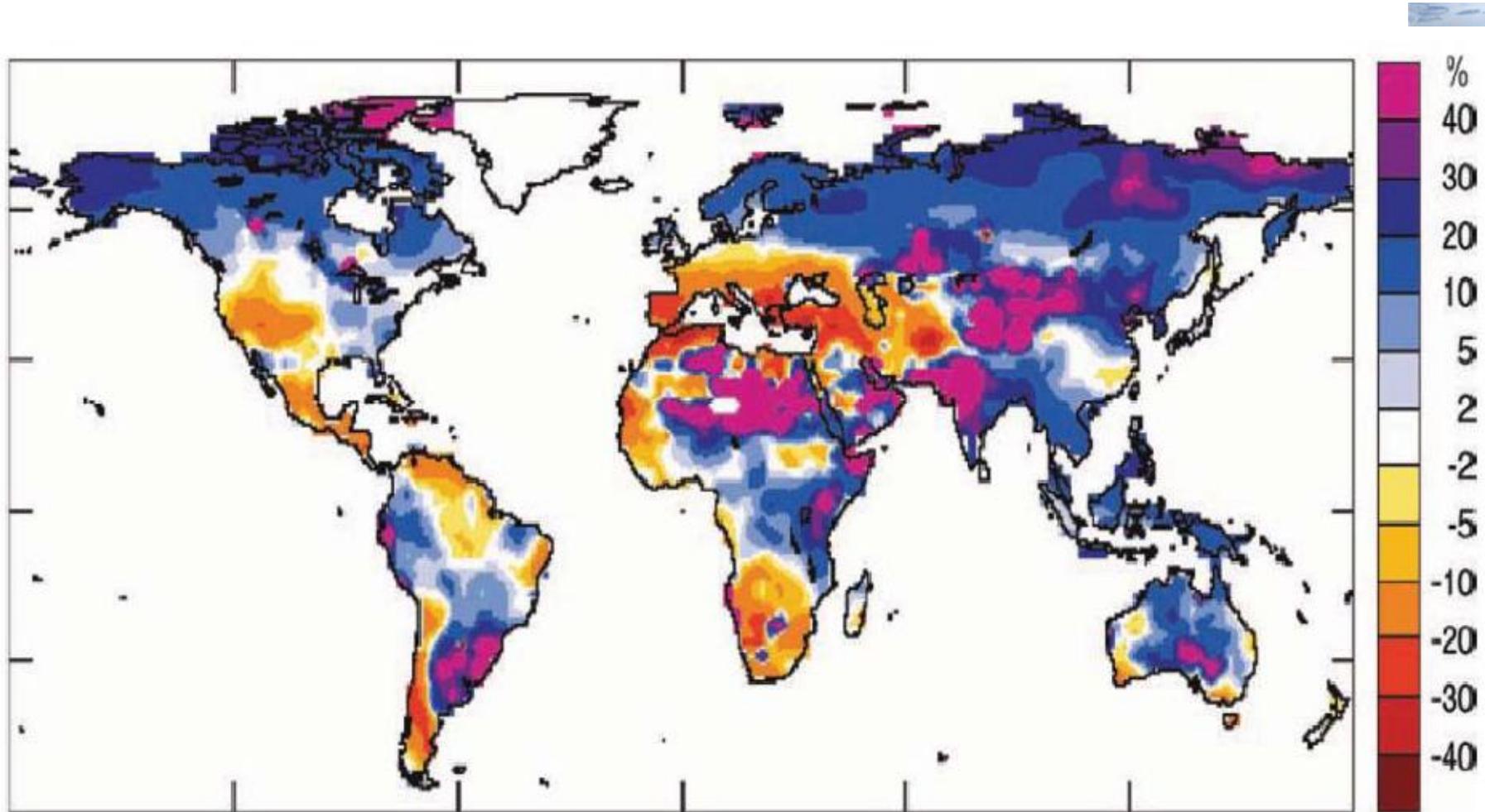
## Оценка числа людей, подвергающихся различным видам риска, в 2080 году



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.)



# Изменения в условной продуктивности, обусловленные климатическими условиями.

Аридный сценарий - прогноз на 2020 г.

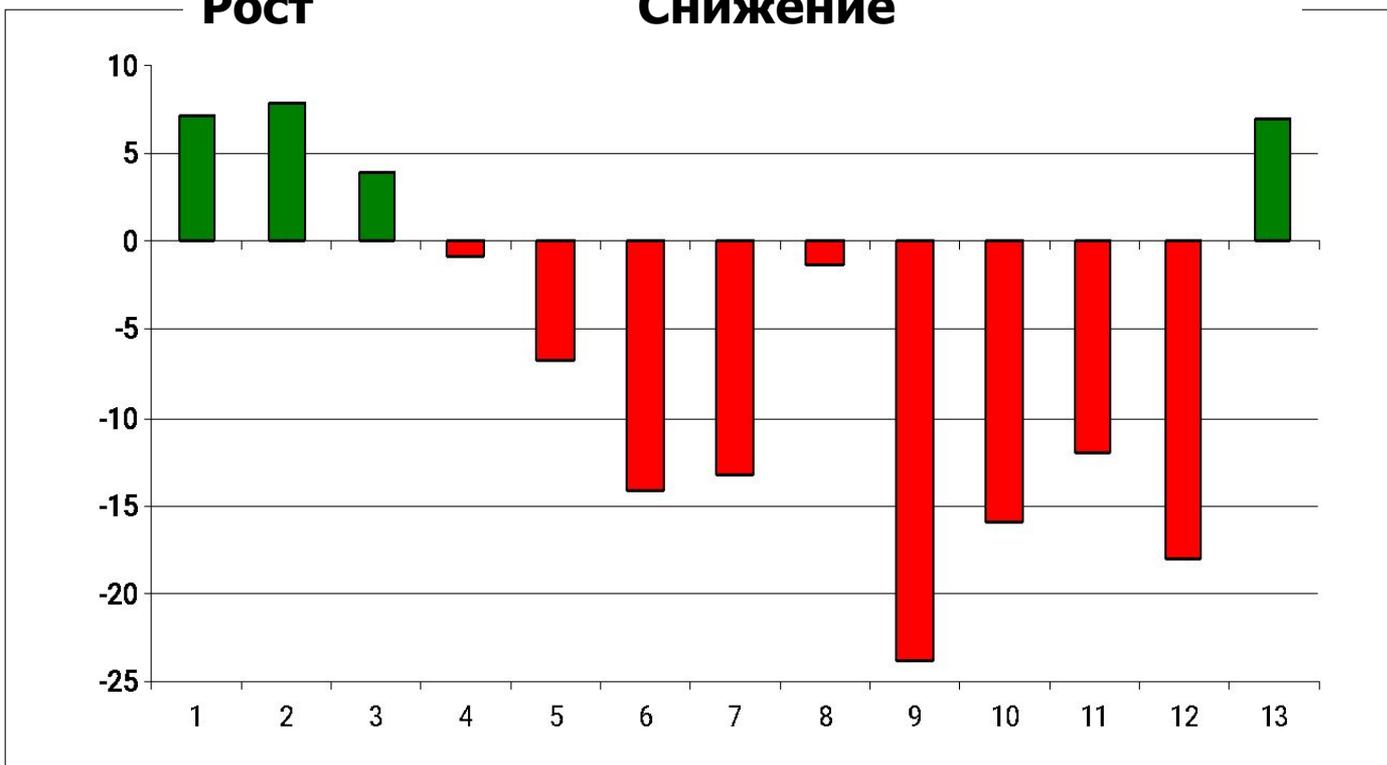
Гумидный сценарий - прогноз на 2030 г.

(вопрос лишь в сроках негативного воздействия более частых засух)  
в процентах от уровня 2005 г.

## Зерновые культуры

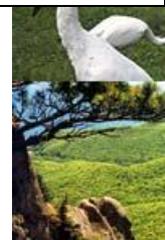
Рост

Снижение



### 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.



## Вулканы: краткосрочное влияние на температуру, не затрагивающее рост CO2

