

Современные изменения климата и их влияние на экосистемы



Кукарских Владимир Витальевич

Ст. науч. сотр. лаборатории дендрохронологии, к.б.н.

Наблюдаемые изменения



```
graph TD; A[Наблюдаемые изменения] --> B[Причины и доказательства]; B --> C[Общие воздействия на виды и экосистемы]; C --> D[Примеры];
```

Причины и доказательства

Общие воздействия на виды и экосистемы

Примеры

Определения

Погода – текущее состояние атмосферы

Климат – многолетний режим погоды

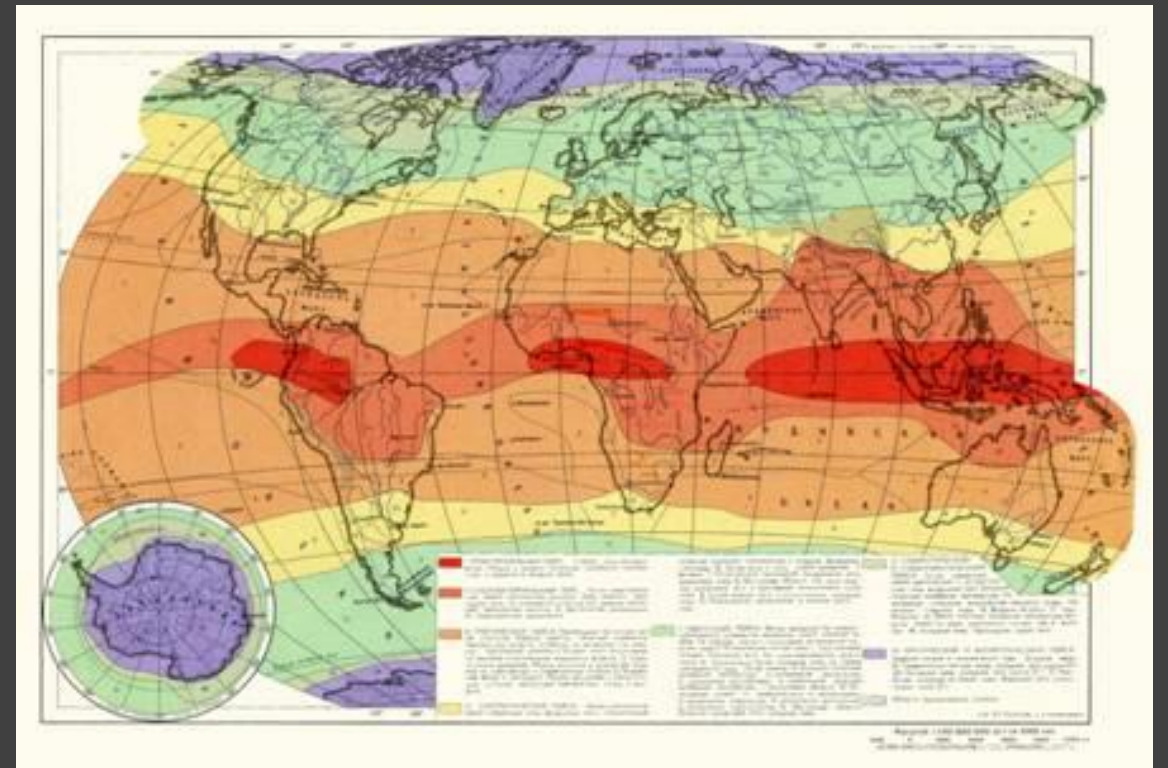
САМЫЙ ТОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ПОГОДЫ

ПРОГНОЗ ПОГОДЫ НА ЗАВТРА:

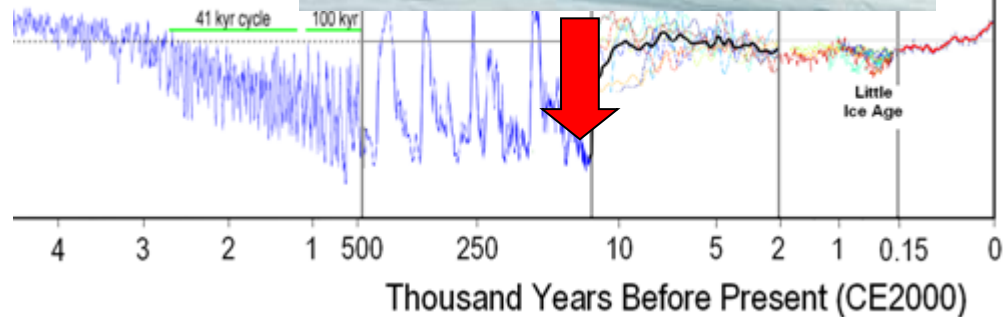
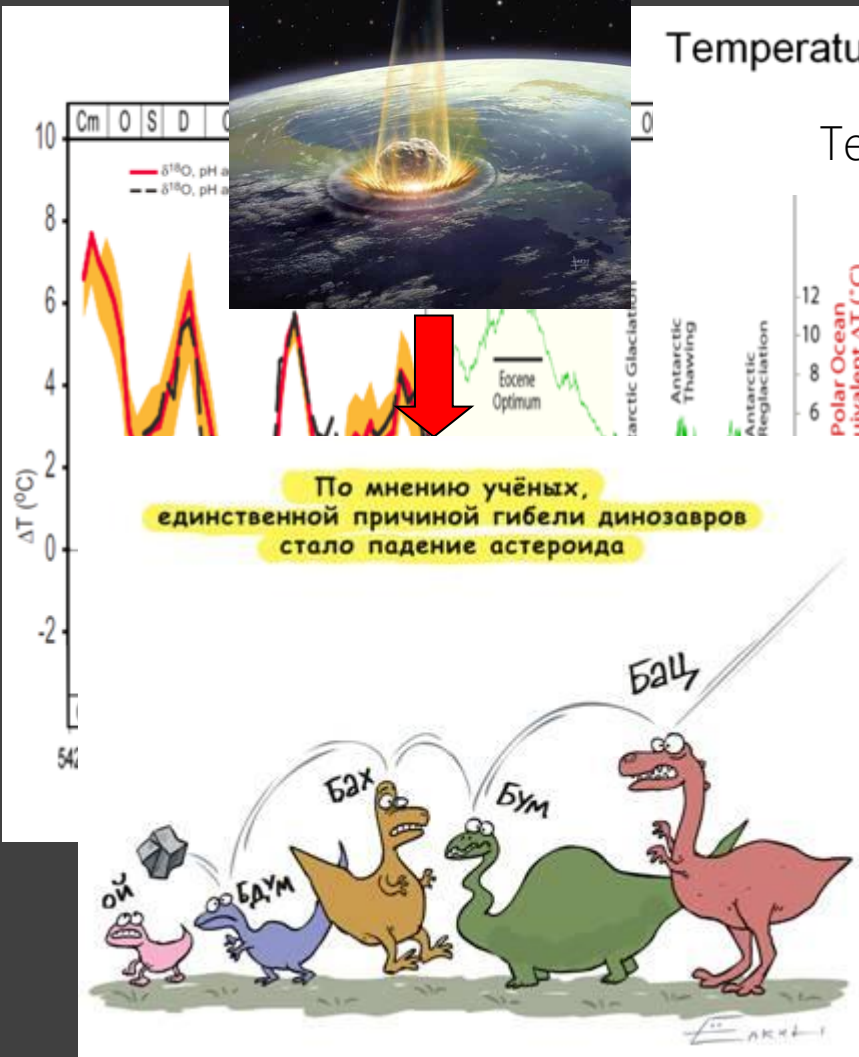
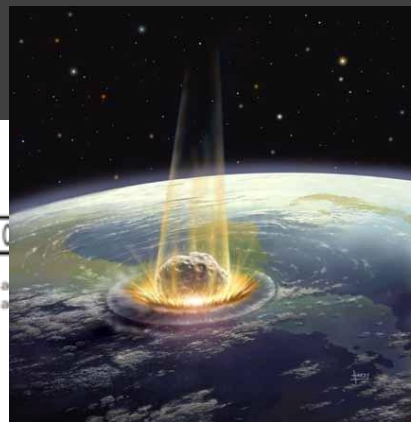
МИНСК	-2°...+СНЕГ
МОСКВА	-5°...+10°
ВАРШАВА	-1°...+20°
РИГА	0°...+40°
КИЕВ	-25°...+25°

www.kotvas.by
e-mail: kotvas@mail.by

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ МАСТЕРСКАЯ «КОТОВАСЯ»
© Михаил Художников

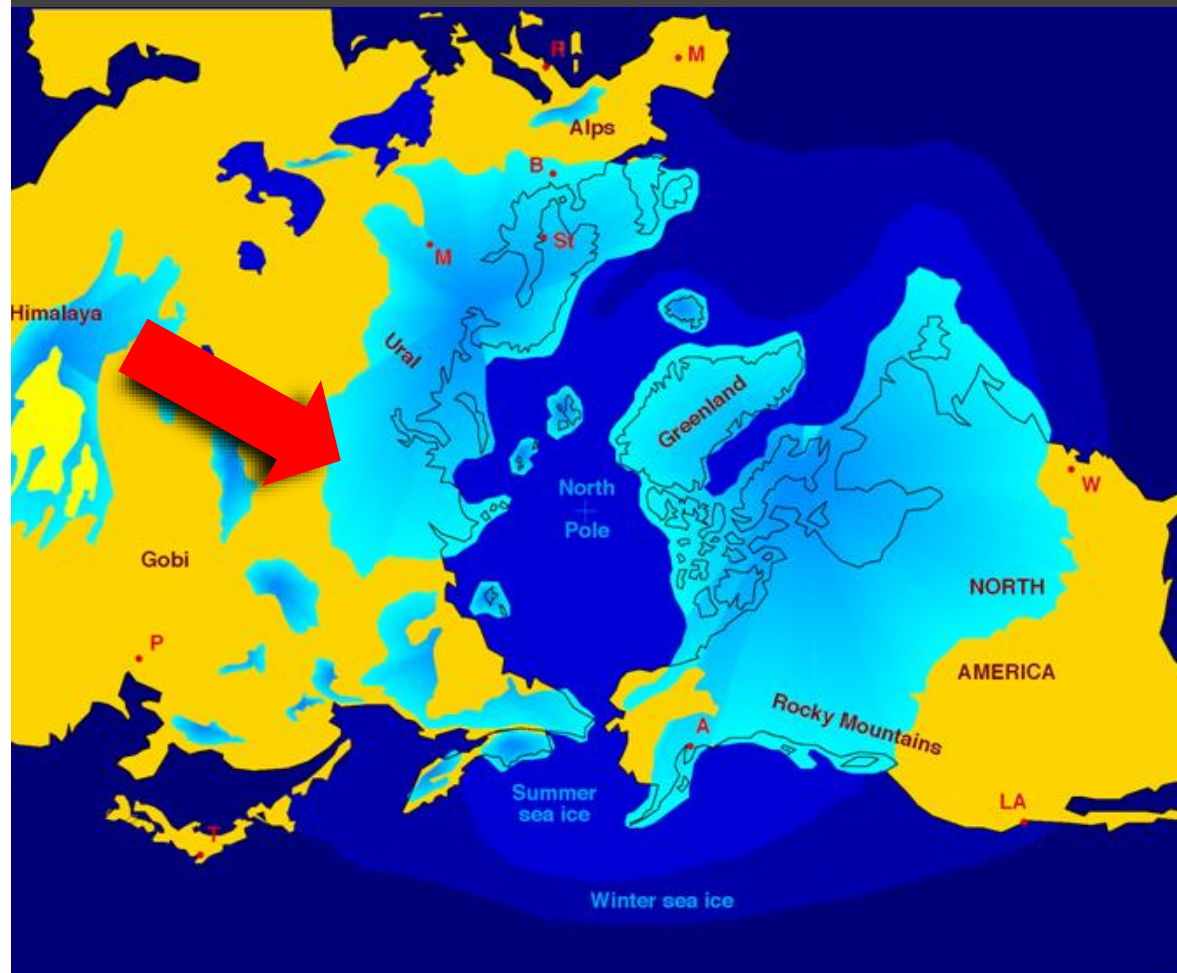
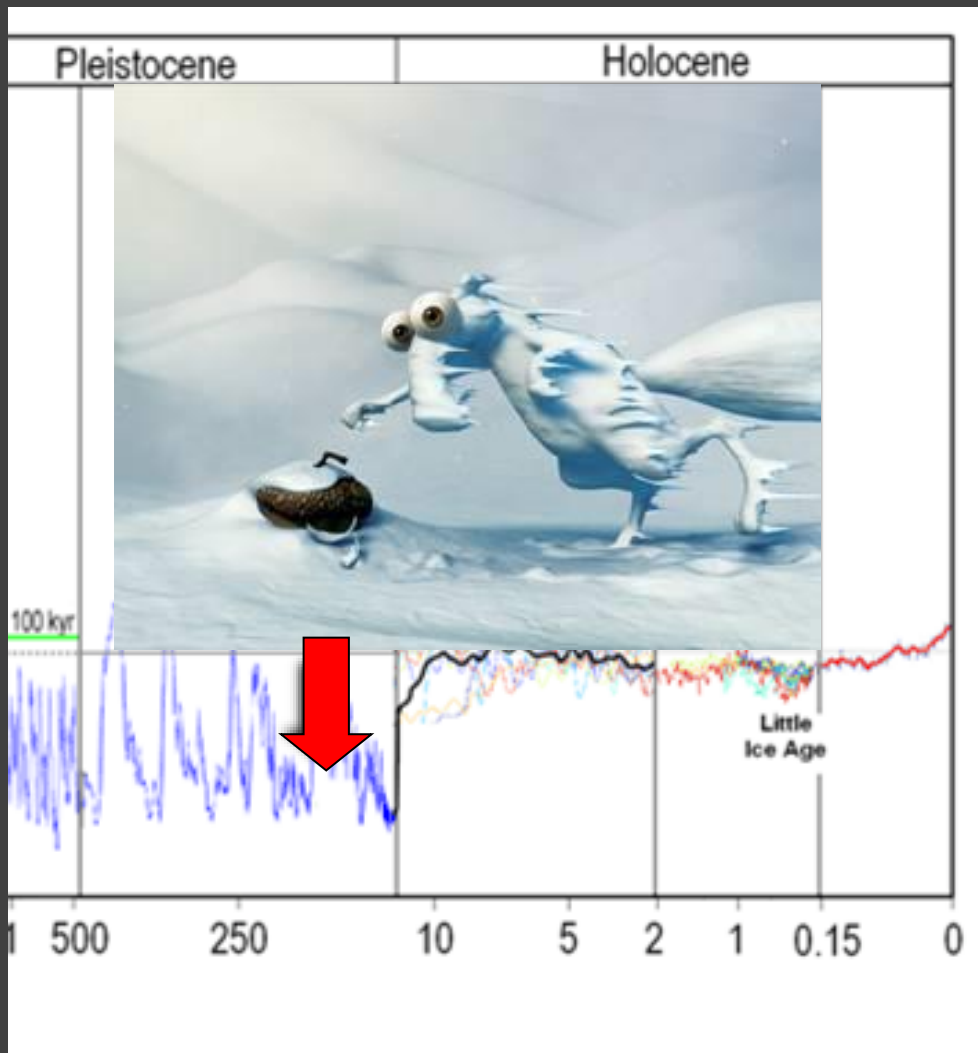


«Дела давно минувших дней..»

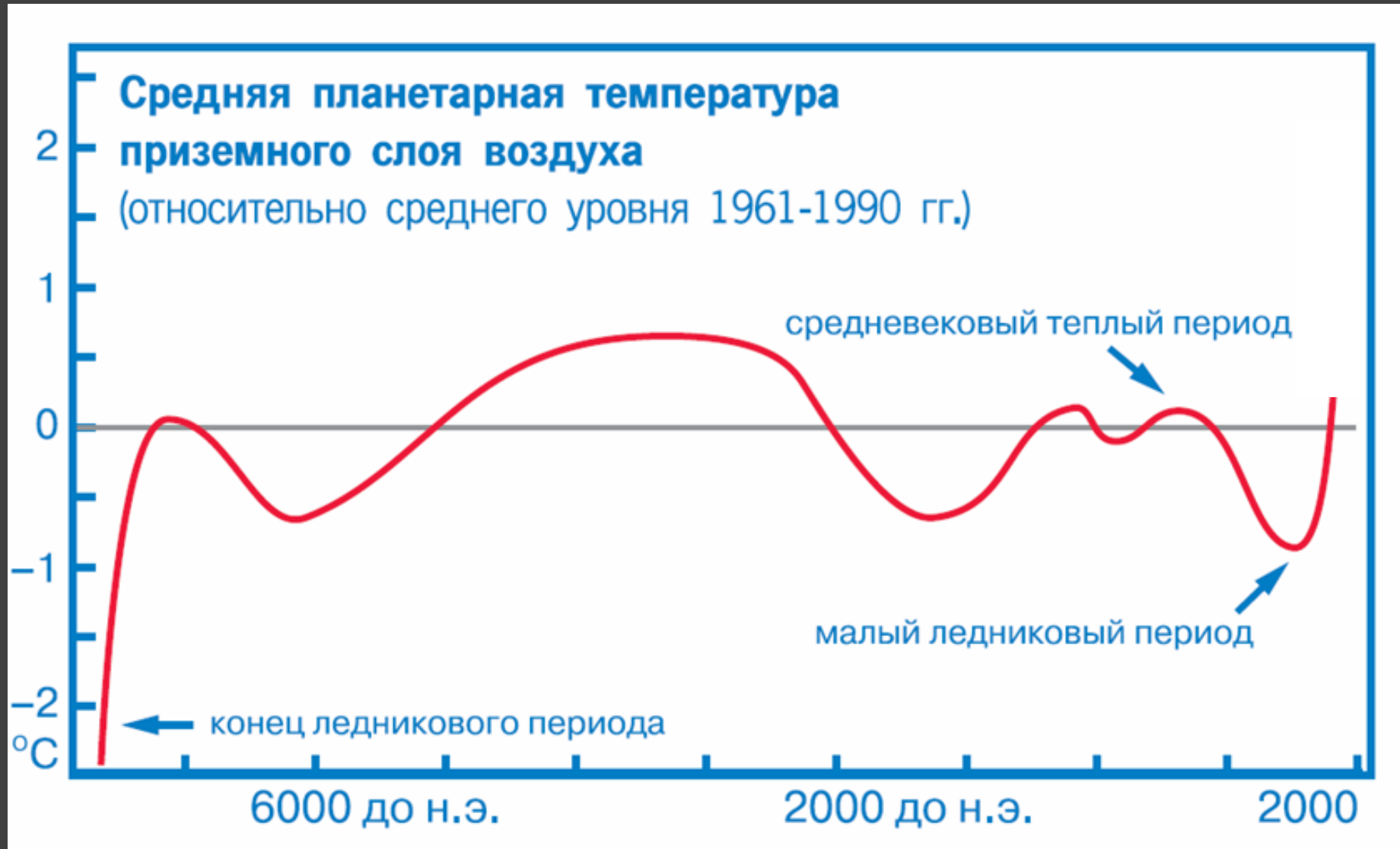


тысячи лет назад

Последнее оледенение (18 тыс. лет назад)



Недалекое прошлое



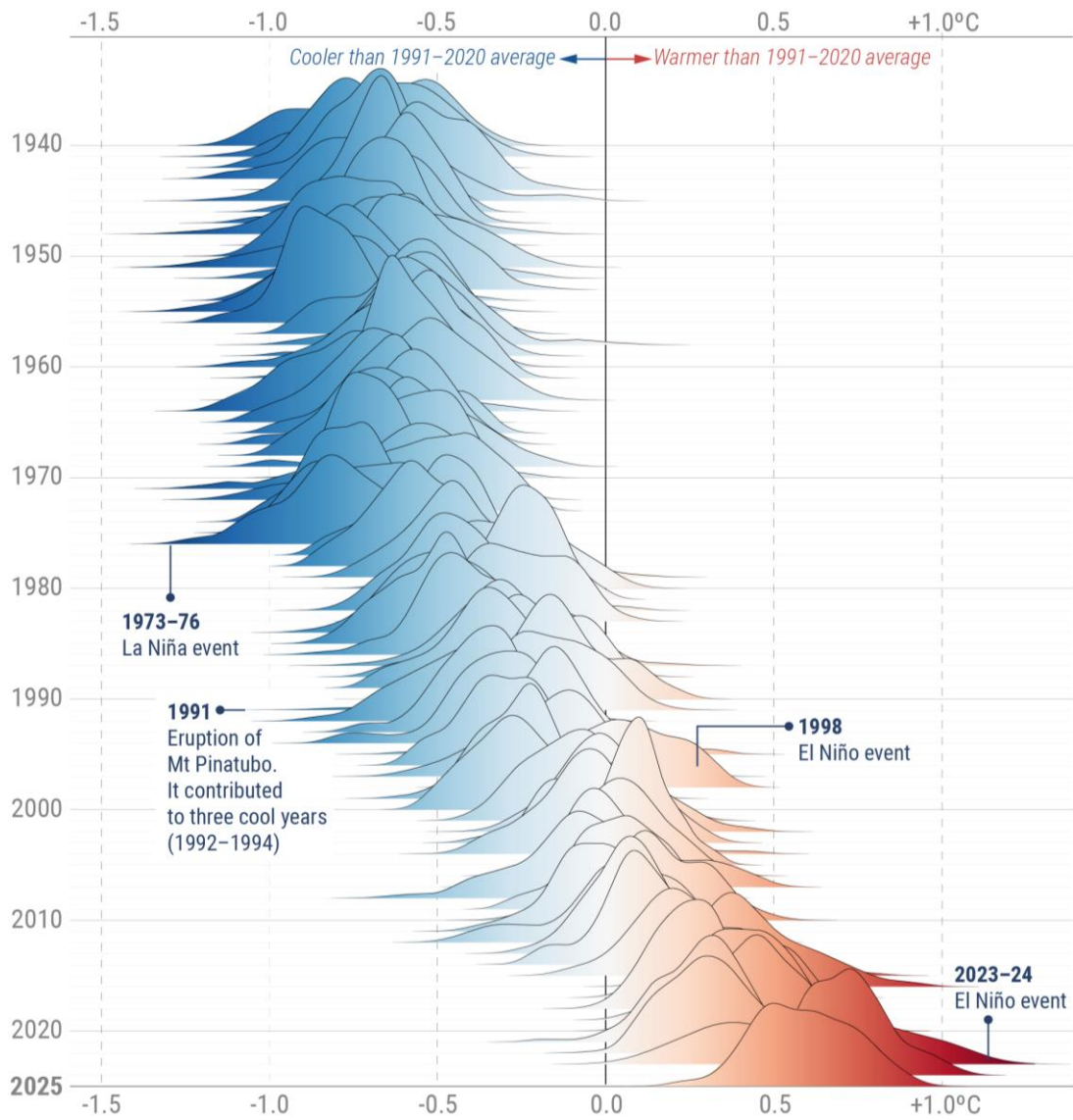
Цитируется по: UNEP, Climate Change, Information Kit, 2001,
www.unep.org

Изменения климата

Под «**Современным изменением климата**» понимается резкое и статистически значимое отклонение климатической системы Земли (температуры, осадков, уровня моря и т.д.) от естественных колебаний, происходящее с середины XX века и вызванное преимущественно антропогенными факторами

2025 continues the shift towards higher global temperatures

Distribution of daily global surface air temperature anomalies (°C) from 1940 to 2025

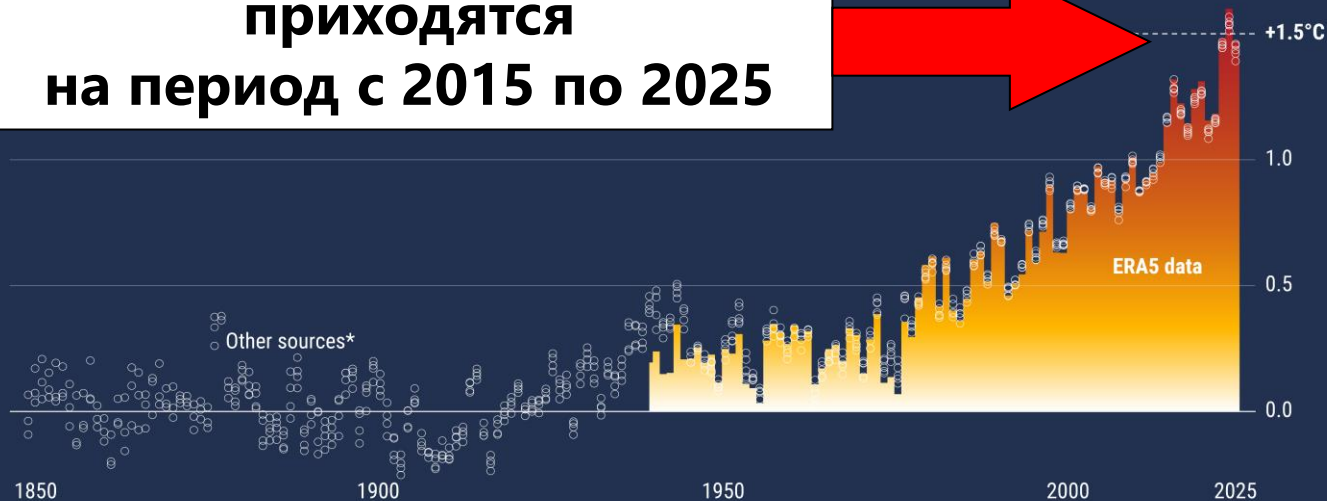


Современное состояние

**11 самых жарких лет
приходятся
на период с 2015 по 2025**

according to ERA5

pre-industrial level



*Other sources comprise JRA-3Q, GISTEMPv4, NOAA GlobalTempv6, Berkeley Earth, HadCRUT5.
Reference period: pre-industrial (1850-1900) • Credit: C3S/ECMWF



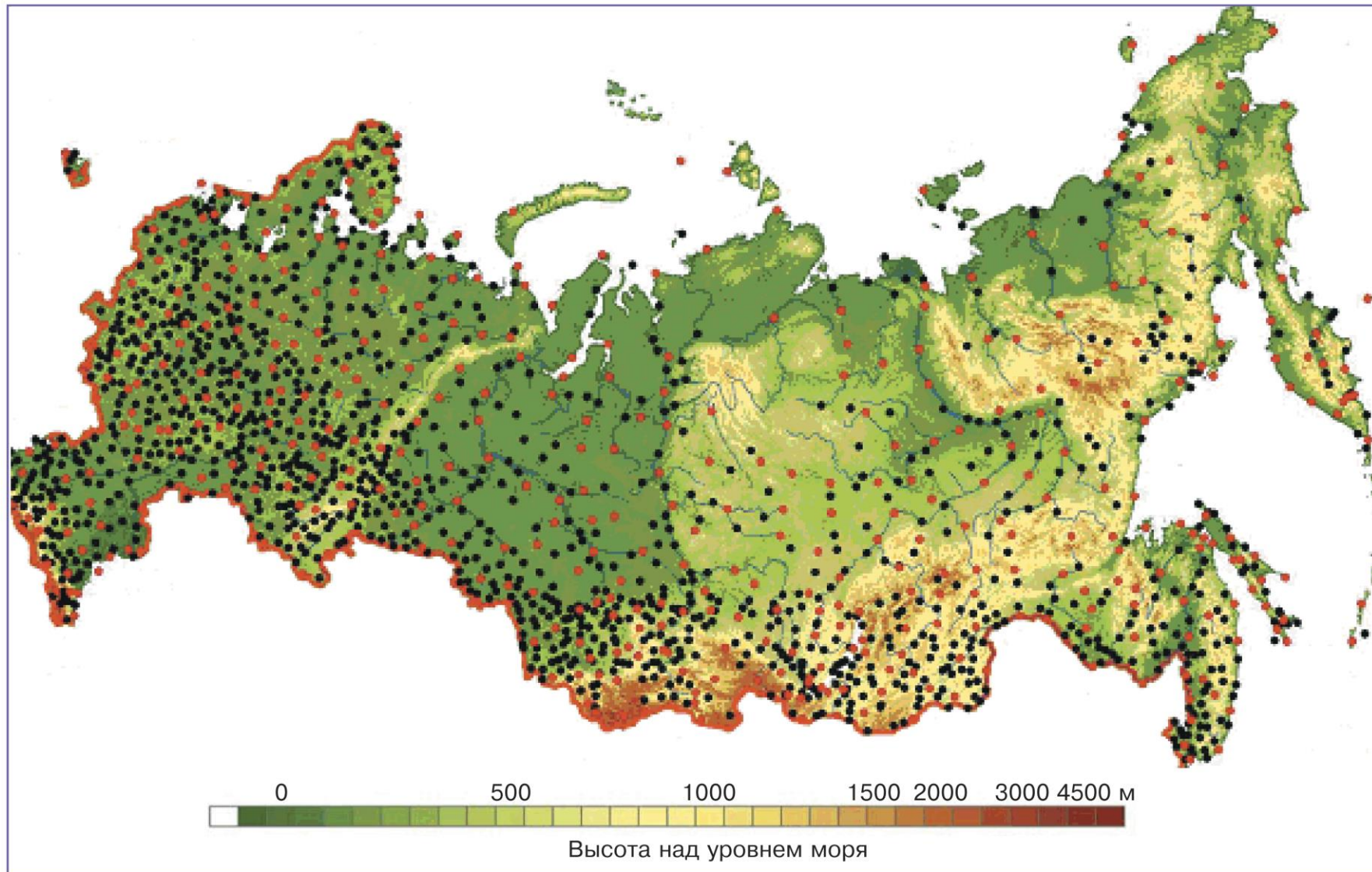
PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY

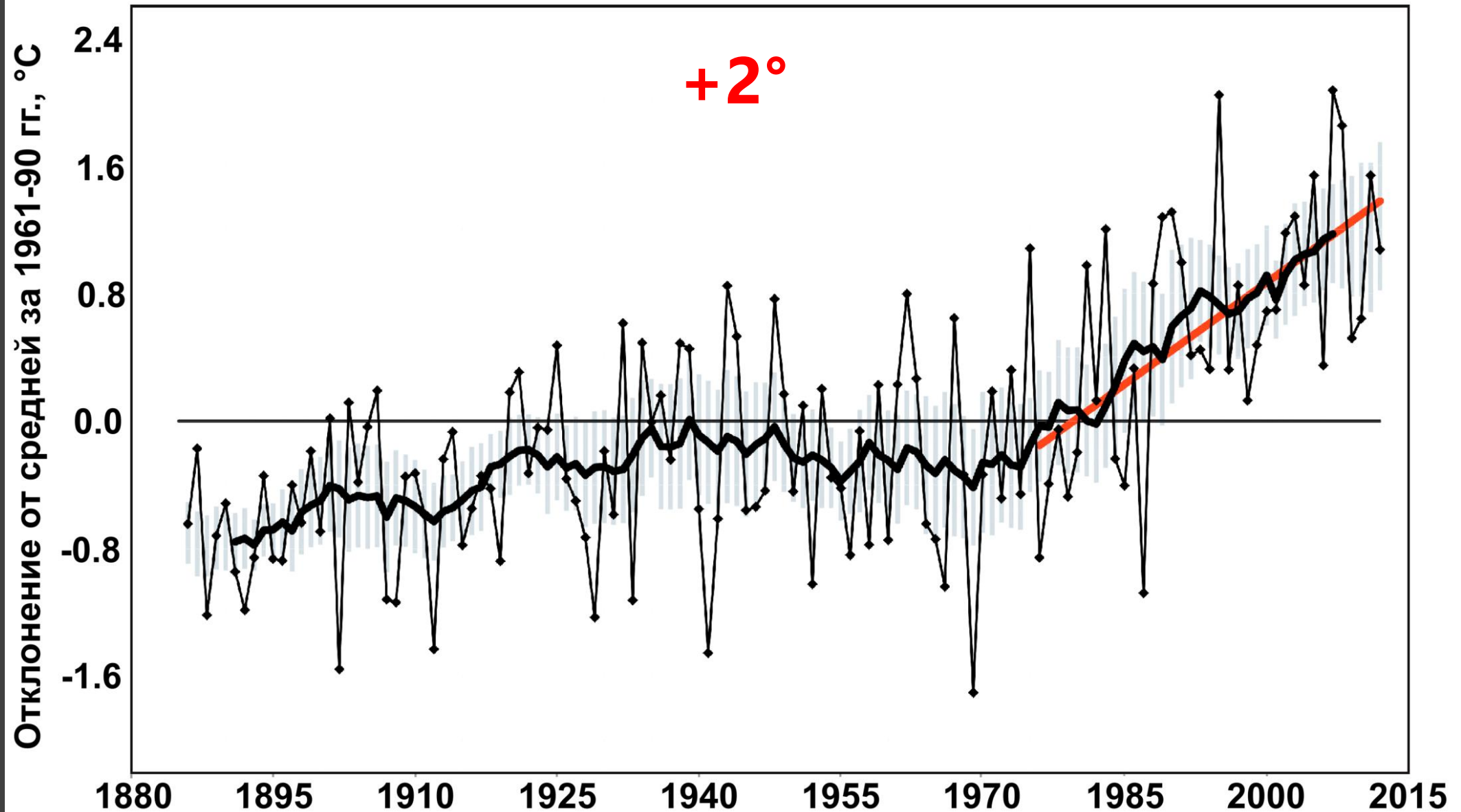


«Широка страна моя родная...»

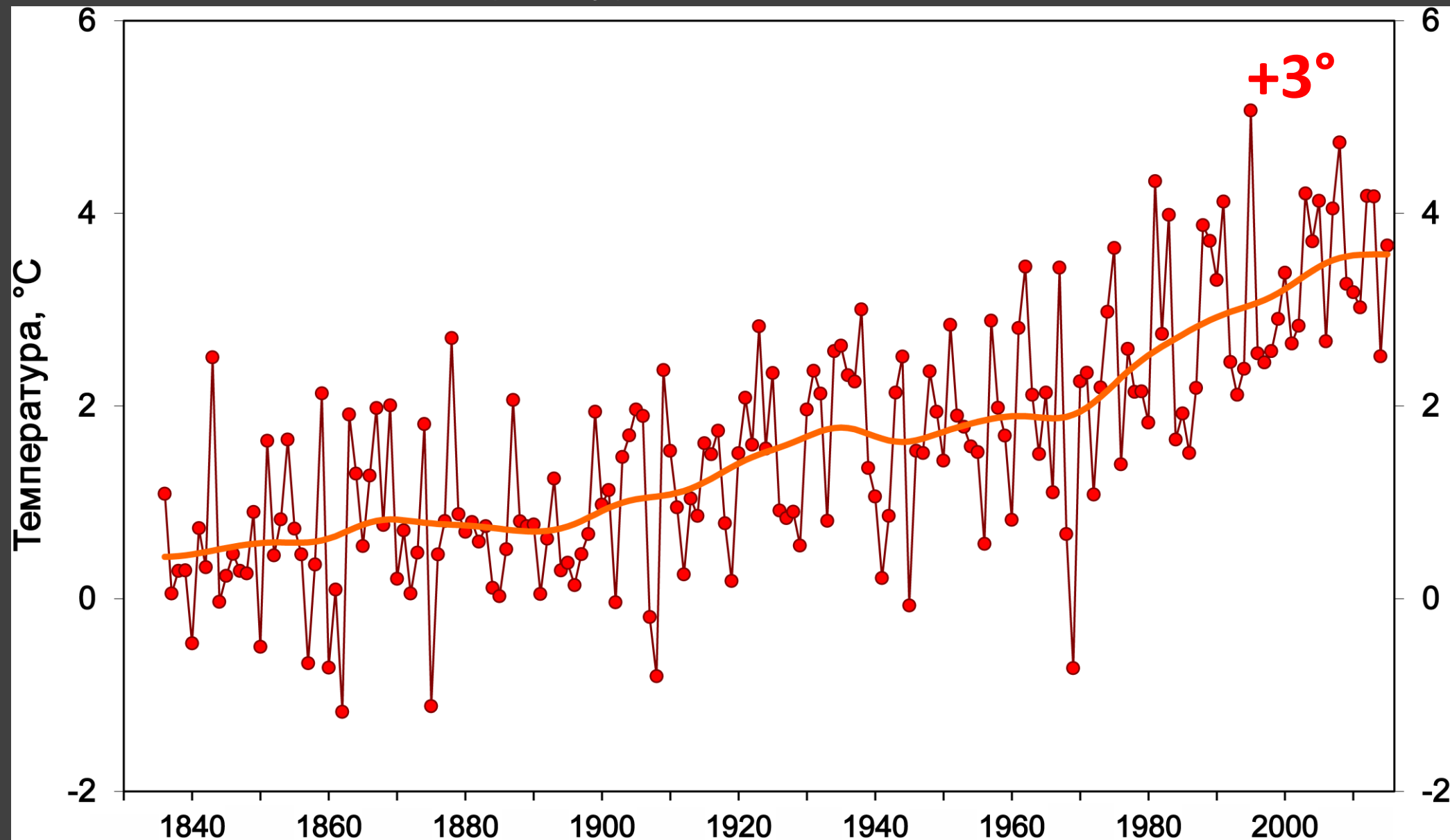


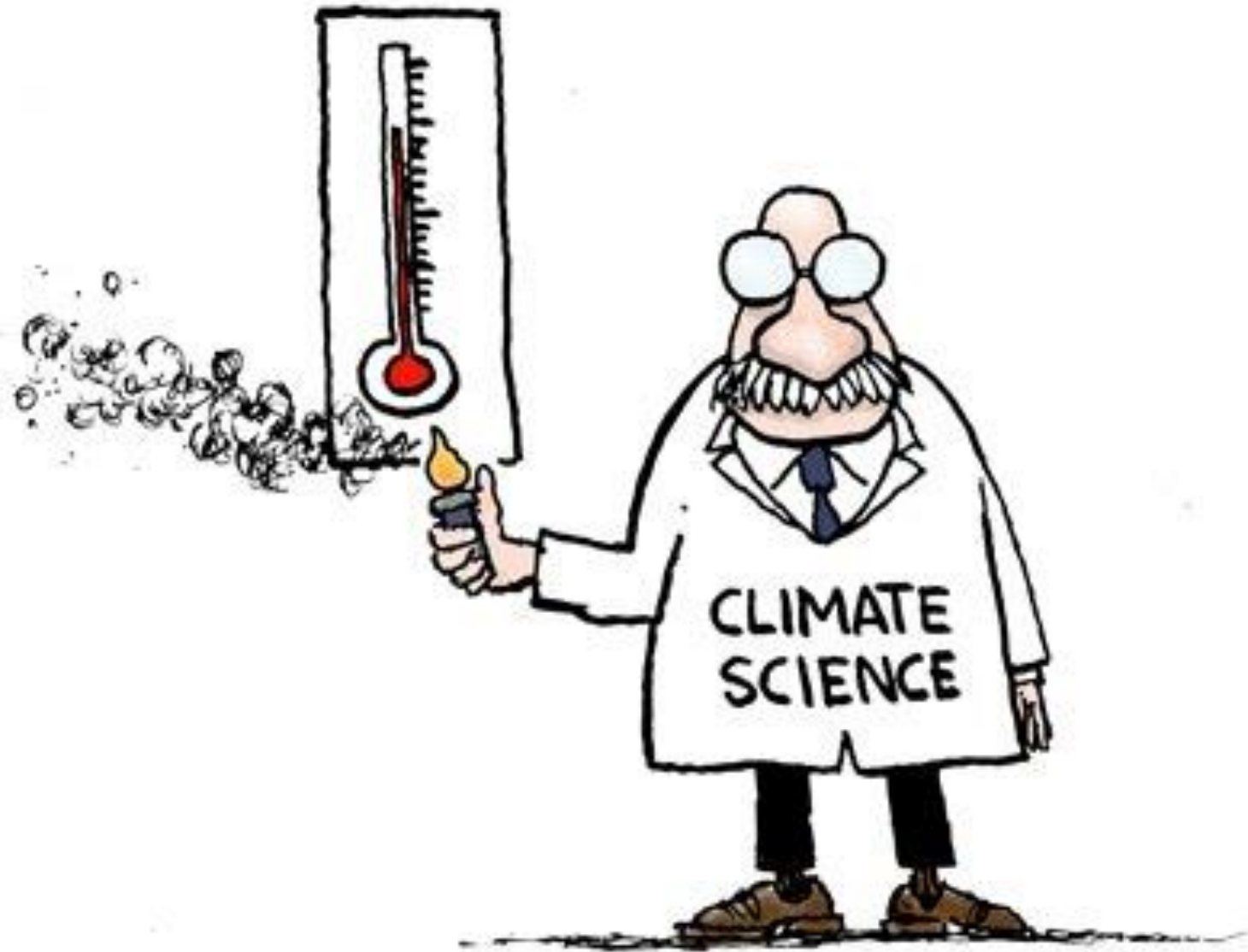
Основная наземная метеорологическая сеть Росгидромета, насчитывающая 1627 пунктов наблюдений, включает 454 реперные станции (красные кружки).

Изменения среднегодовой температуры воздуха в России за последние 130 лет



Изменения среднегодовой температуры воздуха в Екатеринбурге за последние 170 лет





AN INCONVENIENT TRUTH

Как скептики видят глобальное потепление



Я вижу это в воде,
Я вижу это в земле...

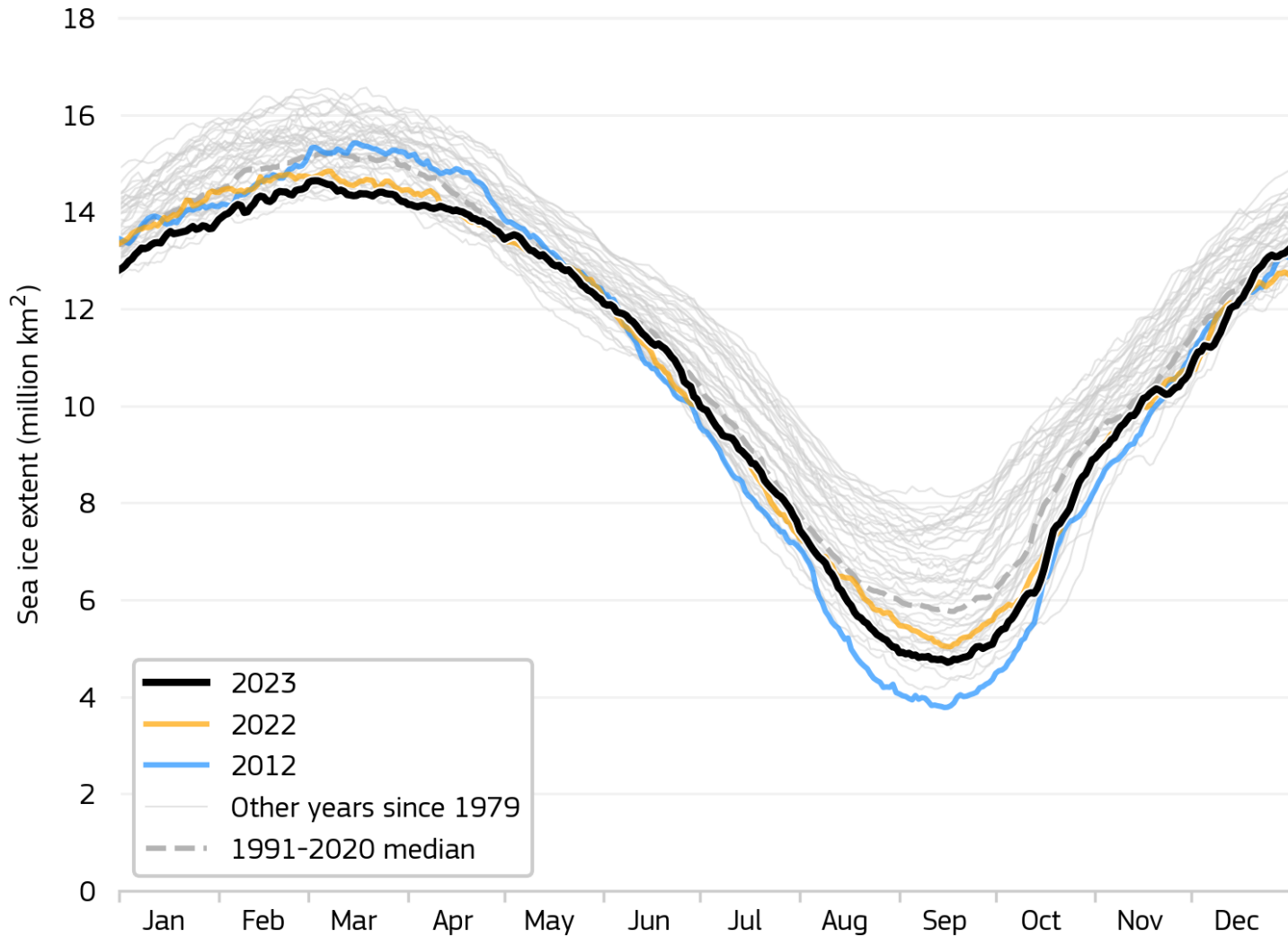


«Между нами тает лёд...»

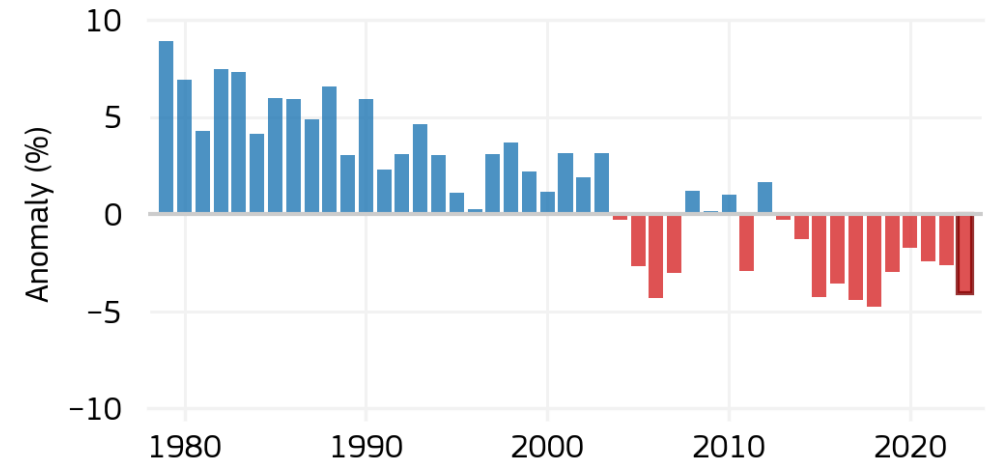


Площадь морского льда

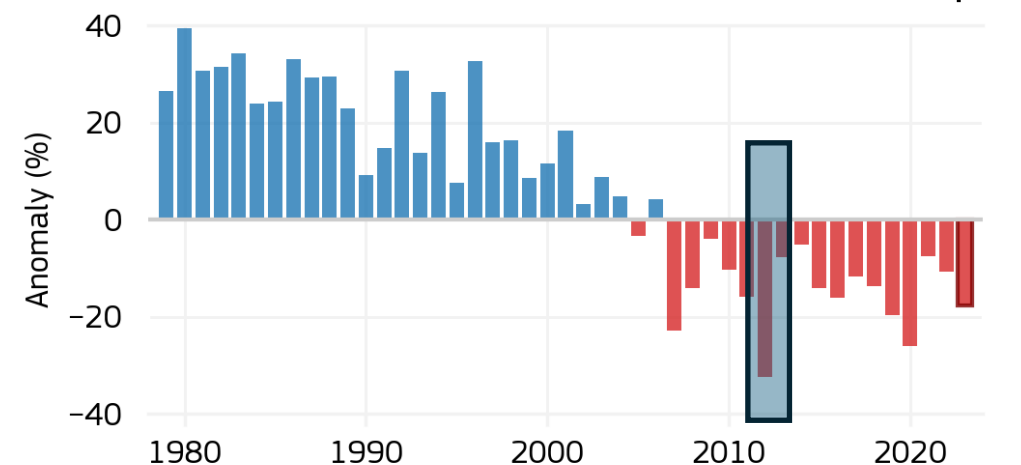
Дневная динамика площади льда



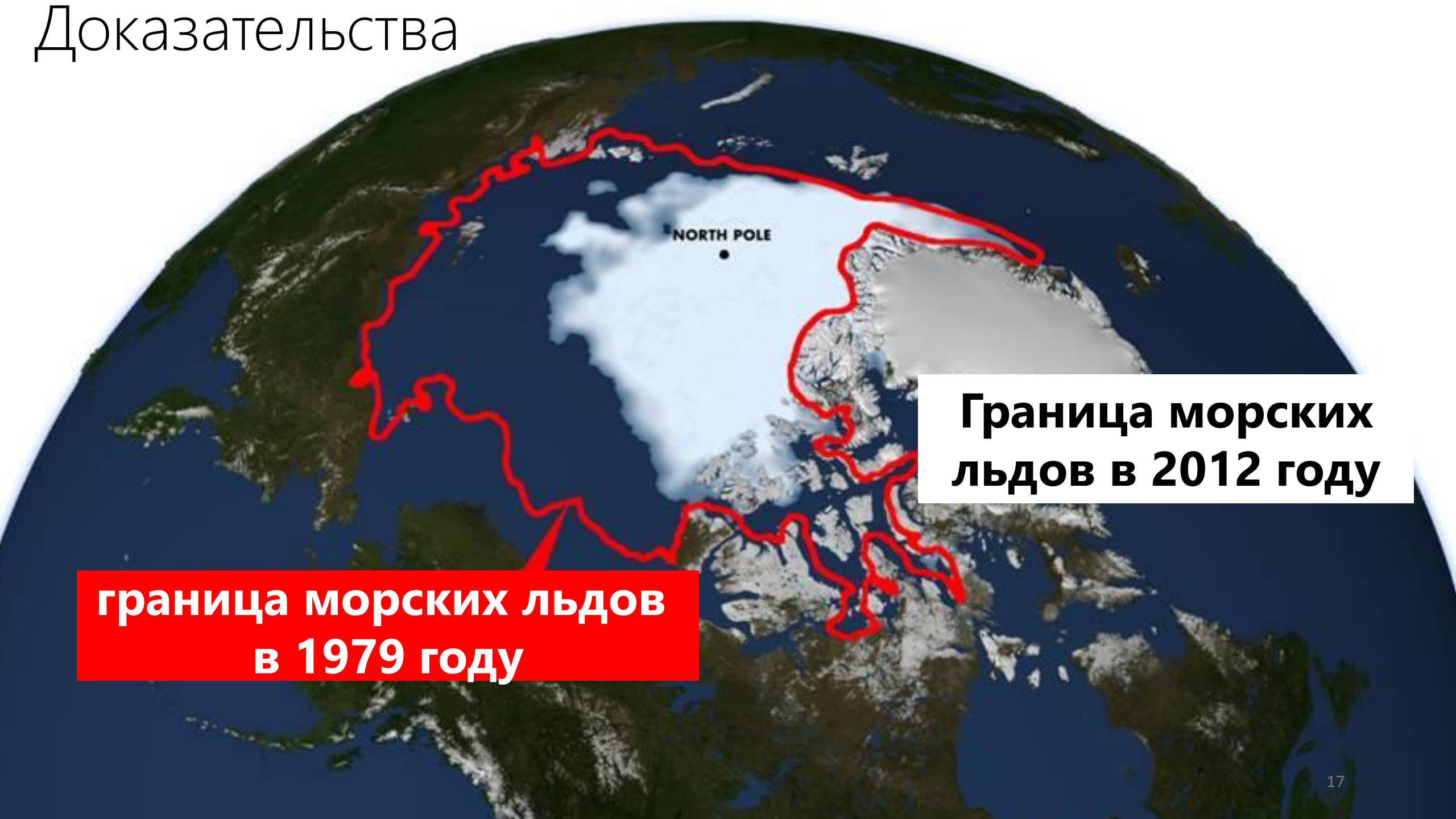
Отклонения в площади льда, март



Отклонения в площади льда, сентябрь



Доказательства

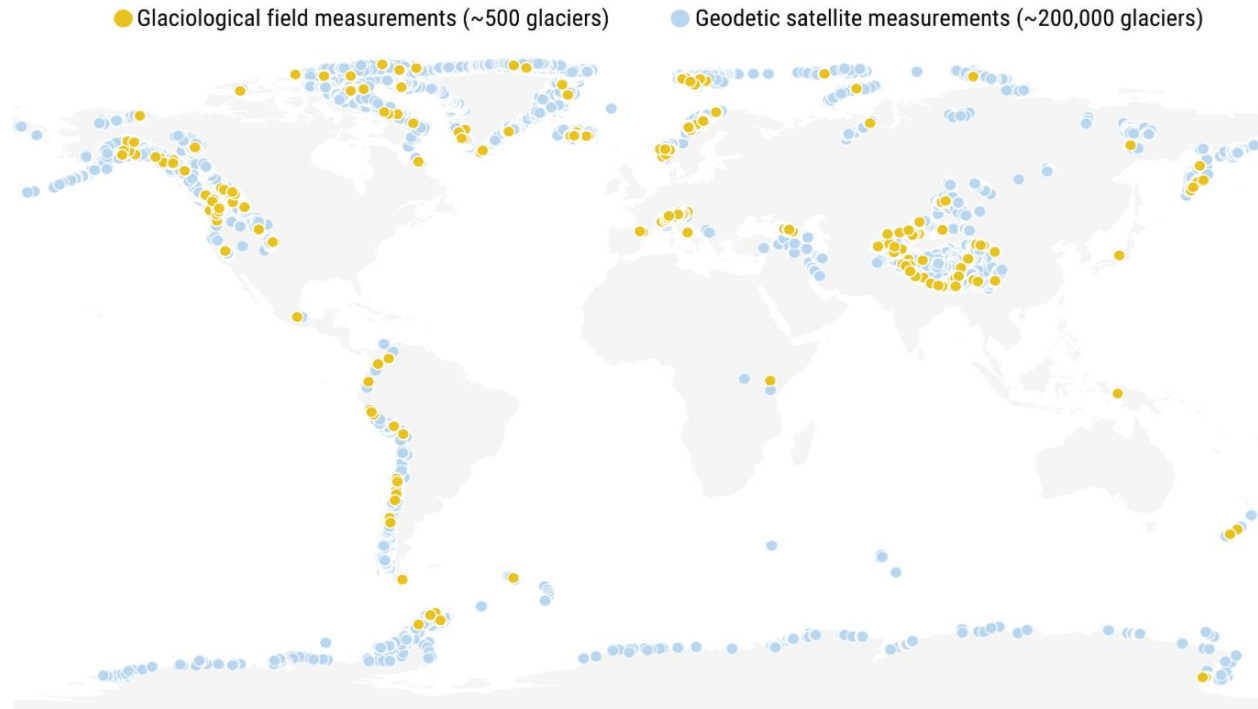


Граница морских льдов в 2012 году

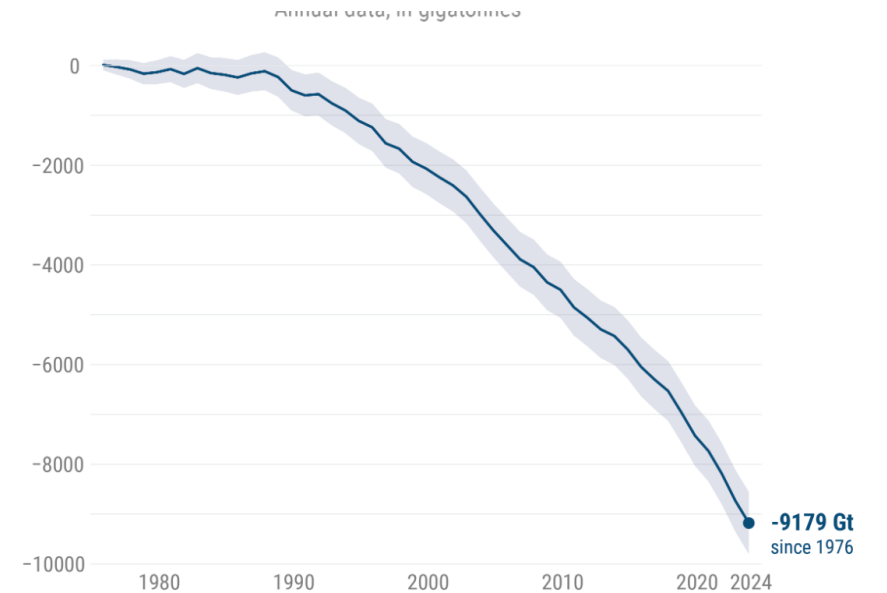
граница морских льдов в 1979 году

Доказательства

Сеть наблюдения за ледниками



Глобальное изменение массы ледников



PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY  ECMWF

Доказательства

McCarty Glacier - Alaska



Доказательства

Northwestern Glacier



Доказательства

Muir and Riggs Glaciers



Доказательства

Pedersen Glacier



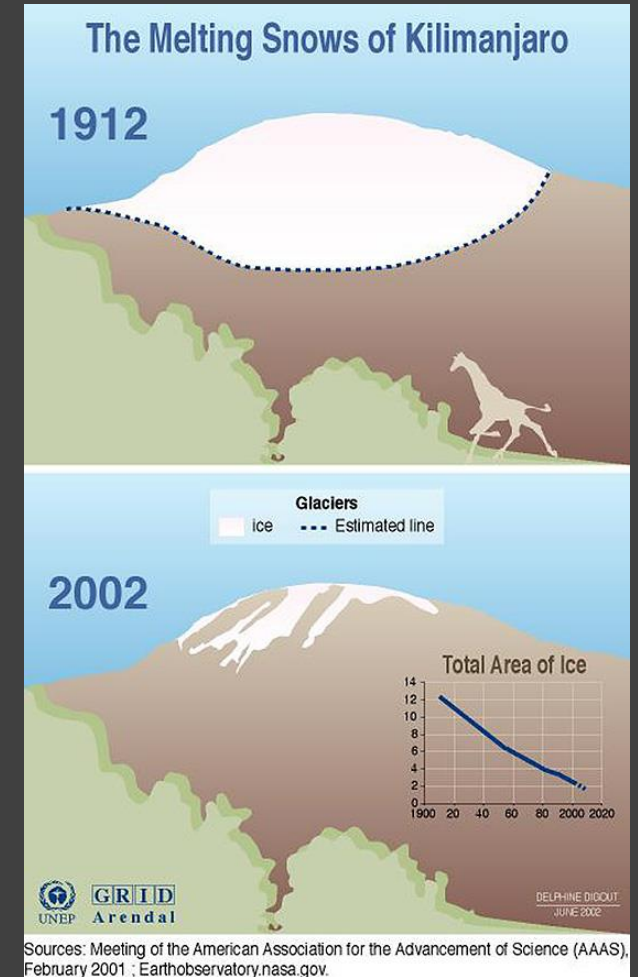
Доказательства

ледник Упсала в Аргентине



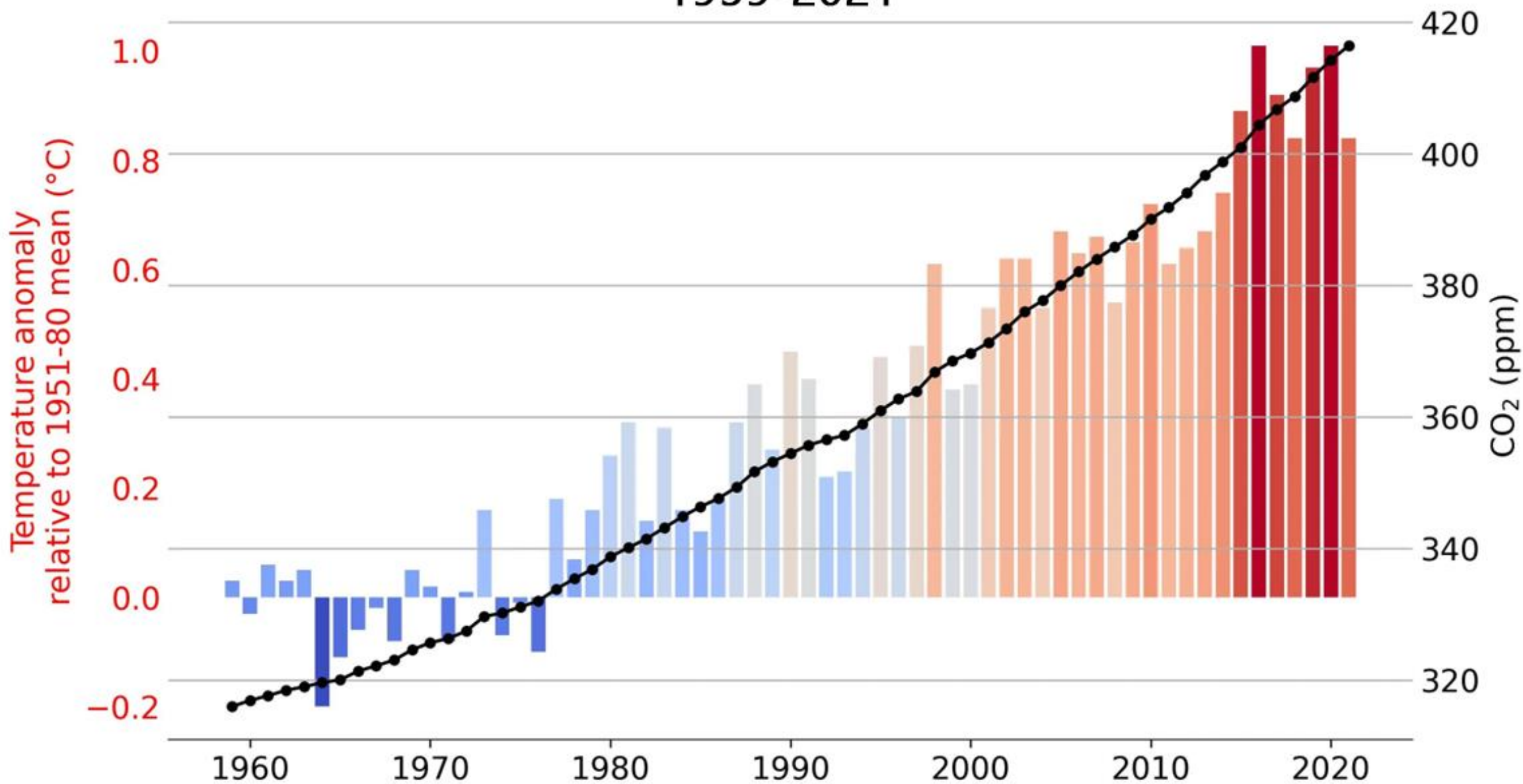
Доказательства

Черный континент, но сколько света -
Родина неистового лета,
А над ним краса земного шара.-
Вечные снега Килиманджаро
Николай Гумилев



Причины

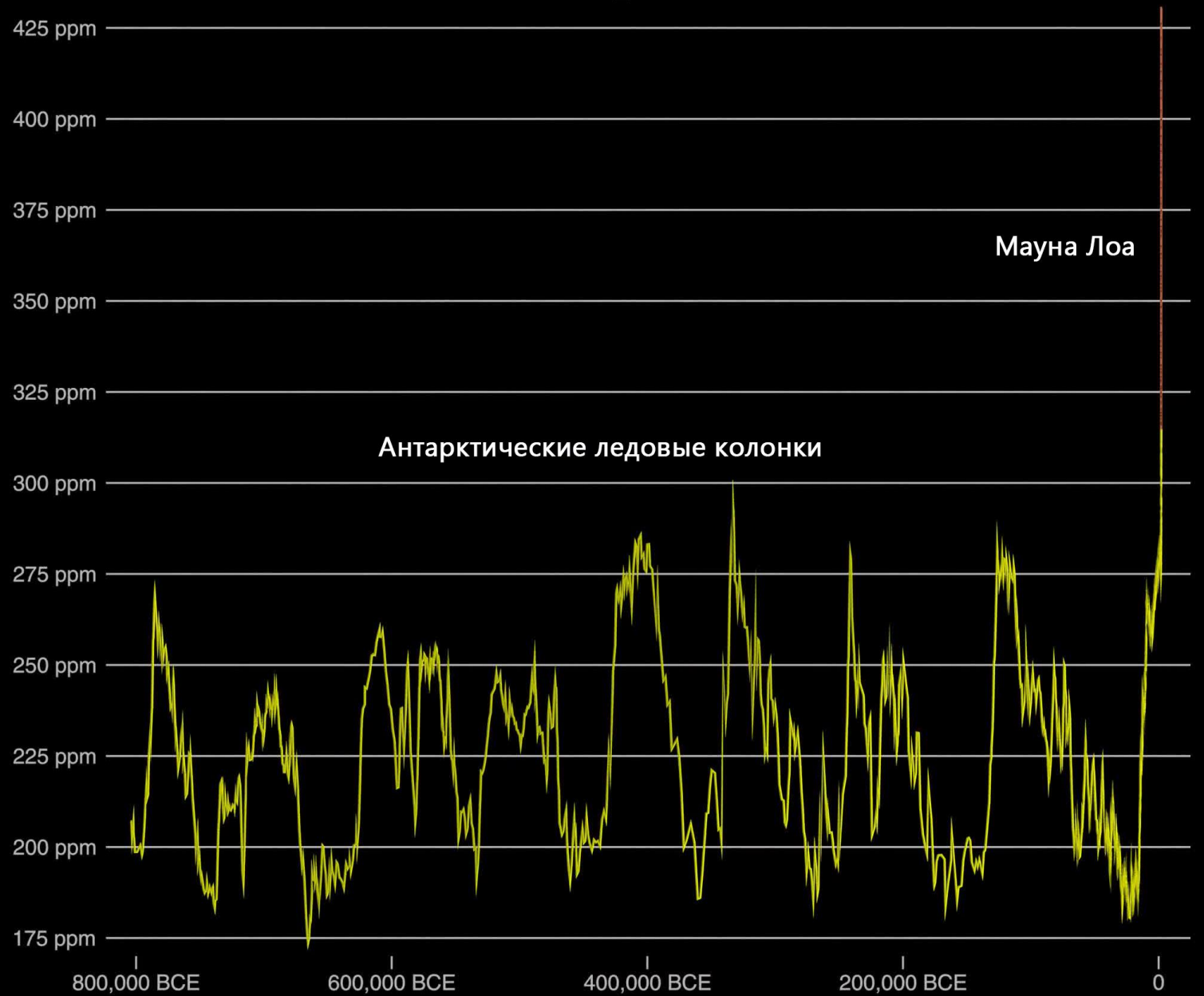
Отклонения глобальной температуры и концентрация CO₂ 1959-2021



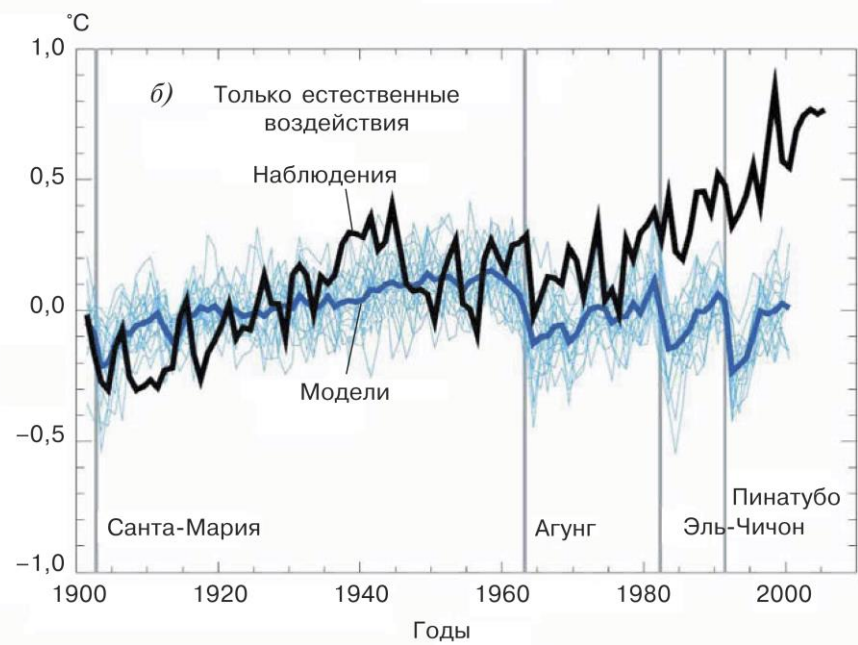
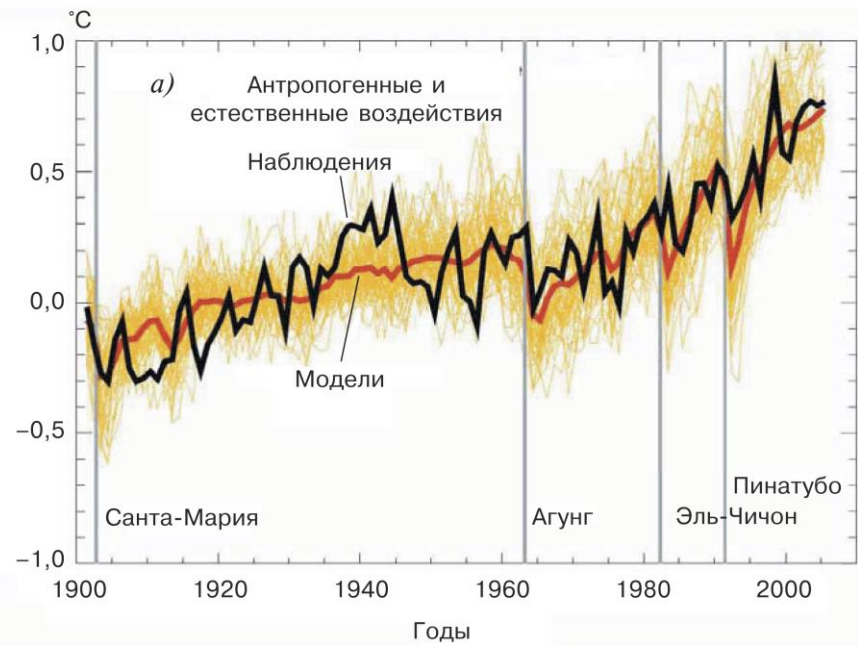
Концентрация CO₂ в атмосфере

Среднее значение за 2025 год
около **425,7–426,6 ppm**

На **52%** выше, чем в
доиндустриальный период
(280 ppm)



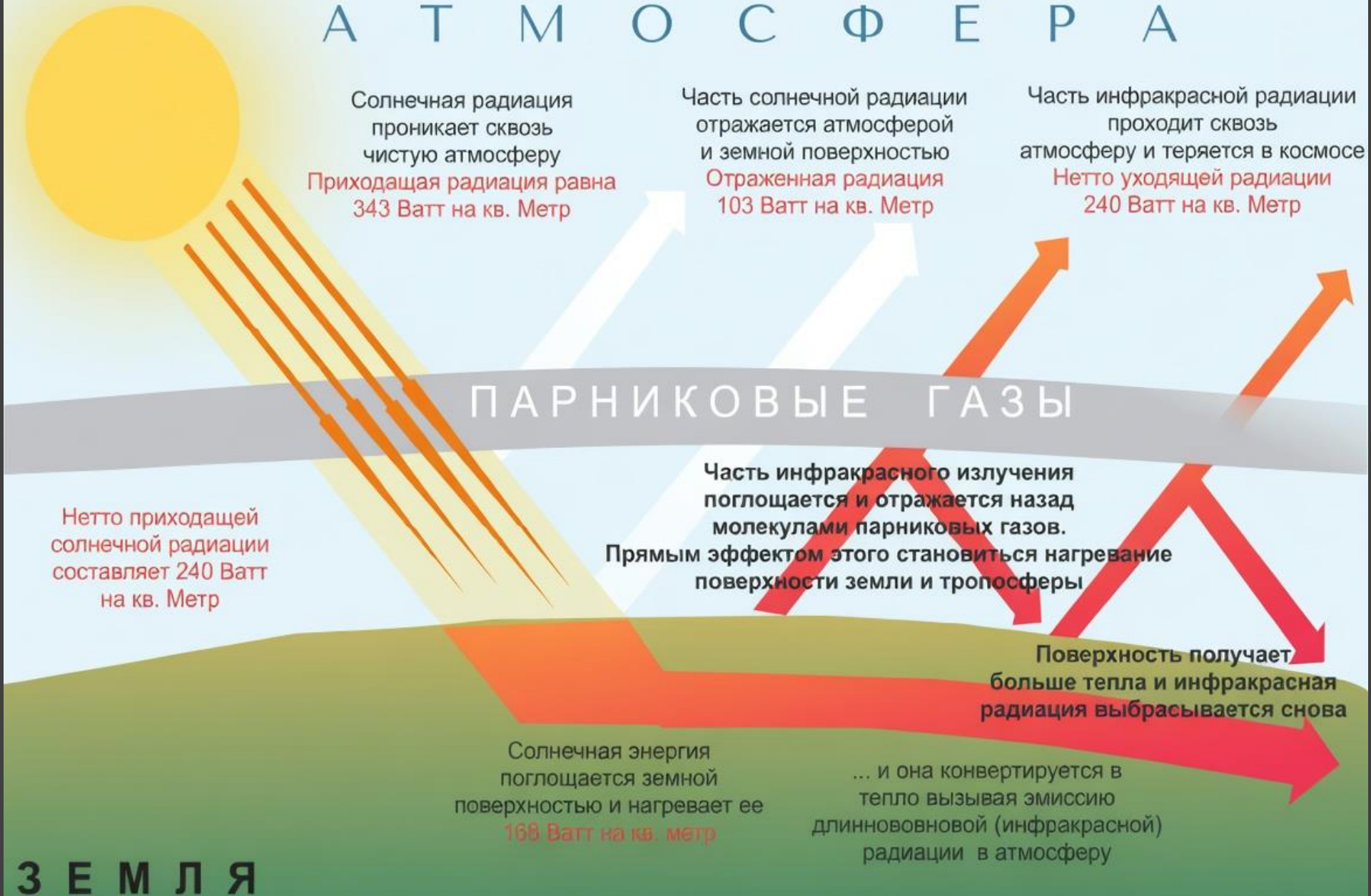
по данным NOAA



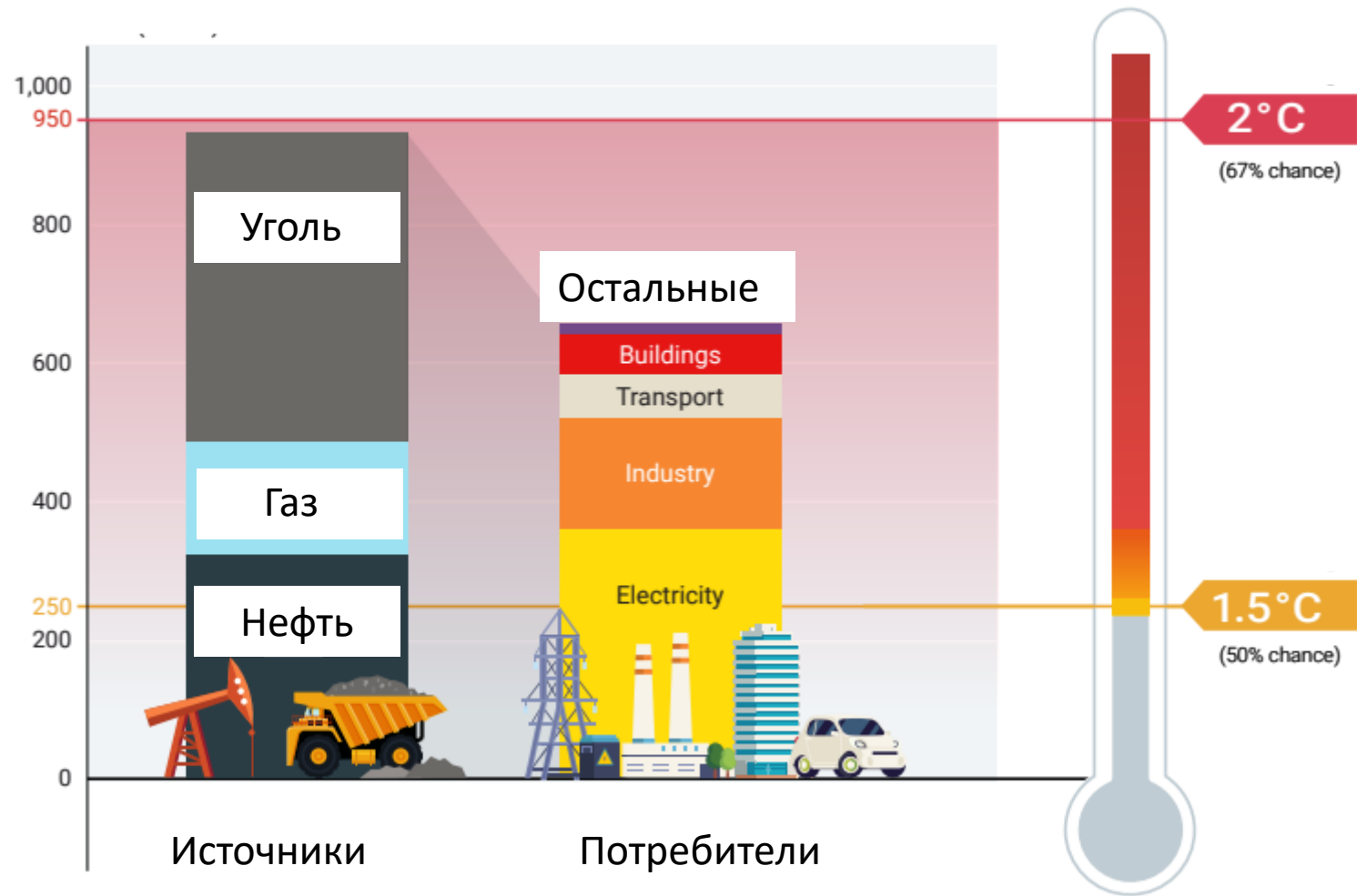
по данным IPCC, 2021

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

А Т М О С Ф Е Р А

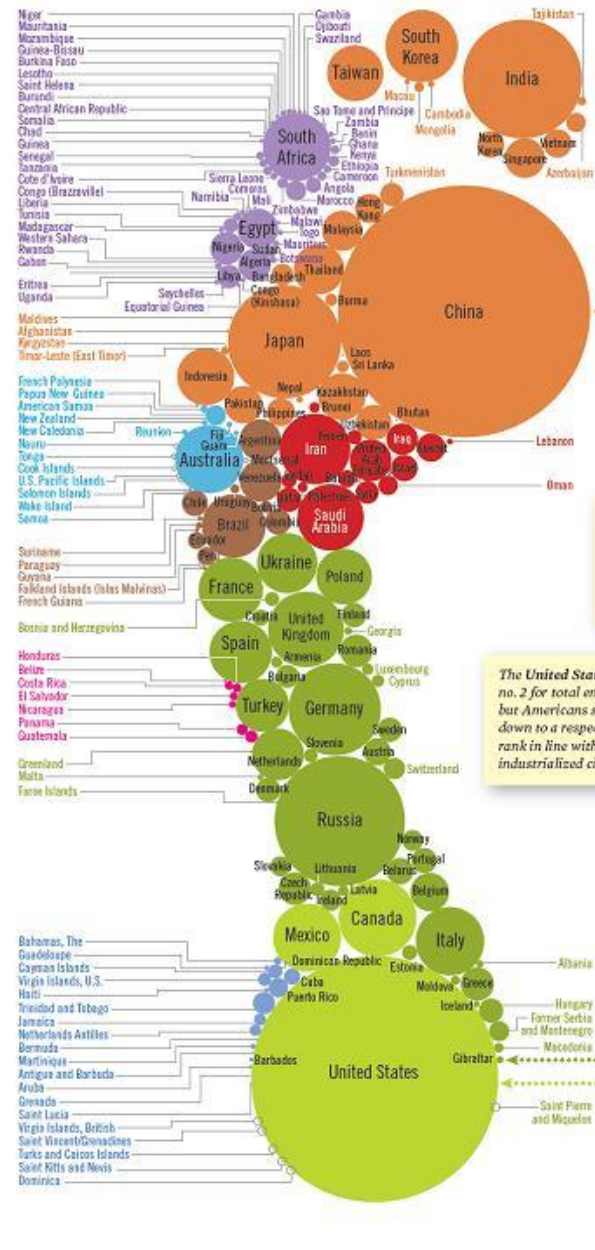


Выбросы CO₂

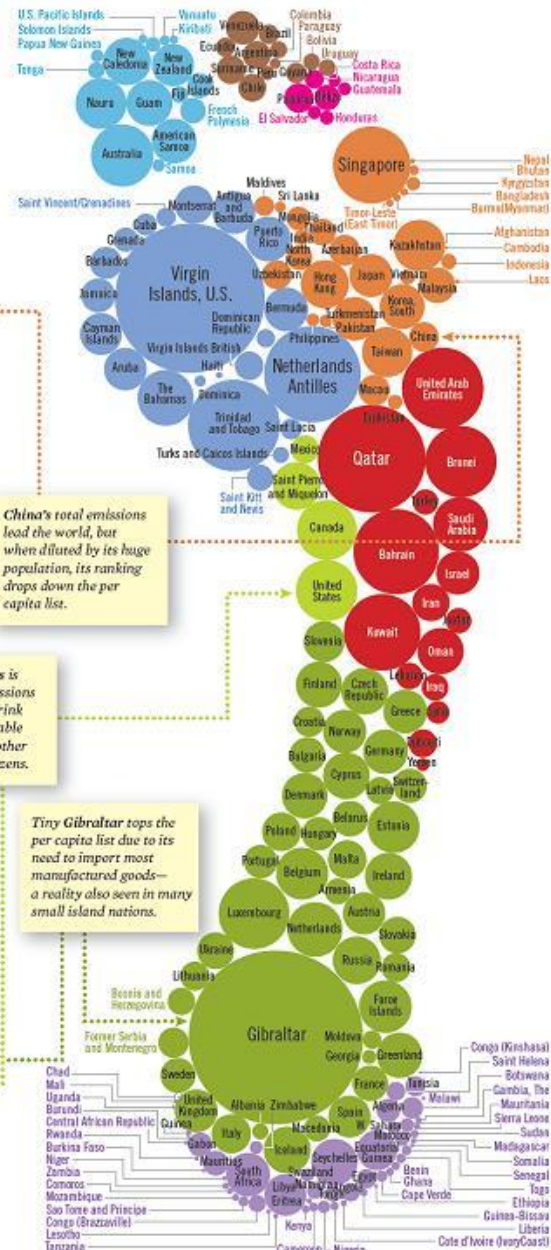


Выбросы CO₂

Total Carbon Emissions by Nation



Total Carbon Emissions Per Capita



China's total emissions lead the world, but when diluted by its huge population, its ranking drops down the per capita list.

The United States is no. 2 for total emissions but Americans shrink down to a respectable rank in line with other industrialized citizens.

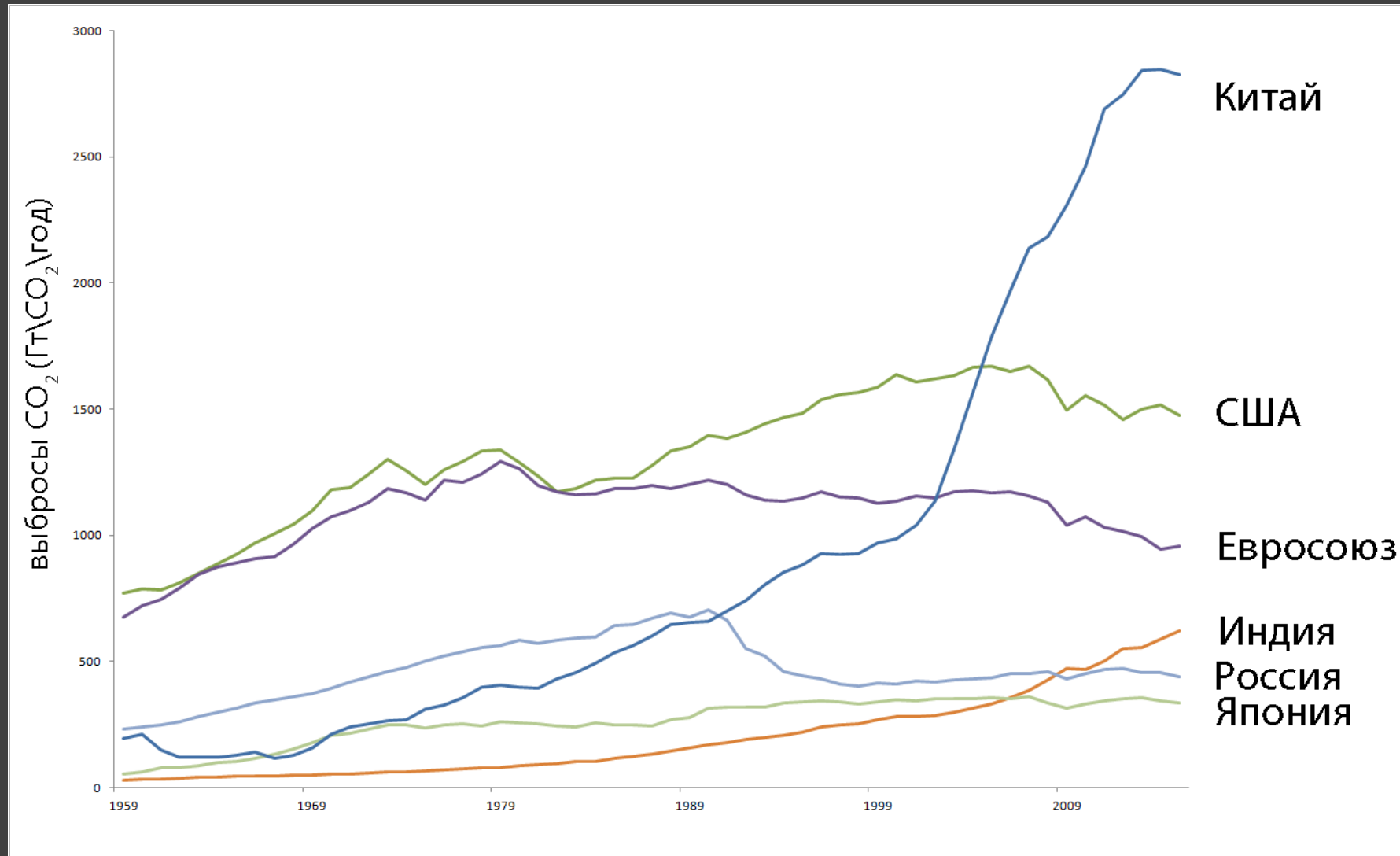
Tiny Gibraltar tops the per capita list due to its need to import most manufactured goods—a reality also seen in many small island nations.

KEY

- AFRICA
- ASIA
- MIDDLE EAST
- CARIBBEAN
- CENTRAL AMERICA
- EUROPE
- NORTH AMERICA
- OCEANIA
- SOUTH AMERICA

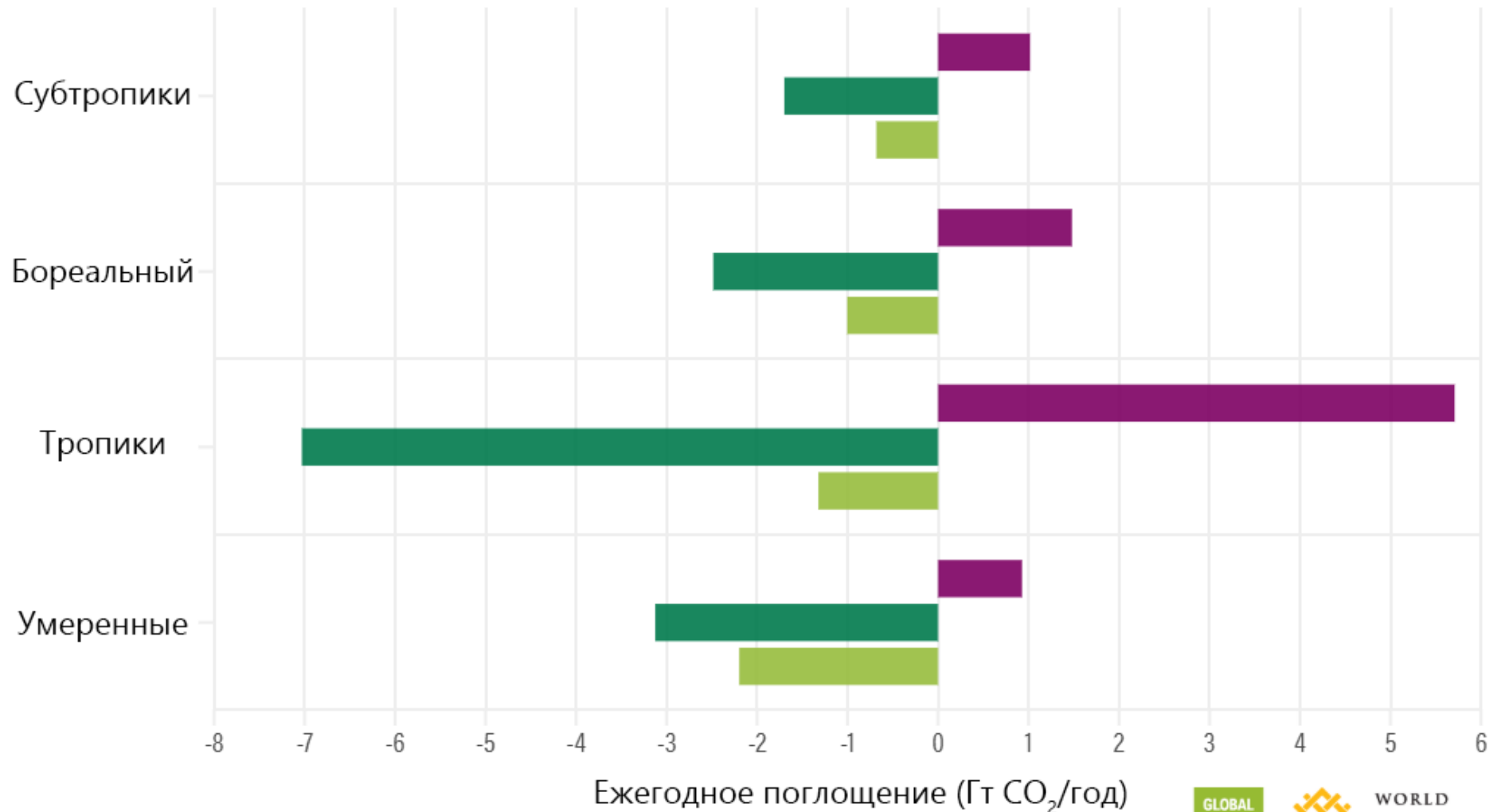
DESIGN: STANFORD KRI STUDIO | NOTE: BASED ON 2007 DATA. SOURCES: U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION

Выбросы CO₂

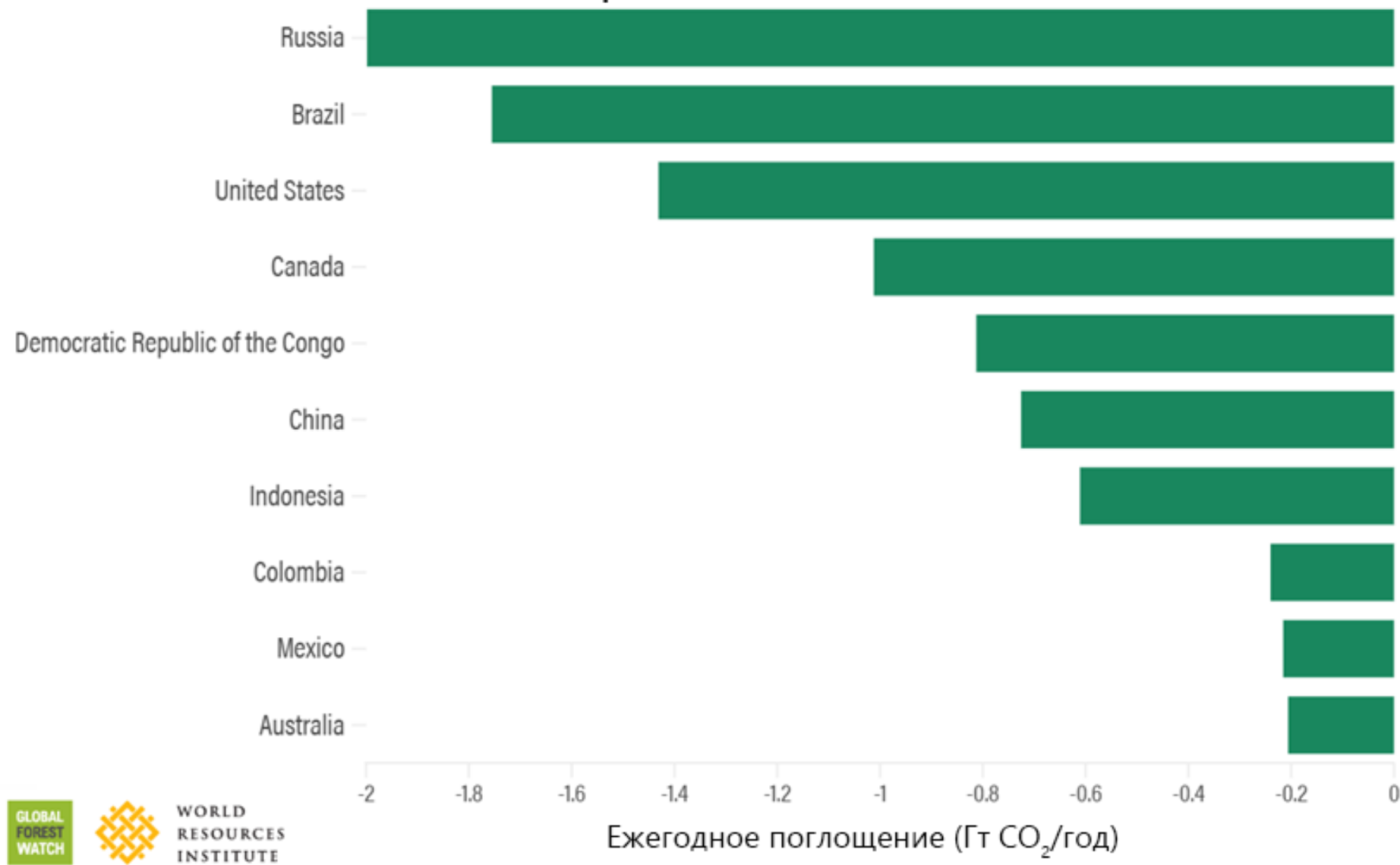


Среднегодовой поток CO₂ по климатическим зонам 2001-2024

■ среднегодовая эмиссия (Гт CO₂/год) ■ среднегодовой сток (Гт CO₂/год)
■ среднегодовой поток (Гт CO₂/год)



Десять стран с наибольшими объемами поглощения CO₂ в период 2001-2024



Основные последствия



Увеличение продолжительности вегетационного периода



Закисление океанов



Смещение ареалов



Опустынивание, усиление засух



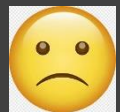
Больше экстремальных событий



Изменение продуктивности экосистем



Таяние мерзлоты



Учащение лесных пожаров

Сдвиги фенологии

The image shows a screenshot of a research article page from Science Advances. The page features the journal's logo at the top left, navigation links for 'Current Issue', 'First release papers', 'Archive', and 'About' at the top right. Below the logo, a breadcrumb trail reads 'HOME > SCIENCE ADVANCES > VOL. 11, NO. 31 > CLIMATE CHANGE DRIVES SHIFTS IN STRADDLING FISH STOCKS IN THE WORLD'S OCEAN'. The article is categorized as a 'RESEARCH ARTICLE' in the field of 'ECOLOGY'. The title of the article is 'Climate change drives shifts in straddling fish stocks in the world's ocean'. The authors listed are Juliano Palacios-Abrantes, Bianca S. Santos, Thomas L. Frölicher, Gabriel Reygondeau, U. Rashid Sumaila, Colette C. C. Wabnitz, and William W. L. Cheung. A link for 'Authors Info & Affiliations' is provided. At the bottom, the publication details are: 'SCIENCE ADVANCES • 30 Jul 2025 • Vol 11, Issue 31 • DOI: 10.1126/sciadv.adq5976'. Social media sharing icons for Facebook, X, Twitter, LinkedIn, YouTube, and Email are also visible.

ScienceAdvances







Current Issue First release papers Archive About


HOME > SCIENCE ADVANCES > VOL. 11, NO. 31 > CLIMATE CHANGE DRIVES SHIFTS IN STRADDLING FISH STOCKS IN THE WORLD'S OCEAN

RESEARCH ARTICLE | ECOLOGY

f X Twitter in YouTube WhatsApp Email

Climate change drives shifts in straddling fish stocks in the world's ocean

[JULIANO PALACIOS-ABRANTES](#) , [BIANCA S. SANTOS](#) , [THOMAS L. FRÖLICHER](#) , [GABRIEL REYGONDEAU](#) , [U. RASHID SUMAILA](#) , [COLETTE C. C. WABNITZ](#) .

AND [WILLIAM W. L. CHEUNG](#)  [Authors Info & Affiliations](#)

SCIENCE ADVANCES • 30 Jul 2025 • Vol 11, Issue 31 • DOI: 10.1126/sciadv.adq5976

Независимо от сценария изменения климата, по прогнозам, к 2030 и 2050 годам по меньшей мере 37% и 54% запасов рыбы переместятся между исключительным экономическими зонами и открытым морем соответственно. Ожидается, что больше запасов переместится в открытое море.

Сдвиги фенологии

The screenshot shows the journal's interface. On the left, the 'animals' logo is at the top, followed by buttons for 'Submit to this Journal', 'Review for this Journal', and 'Propose a Special Issue'. Below these is the 'Article Menu' section, identifying the 'Academic Editor' as Jukka Jokimäki. The main article area features a back arrow, an 'Order Article Reprints' button, and a gear icon. The article title is 'Significantly Earlier Spring Migration in Most Bird Species at the Eastern Limit of Europe', categorized as 'Open Access Article'. The authors listed are Oleg Askeyev, Arthur Askeyev, Igor Askeyev, and Tim Sparks. Their affiliations are provided: Oleg Askeyev at the Biomonitoring Laboratory in Kazan, Russia; Arthur Askeyev at the Department of Zoology in Poznań, Poland; and Igor Askeyev at the Museum of Zoology in Cambridge, UK. A note indicates that correspondence should be addressed to Tim Sparks. The article's publication details are given as 'Animals 2023, 13(19), 3031' with a DOI link.

animals

Submit to this Journal

Review for this Journal

Propose a Special Issue

Article Menu

Academic Editor

Jukka Jokimäki

Order Article Reprints

Open Access Article

Significantly Earlier Spring Migration in Most Bird Species at the Eastern Limit of Europe

by Oleg Askeyev ¹ , Arthur Askeyev ¹ , Igor Askeyev ¹ and Tim Sparks ^{2,3,*}

¹ Biomonitoring Laboratory, Institute of Problems in Ecology and Mineral Wealth, Tatarstan Academy of Sciences, Kazan 420087, Russia

² Department of Zoology, Poznań University of Life Sciences, 60-625 Poznań, Poland

³ Museum of Zoology, University of Cambridge, Cambridge CB2 3EJ, UK

* Author to whom correspondence should be addressed.

Animals **2023**, *13*(19), 3031; <https://doi.org/10.3390/ani13193031>

Большинство (28 из 31) видов значительно ускорили свою миграцию в течение исследуемого периода (1989-2022). Более высокие весенние температуры в Татарстане были связаны с более ранним прилетом, но возможное влияние на этих птиц температур в местах зимовки и на миграционных маршрутах еще предстоит исследовать.

Сдвиги фенологии



The screenshot shows the top section of a research article page. On the left, the logo of the British Ecological Society is displayed next to the journal title 'Journal of Animal Ecology'. Below this, the text 'LONG TERM STUDY' is visible. The main title of the article is 'Environmental phenology drives spring migration timing', followed by the author's name 'Oleg V. Bourski'. A 'VIEW METRICS' button is located below the author's name. On the right side, there is a thumbnail image of the journal cover for Volume 95, Issue 4, April 2026, pages 605-617. Below the thumbnail are three icons: a chain link for 'References', a cluster of three circles for 'Related', and an information icon for 'Information'.

BRITISH ECOLOGICAL SOCIETY **Journal of Animal Ecology**

LONG TERM STUDY

Environmental phenology drives spring migration timing

[Oleg V. Bourski](#) ✉

First published: 26 February 2026 | <https://doi.org/10.1111/1365-2656.70230> | [VIEW METRICS](#)

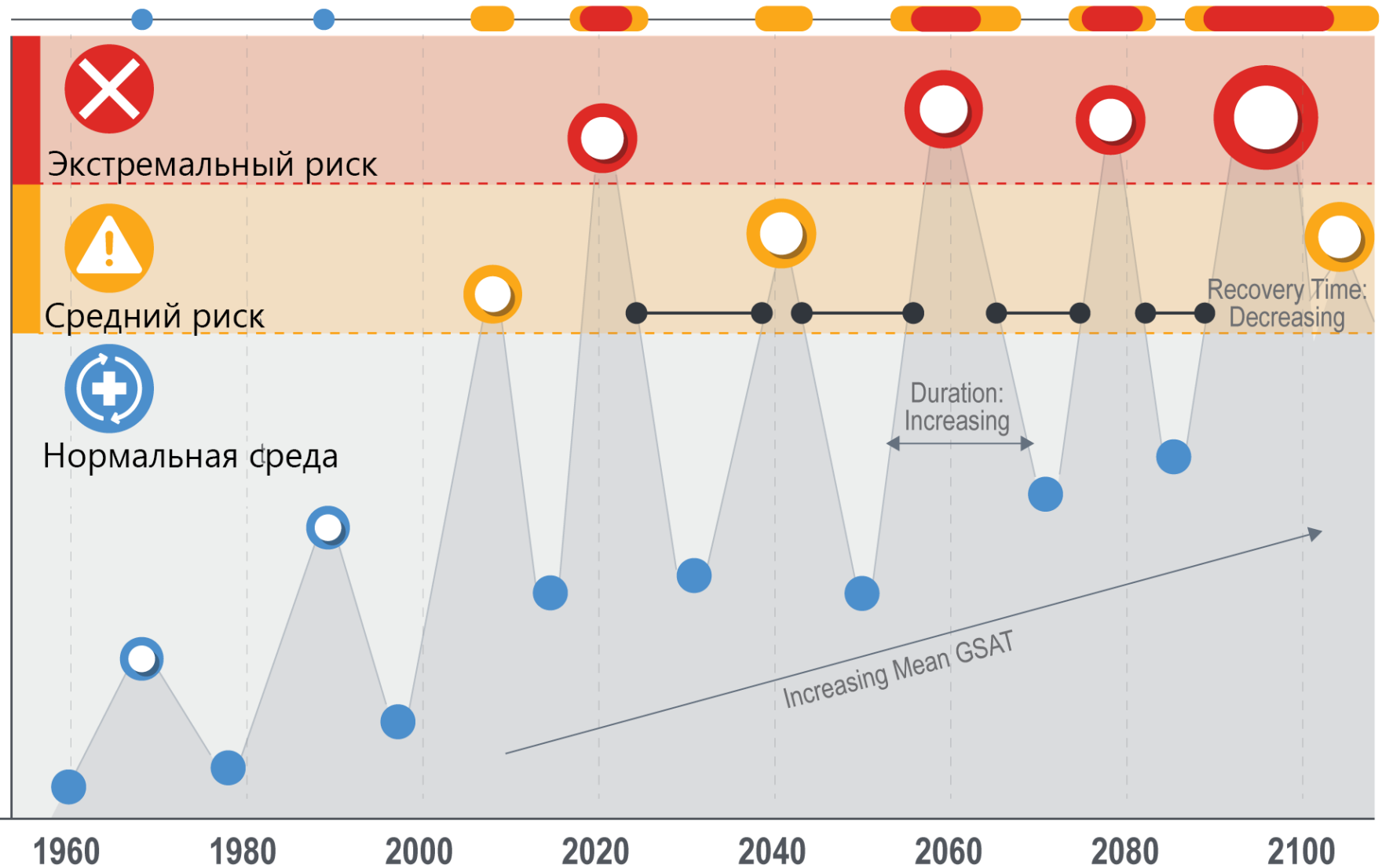
 References  Related  Information

Volume 95, Issue 4
April 2026
Pages 605-617

1. Несмотря на очевидное смещение весенней миграции птиц на более ранние сроки, механизм этого процесса остается неясным.
2. Анализ литературы показывает, что мигранты следуют фенологии пищевых ресурсов.
3. Несмотря на значительное потепление на исследуемом участке (0,60 градуса за десятилетие), даты прилета птиц в изучаемом сообществе отреагировали на потепление небольшим сдвигом в сторону более ранних дат. Эти оценки ниже, чем известные для других регионов, из-за выраженного континентального климата и резкого повышения весенних температур (1 градус за 3 дня).

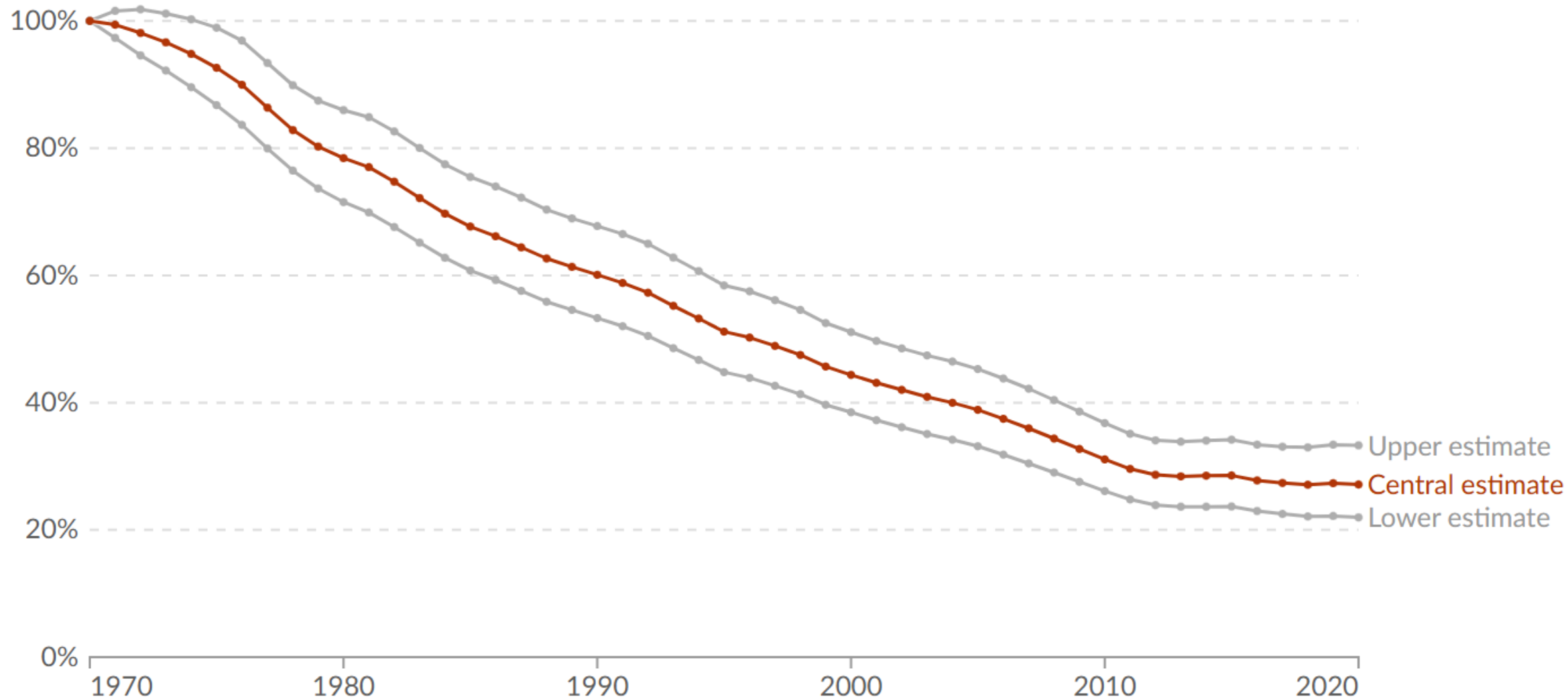
Риск вымирания

Зависимость риска вымирания от длительности и частоты экстремальной погоды



Риск вымирания

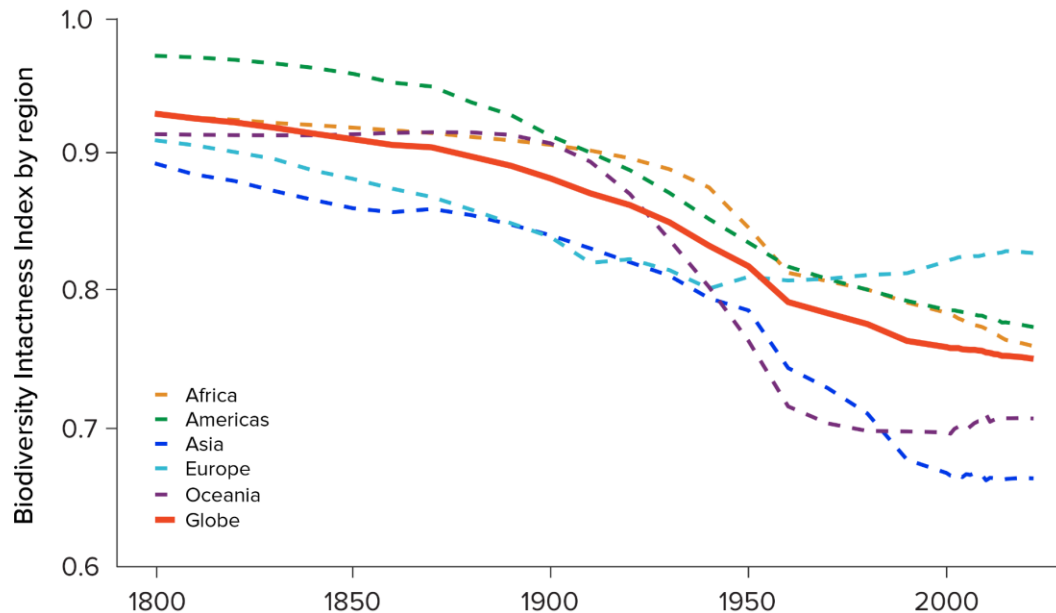
Индекс живой планеты (LPI) измеряет среднее сокращение численности отслеживаемых популяций диких животных .
Значение индекса - изменение численности 34 836 популяций 5495 местных видов по сравнению с 1970 годом.



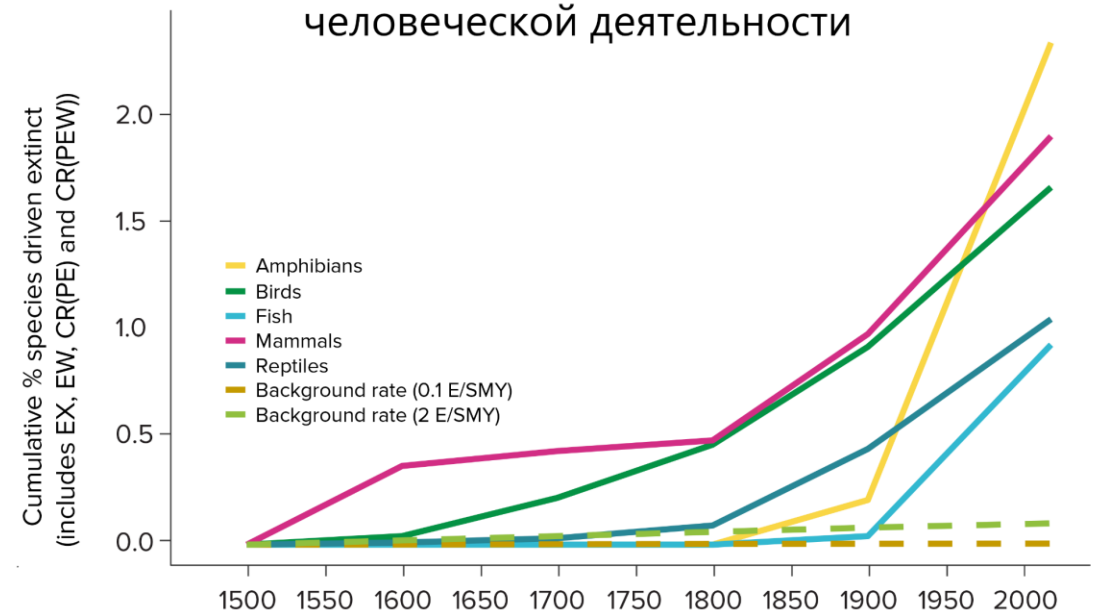
Риск вымирания

Индекс сохранности биоразнообразия (Biodiversity Intactness Index) – это долгосрочный индикатор, который измеряет, сколько исходного биоразнообразия остаётся в наземных сообществах в том или ином регионе.

Хотя сохранность снизилась во всех регионах, Азия продемонстрировала самое крутое и самое большое падение за последние сто лет



Скорость вымирания (темп, с которым мы навсегда теряем виды с 1500 года) по крайней мере в десятки-сотни раз выше, чем она была бы в отсутствие человеческой деятельности



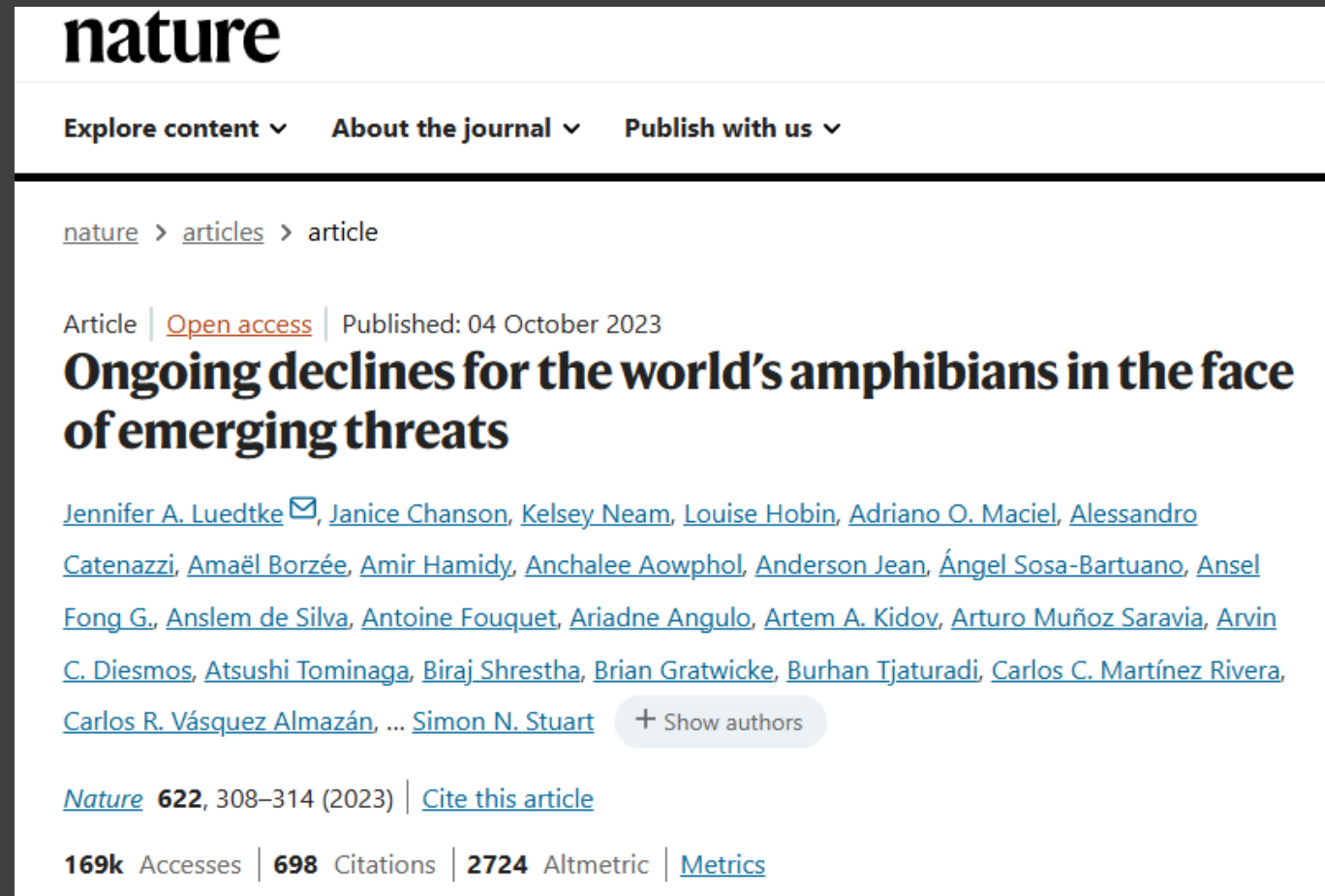
Риск вымирания

Амфибии (лягушки, саламандры, червяги) – самый уязвимый класс позвоночных на планете.

По данным второго Глобального обзора амфибий (Luedtke et al., 2023, обновлено в отчётах IUCN 2024–2025): 41% видов (более 3200 из ~8000) находятся под угрозой вымирания.

37 видов уже официально вымерли, ещё 185 — «возможно, вымерли».

С 2004 года климатические изменения стали главным драйвером ухудшения статуса для 39% видов (119 случаев), обогнав даже болезни и потерю местообитаний.




nature

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾

[nature](#) > [articles](#) > article

Article | [Open access](#) | Published: 04 October 2023

Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats

[Jennifer A. Luedtke](#) , [Janice Chanson](#), [Kelsey Neam](#), [Louise Hobin](#), [Adriano O. Maciel](#), [Alessandro Catenazzi](#), [Amaël Borzée](#), [Amir Hamidy](#), [Anchalee Aowphol](#), [Anderson Jean](#), [Ángel Sosa-Bartuano](#), [Ansel Fong G.](#), [Ansem de Silva](#), [Antoine Fouquet](#), [Ariadne Angulo](#), [Artem A. Kidov](#), [Arturo Muñoz Saravia](#), [Arvin C. Diesmos](#), [Atsushi Tominaga](#), [Biraj Shrestha](#), [Brian Gratwicke](#), [Burhan Tjaturadi](#), [Carlos C. Martínez Rivera](#), [Carlos R. Vásquez Almazán](#), ... [Simon N. Stuart](#) [+ Show authors](#)

[Nature](#) **622**, 308–314 (2023) | [Cite this article](#)

169k Accesses | **698** Citations | **2724** Altmetric | [Metrics](#)



The effect of climate change on avian offspring production: A global meta-analysis

Lucyna Halupka^{a,1} , Debora Arlt^{b,c} , Jere Tolvanen^d , Alexandre Millon^{e,f} , Pierre Bize^g , Peter Adamík^{h,i} , Pascal Albert^j, Wayne J. Arendt^k , Alexander V. Artemyev^l , Vittorio Baglione^m , Jerzy Bańburaⁿ , Mirosława Bańburaⁿ, Emilio Barba^o , Robert T. Barrett^p, Peter H. Becker^q , Eugen Belskii^r , Mark Bolton^s, E. Keith Bowers^t , Joël Bried^{u,v} , Lyanne Brouwer^{w,x} , Monika Bukacińska^y , Dariusz Bukaciński^y , Lesley Bulluck^z, Kate F. Carstens^{aa} , Inês Catry^{bb,cc,dd} , Motti Charter^{ee} , Anna Chernomorets^{ff} , Rita Covas^{aa,bb,dd} , Monika Czuchra^{gg} , Donald C. Dearborn^{hh,ii} , Florentino de Lope^{jj}, Adrián S. Di Giacomo^{kk}, Valery C. Dombrovski^{ll} , Hugh Drummond^{mmm} , Michael J. Dunnⁿⁿ , Tapio Eeva^{oo} , Louise M. Emmerson^{pp} , Yngve Espmark^{qq}, Juan A. Fargallo^{rr} , Sergey I. Gashkov^{ss} , Elena Yu. Golubova^{tt}, Michael Griesser^{uu,vv,ww} 

Edited by Nils Stenseth, University of Oslo, Oslo, Norway; received September 9, 2022; accepted March 22, 2023

В среднем наблюдается **общее снижение производства потомства** у самок за сезон в последние десятилетия.

Повышение температуры **в период выкармливания** негативно влияет на репродуктивный успех.

Особенно сильно страдают **мигрирующие виды и крупные птицы**

Эффекты климата действуют через сложное взаимодействие с жизненными стратегиями видов (миграционный статус, размер тела, число кладок и др.)

Риск вымирания

Беспозвоночные — «невидимая основа» биоразнообразия. Они обеспечивают опыление ~75% культурных растений, разлагают органику и возвращают питательные вещества в почву. Без них экосистемы быстро теряют устойчивость.

nature communications

[Explore content](#) ▾

[About the journal](#) ▾

[Publish with us](#) ▾

[nature](#) > [nature communications](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | [Open access](#) | Published: 14 March 2026

Biological traits predict species' time-varying responses to multiple global change drivers

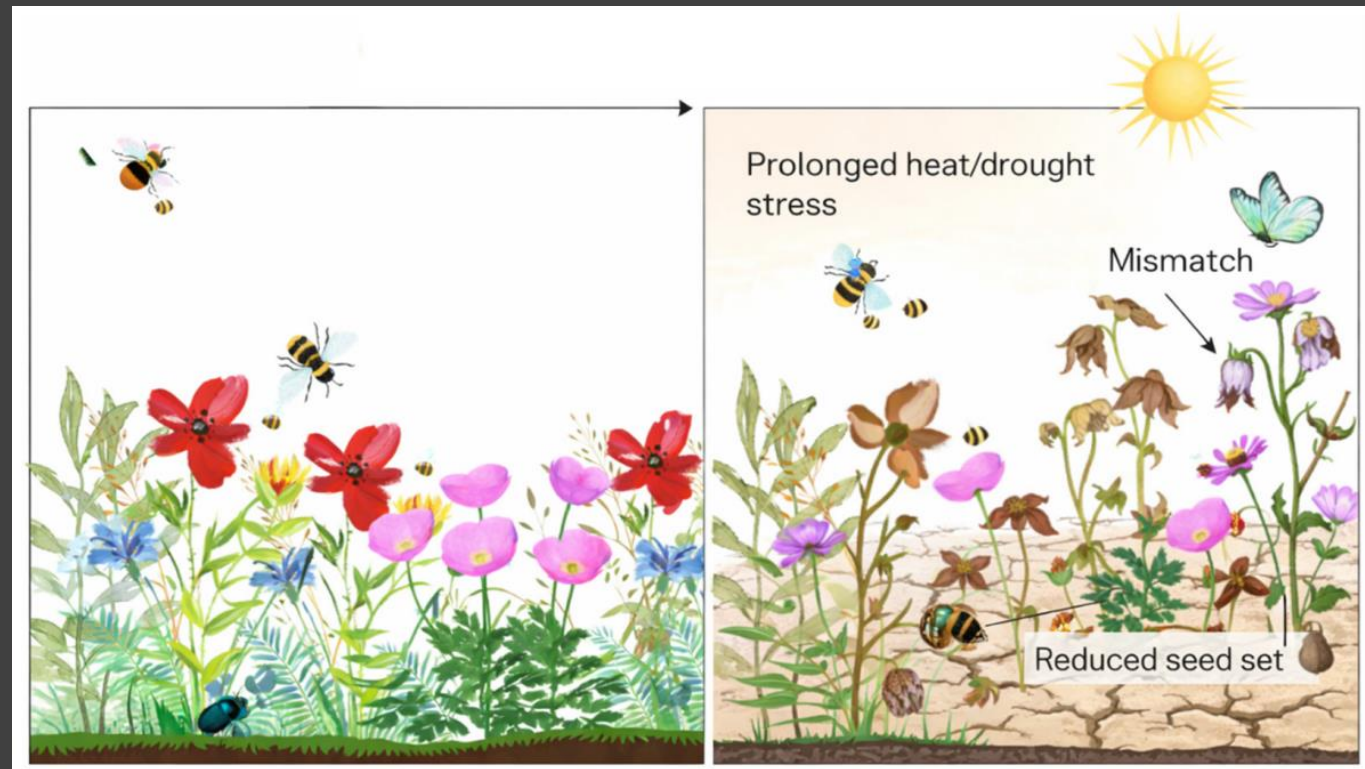
[Takehiro Sasaki](#) , [Yuki Iwachido](#), [Orlando Lam-Gordillo](#), [Katie M. Cook](#), [Emily J. Douglas](#), [Rebecca V. Gladstone-Gallagher](#), [Barry Greenfield](#), [Sarah Hailes](#), [Kelly Carter](#), [Naohiro I. Ishii](#), [Yoshiki Takayama](#), [Shinji Shimode](#), [Maiko Kagami](#), [Judi E. Hewitt](#), [Simon F. Thrush](#) & [Andrew M. Lohrer](#) 

[Nature Communications](#), Article number: (2026) | [Cite this article](#)

Мелкие и малоподвижные виды более уязвимы к потеплению и другим изменениям.

Риск вымирания

- Изменение климата приводит к **асинхронным фенологическим сдвигам** между цветением растений и активностью опылителей (в основном насекомых).
- Последствия: снижение опыления → pollen limitation → снижение семенной продуктивности растений → повышенный риск **вторичного вымирания** растений, зависящих от конкретных опылителей.
- Особенно сильно выражено в **северных широтах** (выше 40–50° с.ш.), где эффект выражен сильнее
- Специализированные опылители (специалисты) страдают сильнее, чем генералисты; короткоцветущие растения подвержены большему риску.



Isabel Marques The Floral Bottleneck in a Changing Climate: Molecular Mechanisms, Knowledge Gaps, and Future Directions *Int. J. Mol. Sci.* 2026, 27(7), 2926

Peng et al. (2025) – *PNAS*: «Climate change intensifies plant–pollinator mismatch and increases secondary extinction risk for plants in northern latitudes».

Wang et al. (2024) – *Science of the Total Environment*: «Pollinator peaking earlier than flowering is more detrimental».

Вымирание видов

Если температуры на Земле вырастут так сильно, как это предсказывают климатологи, то пчелы окажутся на грани вымирания. Пчелы полностью исчезнут в более теплых частях ареала



Плохая новость в том, что сокращается численность не только медоносных пчел
А всего их > 20 тысяч видов!

Вымирание опылителей поставит под угрозу 3/4 мировых культур, которые хотя бы частично зависят от опыления, включая подсолнечник, яблоки, авокадо, тыкву, рапс и хлопок



Sources: UN Environmental Program, The Nature Conservatory, and Google.

Риск вымирания

- Морские беспозвоночные: подкисление и потепление
- Подкисление океана (снижение pH и карбонатной насыщенности) затрудняет образование известковых раковин и скелетов.
- Потепление часто усиливает негативные эффекты: замедляет рост и развитие личинок, снижает выживаемость, истончает или деформирует раковины.
- Особенно уязвимы кальцифицирующие виды: моллюски (двустворчатые, брюхоногие), иглокожие (морские ежи, морские звёзды), кораллы.
- Личинки – наиболее чувствительная стадия: замедление роста, снижение скорости плавания, проблемы с формированием скелета.
- Комбинированное воздействие часто даёт аддитивные или синергетические негативные эффекты.

nature communications

[Explore content](#) ▾ [About the journal](#) ▾ [Publish with us](#) ▾

[nature](#) > [nature communications](#) > [articles](#) > article

Article | [Open access](#) | Published: 22 April 2024

Responses of marine trophic levels to the combined effects of ocean acidification and warming

[Nan Hu](#), [Paul E. Bourdeau](#) & [Johan Hollander](#) 

[Nature Communications](#) **15**, Article number: 3400 (2024) | [Cite this article](#)





Environmental Research

Volume 231, Part 1, 15 August 2023, 116019



Review article

Acid times in physiology: A systematic review of the effects of ocean acidification on calcifying invertebrates

[Isadora Porto Martins Medeiros](#) ^{a 1}  , [Marta Marques Souza](#) ^{a b}

[Show more](#) ▾

Смещение ареалов



Климатообусловленный ареал непарного шелкопряда: изменения за период 1981–2010 гг. по сравнению с периодом 1951–1980 гг.

Обозначения: 1 - сокращение ареала; 2 – расширение ареала; 3 – изменения ареала не произошло.

Сдвиги фенологии

«В целом биота реагирует соответственно на потепление климата. Однако на фенологическую динамику влияют особенности местности (геоморфологические, почвенные, гидрологические и др. факторы), а также эволюционно обусловленная популяционная структура на территориях с разной историей развития»

Минин с соавт., Фундаментальная и прикладная климатология 2024

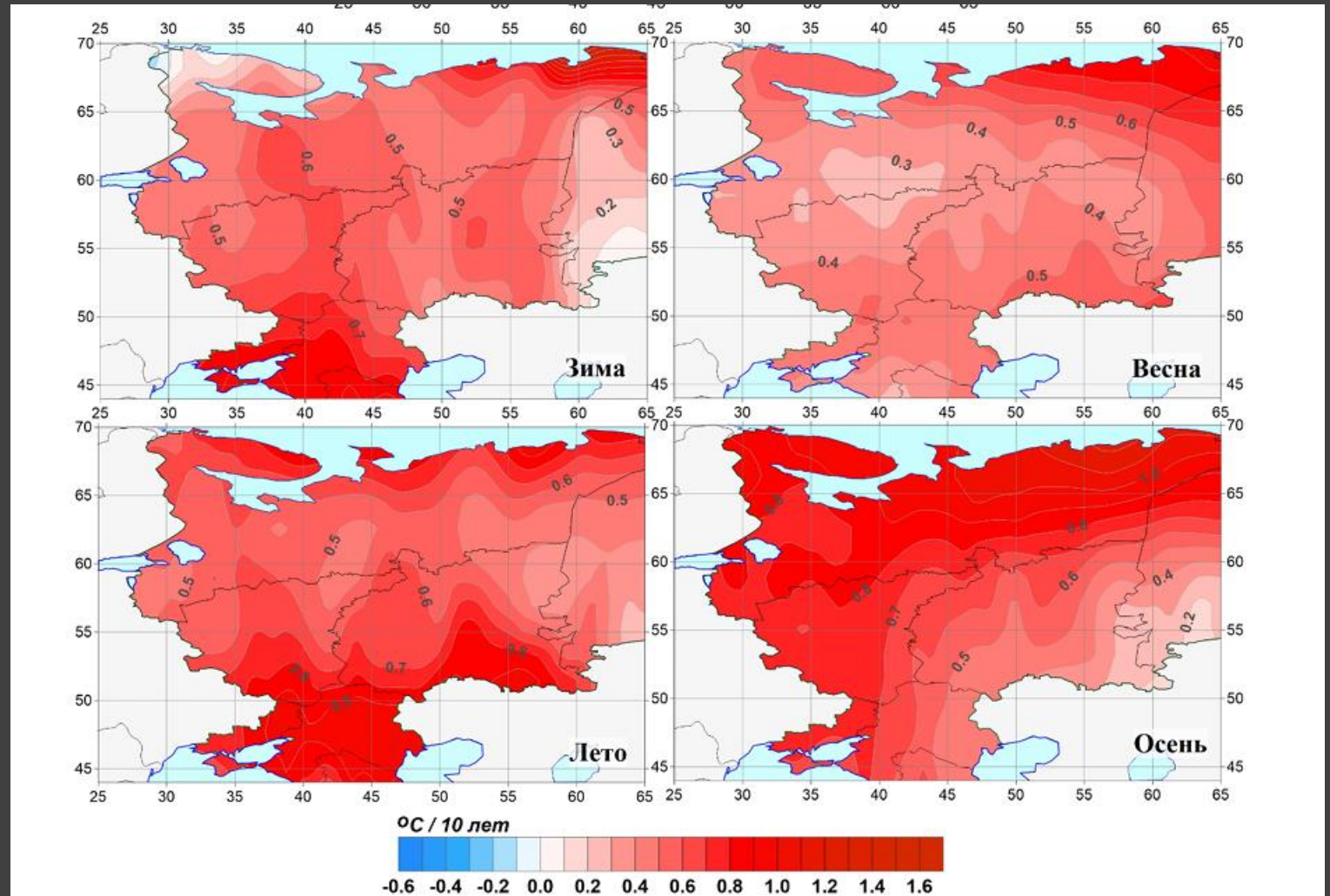
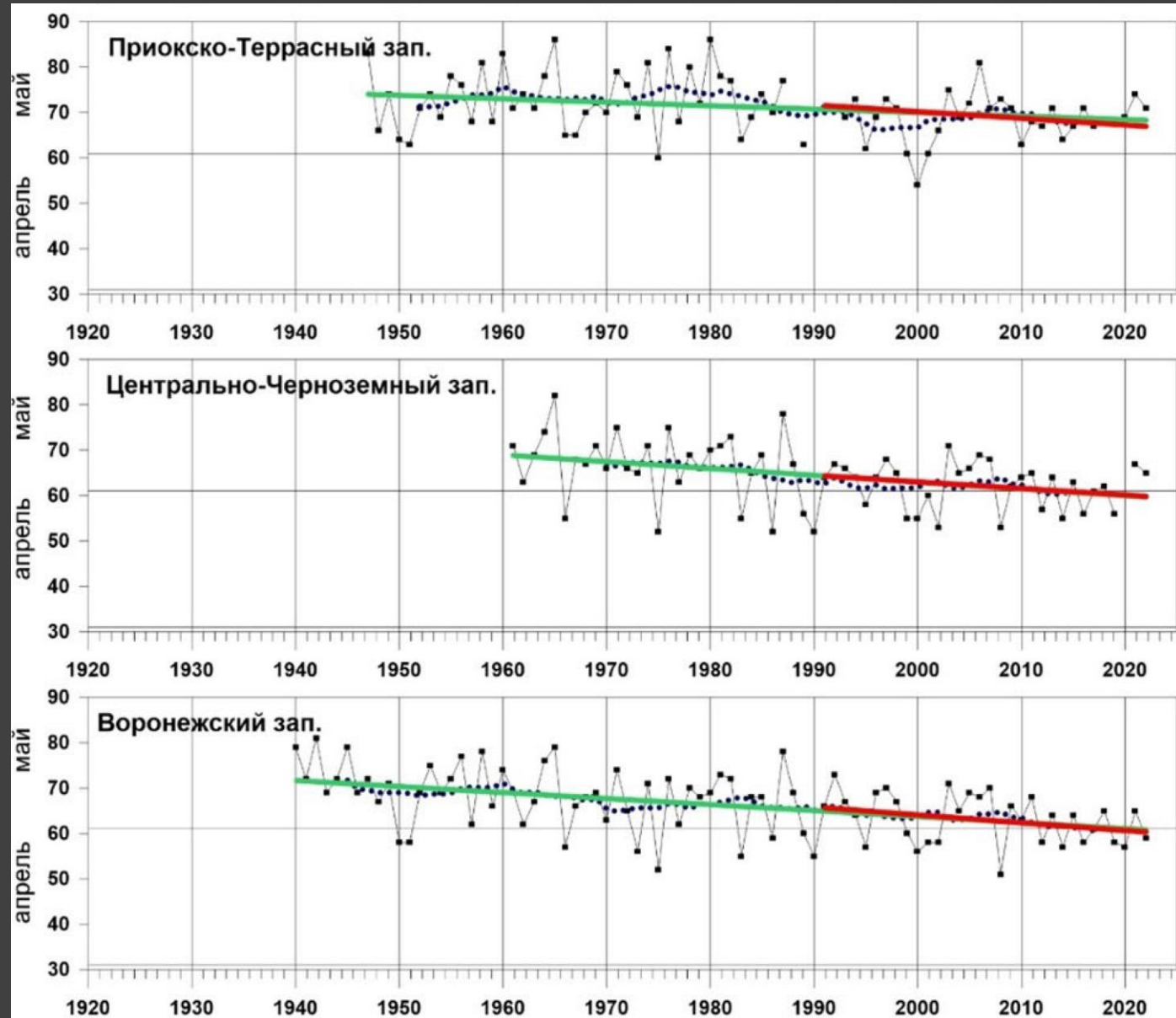


Рисунок 1. Коэффициент линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на европейской территории России за период 1991–2022 гг. ($^{\circ}\text{C}/10$ лет)

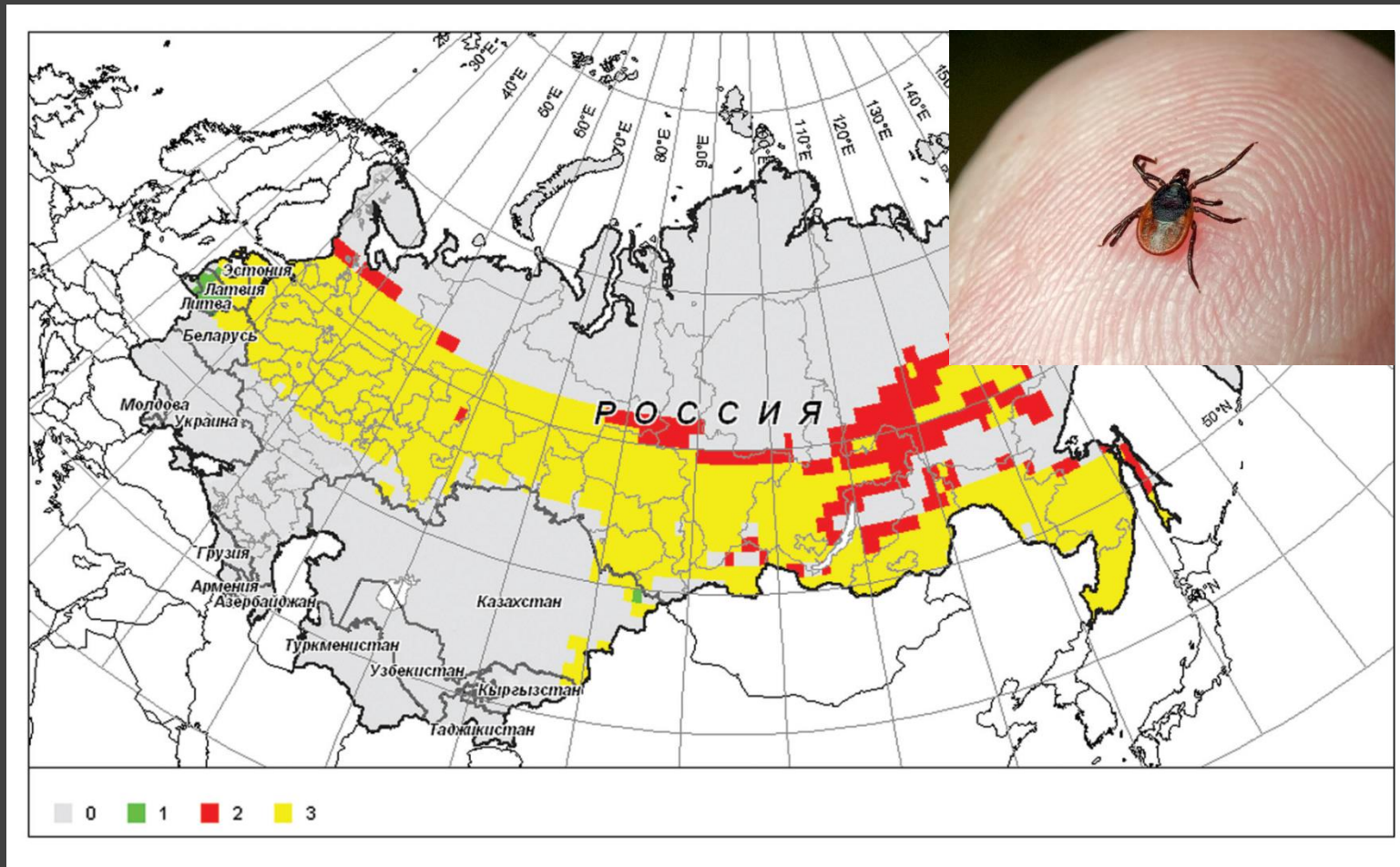
Сдвиги фенологии

Динамика дат начала цветения черемухи с линиями трендов за весь период наблюдений (зеленая линия) и за 1991-2022 гг. (красная линия).»

Минин с соавт., Фундаментальная и прикладная климатология 2024

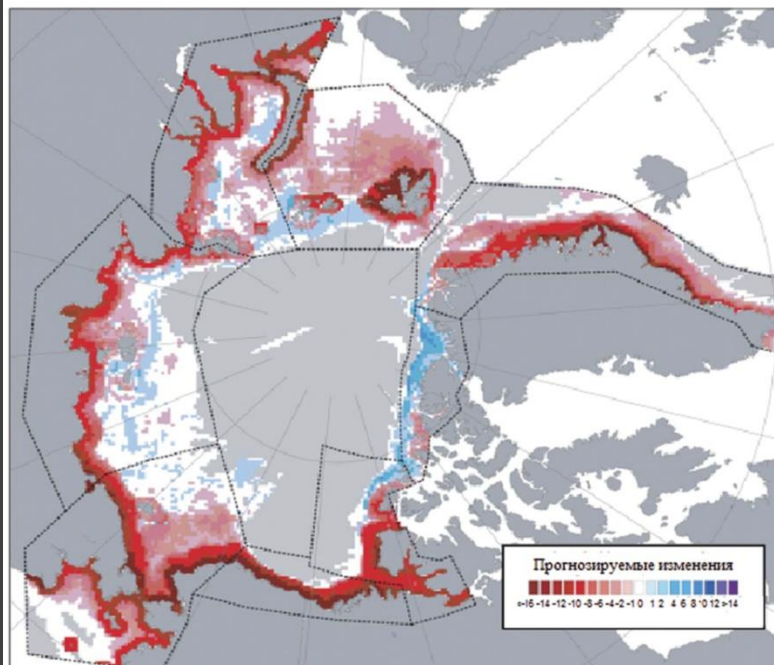
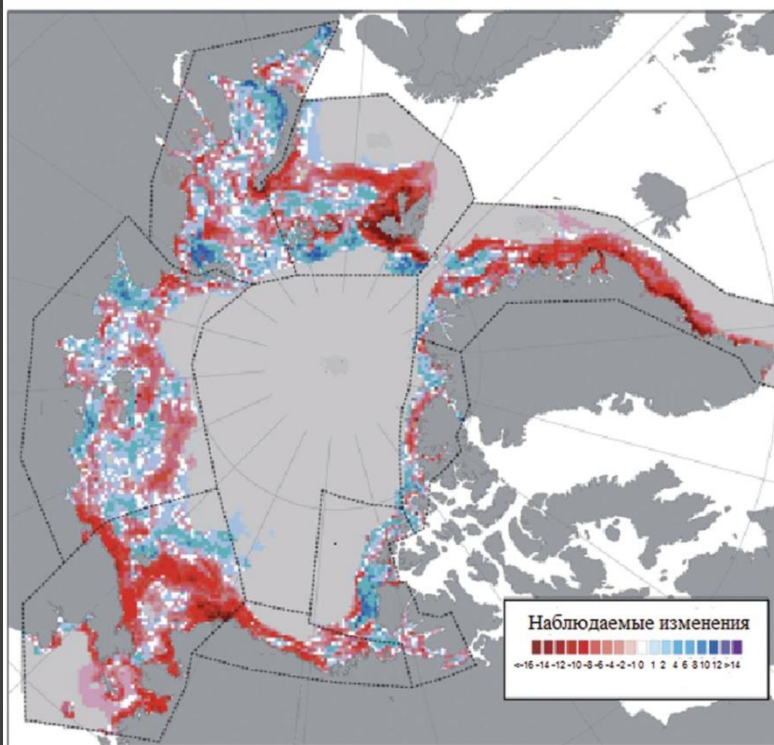


Смещение ареалов

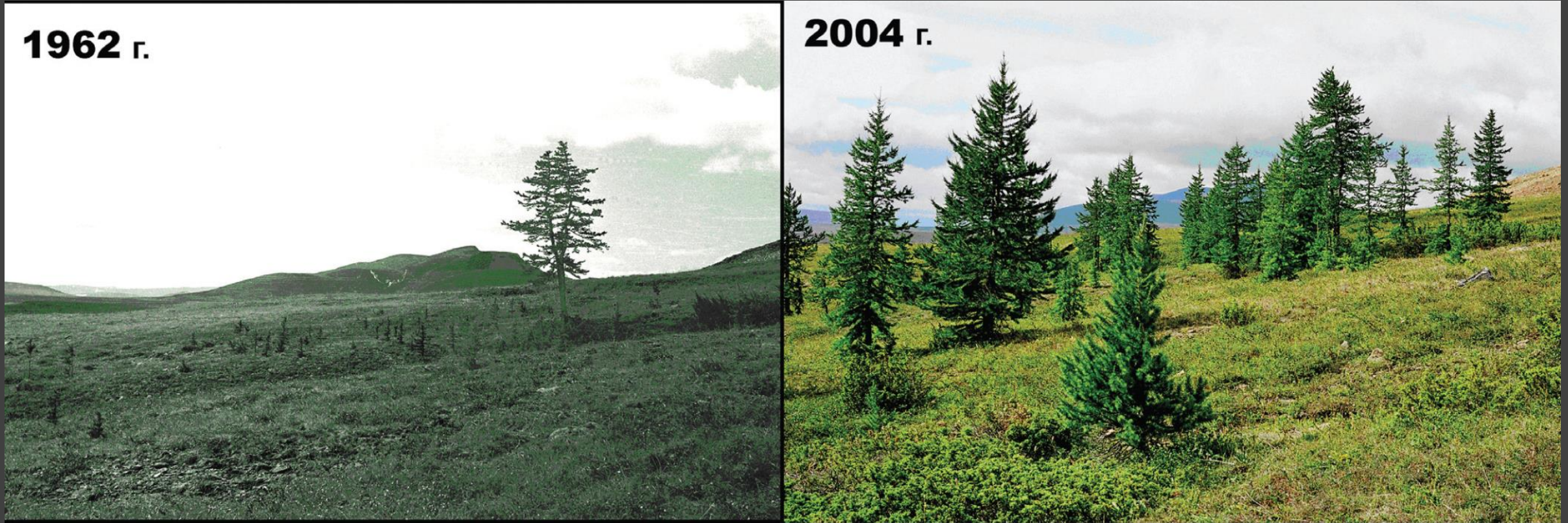


Возможное изменение ареала *I. persulcatus* на территории России, за период 1981–2010 гг. по сравнению с периодом 1951–1980 гг. Обозначения: 0 – переносчик отсутствует; 1 – сокращение ареала; 2 – расширение ареала; 3 – изменения ареала не произошло.

Смещение ареалов

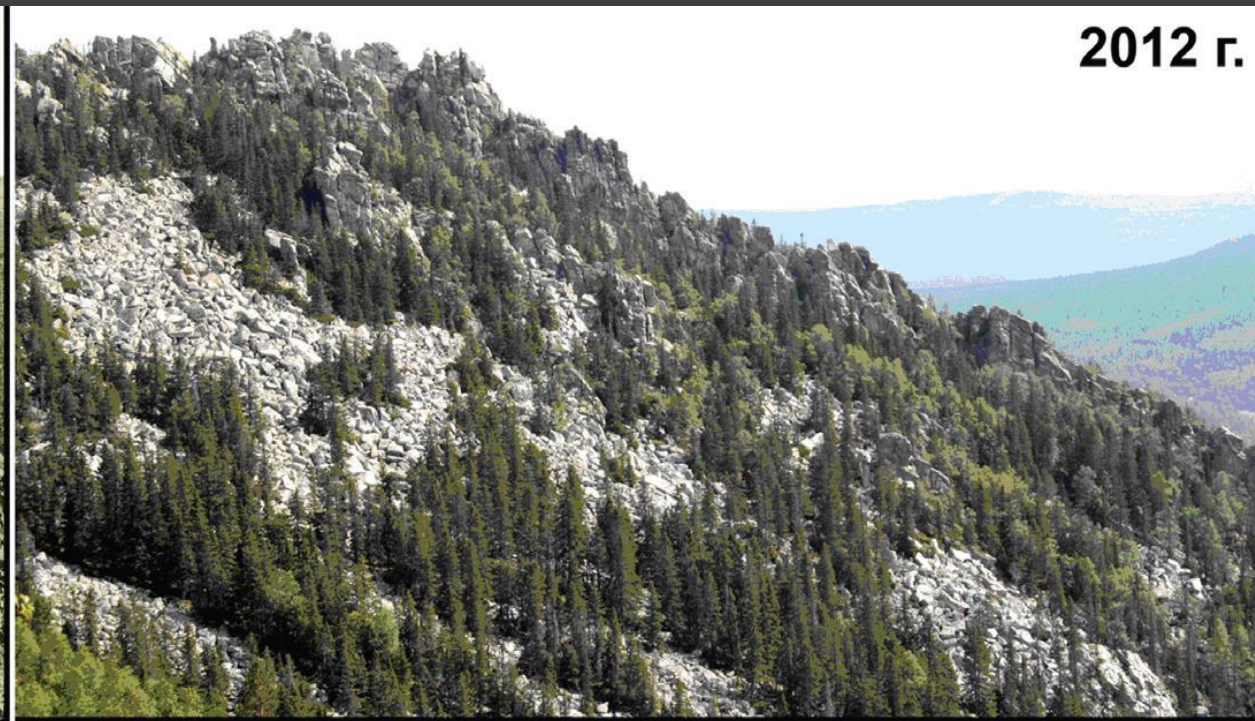


Смещение ареалов



Массив Рай-Из (Полярный Урал) Фото С.Г. Шиятова

Смещение ареалов



хребет Большой Таганай (Южный Урал) автор признателен А.А. Григорьеву за предоставленные фотографии

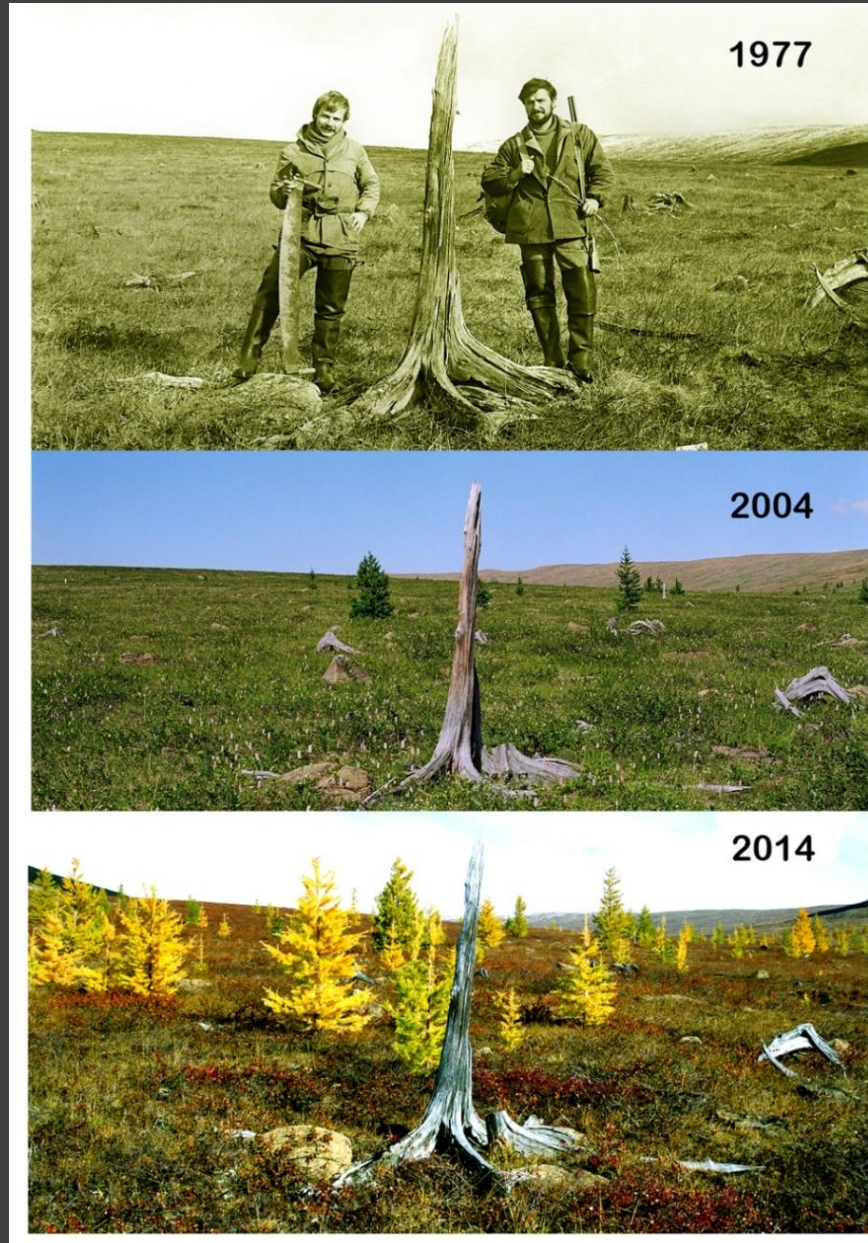
Смещение ареалов



Аранецкий перевал
(Приполярный Урал)
автор признателен
А.А. Григорьеву за
предоставленные фотографии

Смещение ареалов

Гора Чёрная (Полярный Урал) автор признателен А.А. Григорьеву за предоставленные фотографии



Последствия

Пожары на территории России в 2010 году



Последствия

В 2001-2024 гг. Россия потеряла
2.6 млн. Га леса

1	Россия	2,6 млн га
2	Канада	1,7 млн га
3	Соединенные Штаты	550 га
4	Бразилия	540 га
5	Австралия	270 га

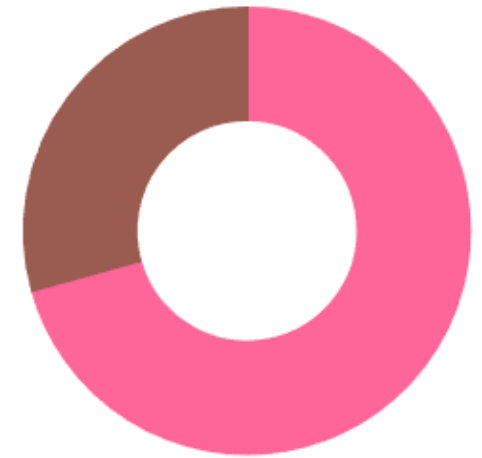
29% всех потерь лесного покрова
в 2001-2024 гг. связана с пожарами

● Потеря древесного
покрова по другим
причинам

370 Мга

● Потеря древесного
покрова в результате
пожаров

150 млн га



Утрата тропических первичных лесов увеличилась на 80% в период с 2023-2024 гг



WORLD RESOURCES INSTITUTE

Tropical Primary forest cover (2001): 1,000 Mha



Вспышка сибирской язвы в 2016 году на п-ве Ямал



DAILY NEWS 1 August 2016

Child dies in anthrax outbreak linked to thawed reindeer corpse



WorldViews

Anthrax spreads from reindeer to humans in an outbreak at the 'end of the world'

By Max Bearak August 2, 2016



Nenets herders are seen with reindeer at a camping ground in far-northern Russia on Aug. 2, 2015. (Sergei Karpukhin/Reuters)

The Yamalo-Nenets Autonomous Okrug is not a place that gets much media coverage. This subdivision of Siberia — made up mostly of flat, lake-pocked tundra — is the size of California, Texas, Montana and both Dakotas combined, with tens of thousands of square miles to spare.

Ключевые выводы

- Климатические изменения уже вызывают значительные сдвиги в распределении, фенологии и численности всех групп организмов.
- Наиболее уязвимы: амфибии, беспозвоночные-опылители, холодолюбивые рыбы и коралловые экосистемы.
- Научные обзоры (IPCC AR6, Halupka 2023, Sasaki 2026, Pottier 2025 и др.) подтверждают: риски растут нелинейно выше 1,5–2°C.
- Потеря биоразнообразия приводит к каскадным эффектам и снижению услуг экосистем.

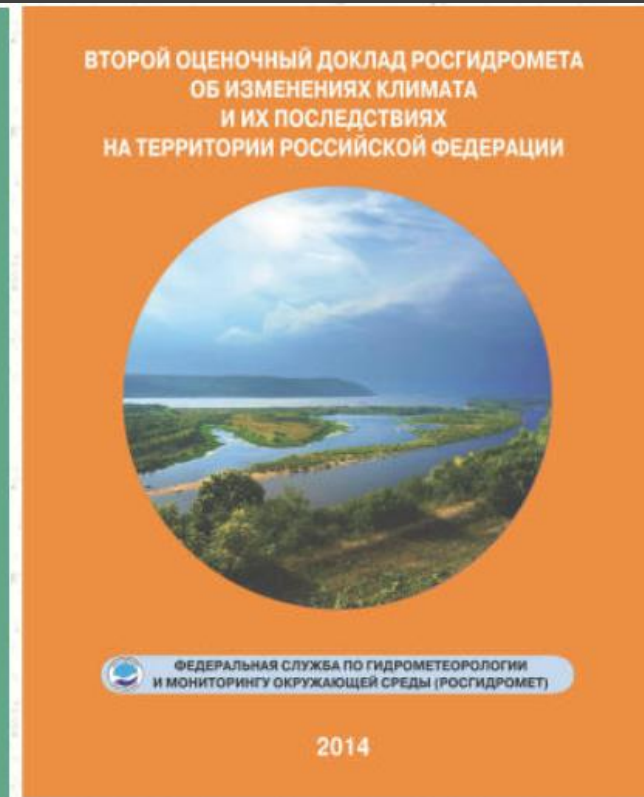
Что делать?

**Сократить выбросы парниковых газов
(маловероятно :)**

Надеяться на вулканы

**Приспособиться к новым
условиям**

Источники



Ключевые моменты

Климат изменяется всегда

Нам «повезло» жить в самый теплый период за последние 7000 лет (вероятно, за последние 125 тыс. лет)

Причина подобного «везения» - мы сами

Благодарю за внимание



ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

до сих пор не веришь?

«ГУГЛ» — ДЛЯ СЛАБАКОВ,

**НАСТОЯЩИЕ МУЖИКИ СПРАШИВАЮТ
У ЯСЕНЯ**



**Ясень – для слабаков!
Хочешь быть успешным –
твой выбор
Сосна остистая**

ОТЛИЧНО, РИК, ЕЩЕ ПАРУ
ЛЕТ И МОЖНО ЗАХОДИТЬ

the
TAMB-
BAR



CARTOONSTOCK
.com

Search ID: grb120824

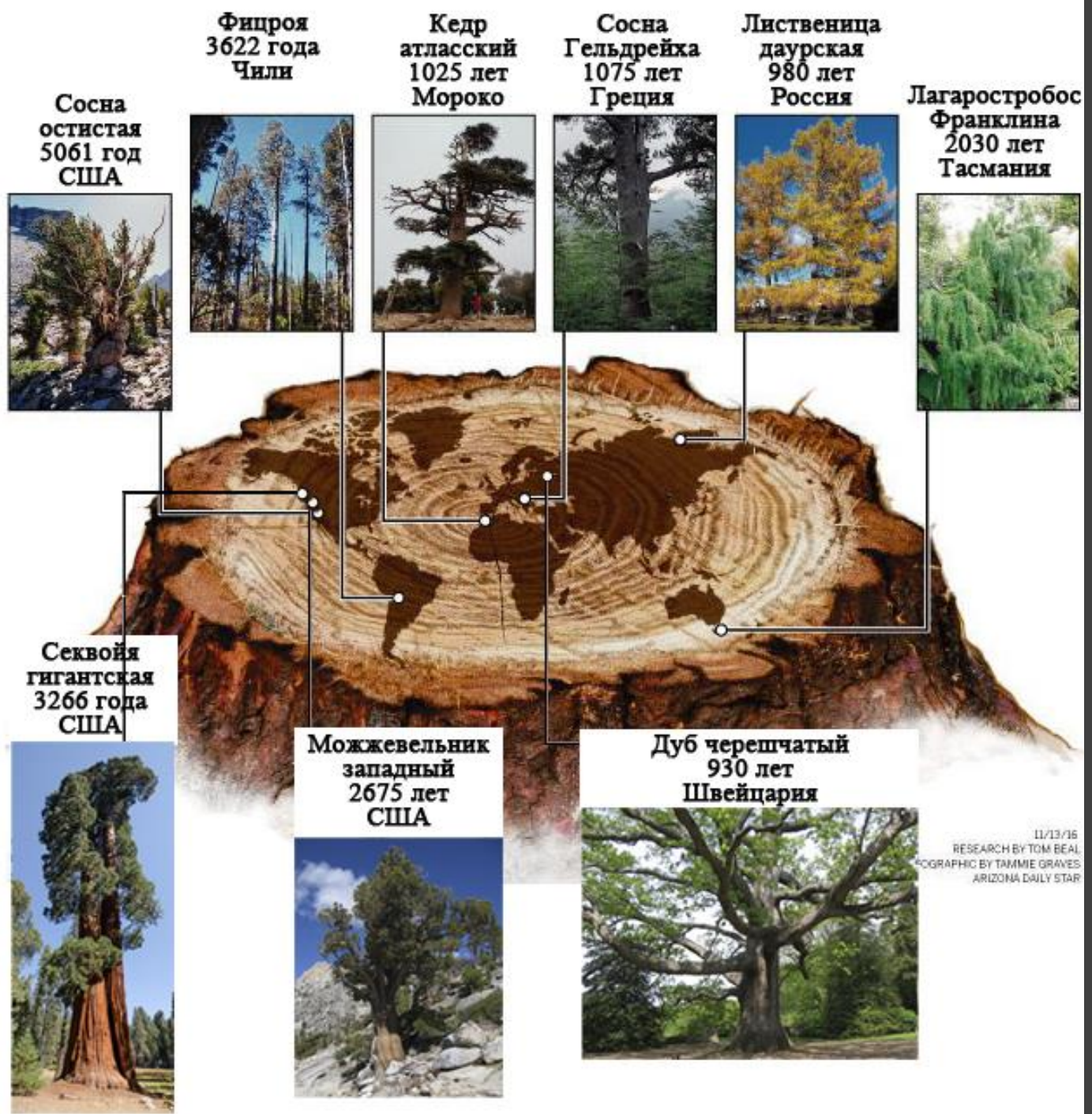
guy &
rodd
8-24 & dan





Видишь этот год, Джимми? В этот год старина чудом выжил в ужасном пожаре





11/13/16
 RESEARCH BY TOM BEAL
 PHOTOGRAPHIC BY TAMMIE GRAVES
 ARIZONA DAILY STAR



Сбор полуископаемой древесины на п-ве Ямал

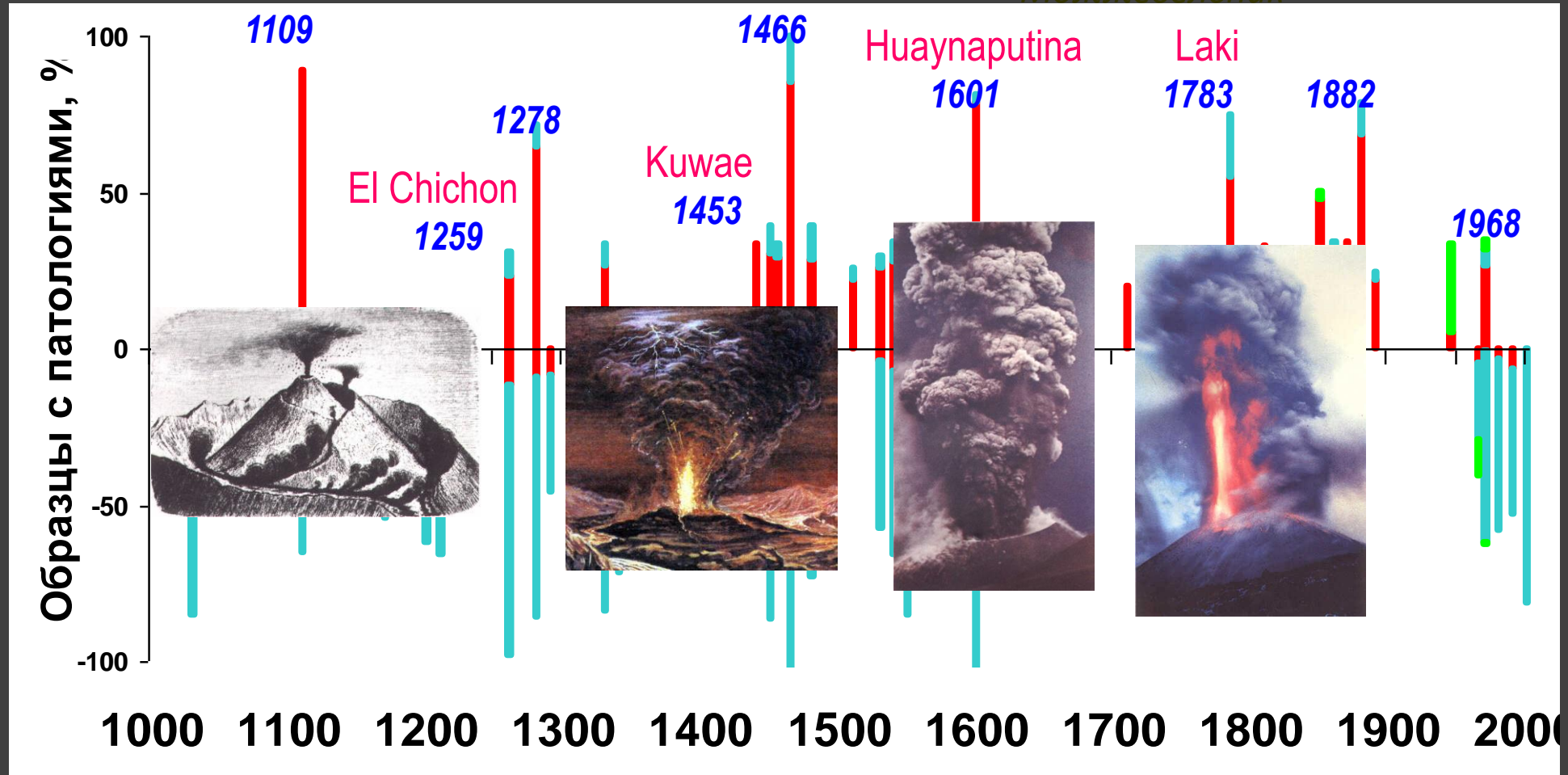


Сбор полуископаемой древесины на п-ве Ямал



Реконструкция экстремальных климатических событий на Полярном Урале

Можжевельник

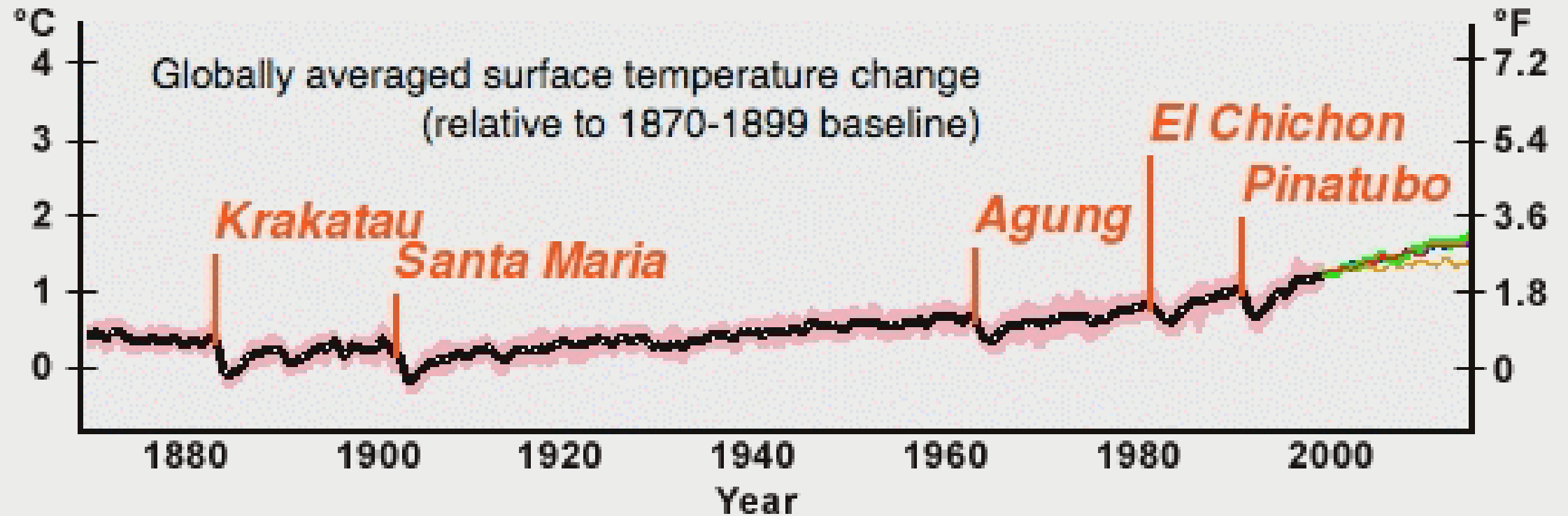


— морозобойные — светлые — ложные

Радиальный рост дерева (примитивно)



Роль вулканов



Gary Strand (NCAR / DOE)

Роль вулканов

