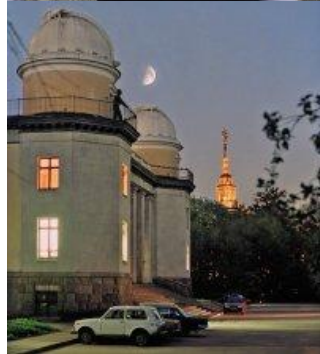


АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

Вращение Земли и факторы климата последних десятилетий



Леонид Зотов^{1,2} Николай Сидоренков³
Кристиан Бизуар⁴

¹ГАИШ МГУ

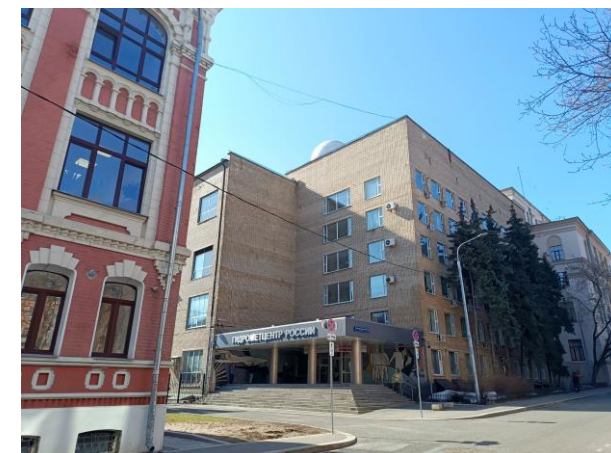
²МИЭМ НИУ ВШЭ

³Гидрометцентр РФ

⁴Парижская обсерватория

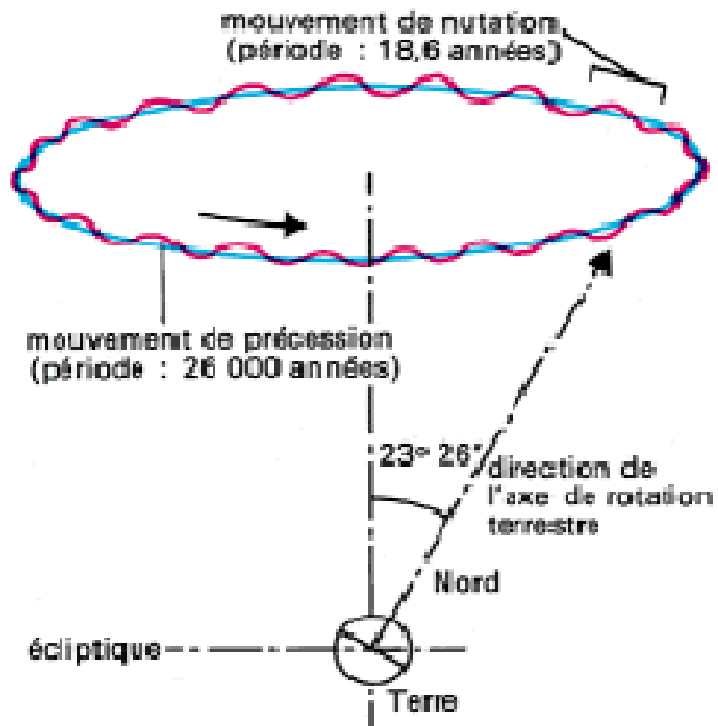
29 апреля 2026 г

Москва

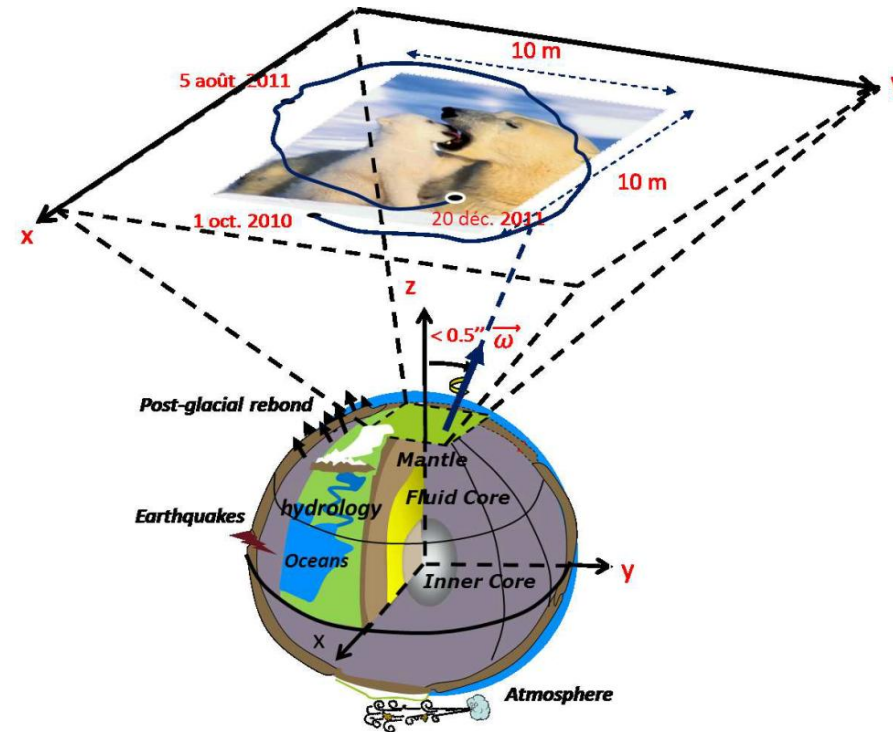


Прецессия, нутация и движение полюса

Прецессия (вековая) и нутация (периодическая) земной оси с периодами 25 700, 18.6, 1, 0.5 лет, обусловленные внешним моментом сил от Луны и Солнца



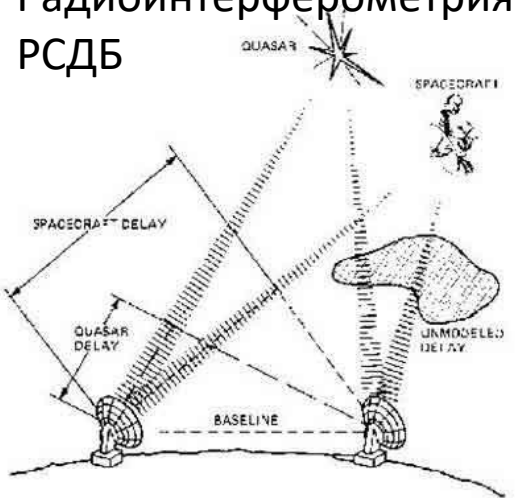
Движение полюса амплитудой до 10 метров обусловленное геофизическими процессами – обменом угловым моментом между океаном, атмосферой и твердой землей



Средства космической геодезии, используемые для изучения вращения Земли



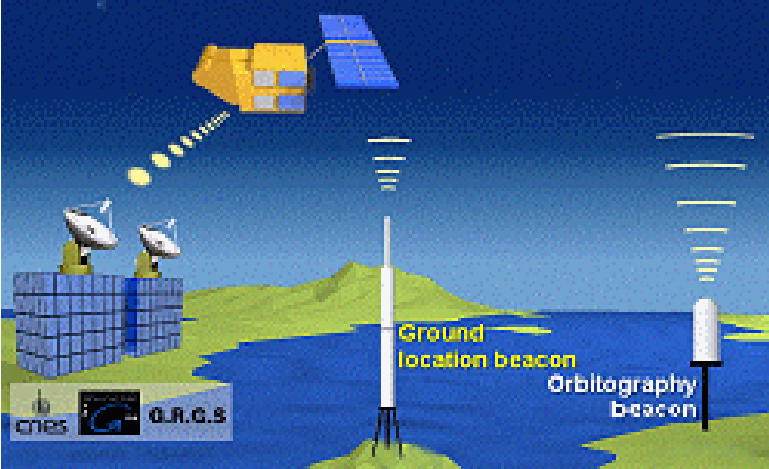
Межконтинентальная
Радиоинтерферометрия
РСДБ



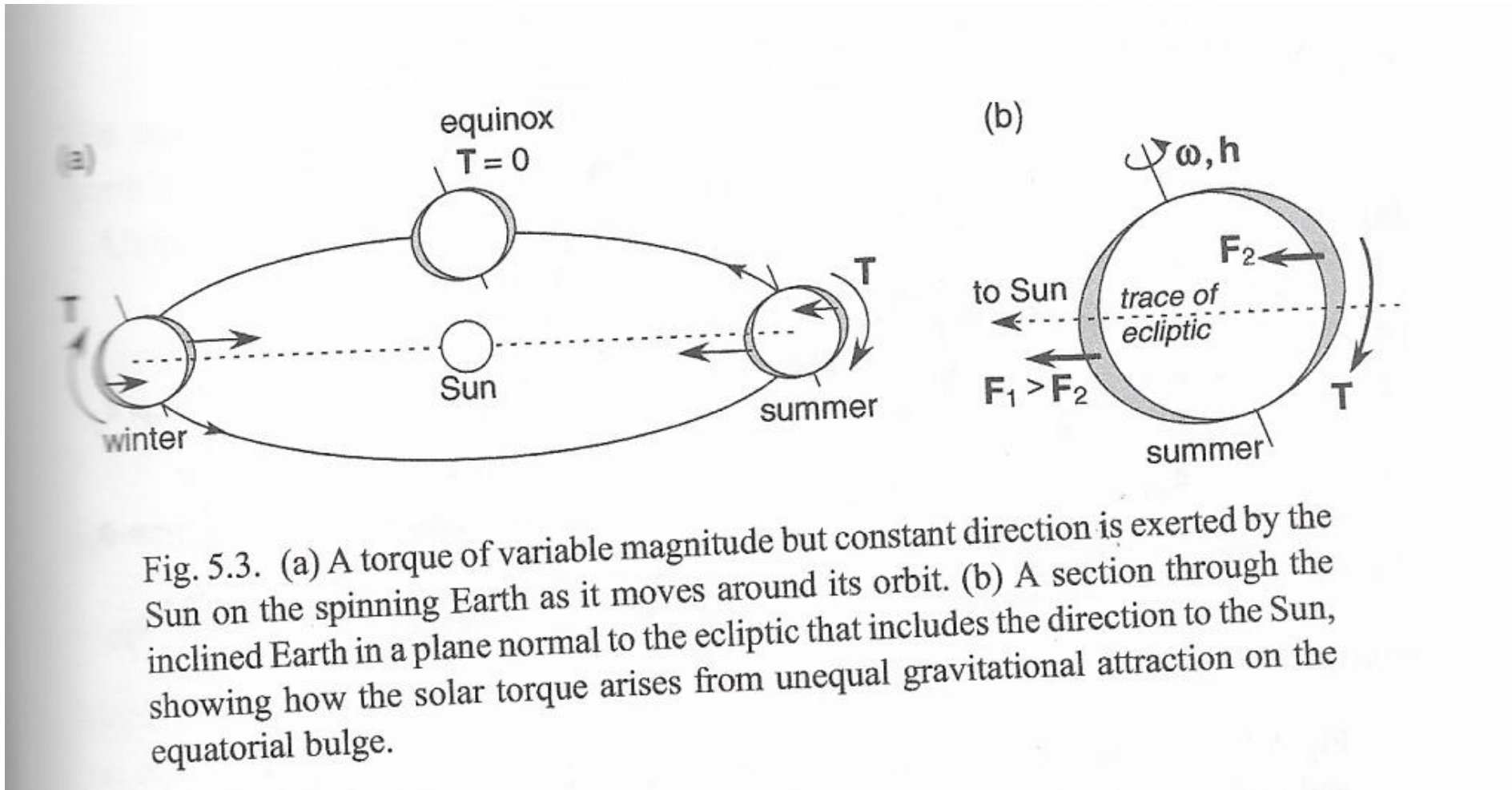
Спутник
LAGEOS
с отража-
телями

Лазерная локация Луны и спутников

Доплеровская орбитография DORIS



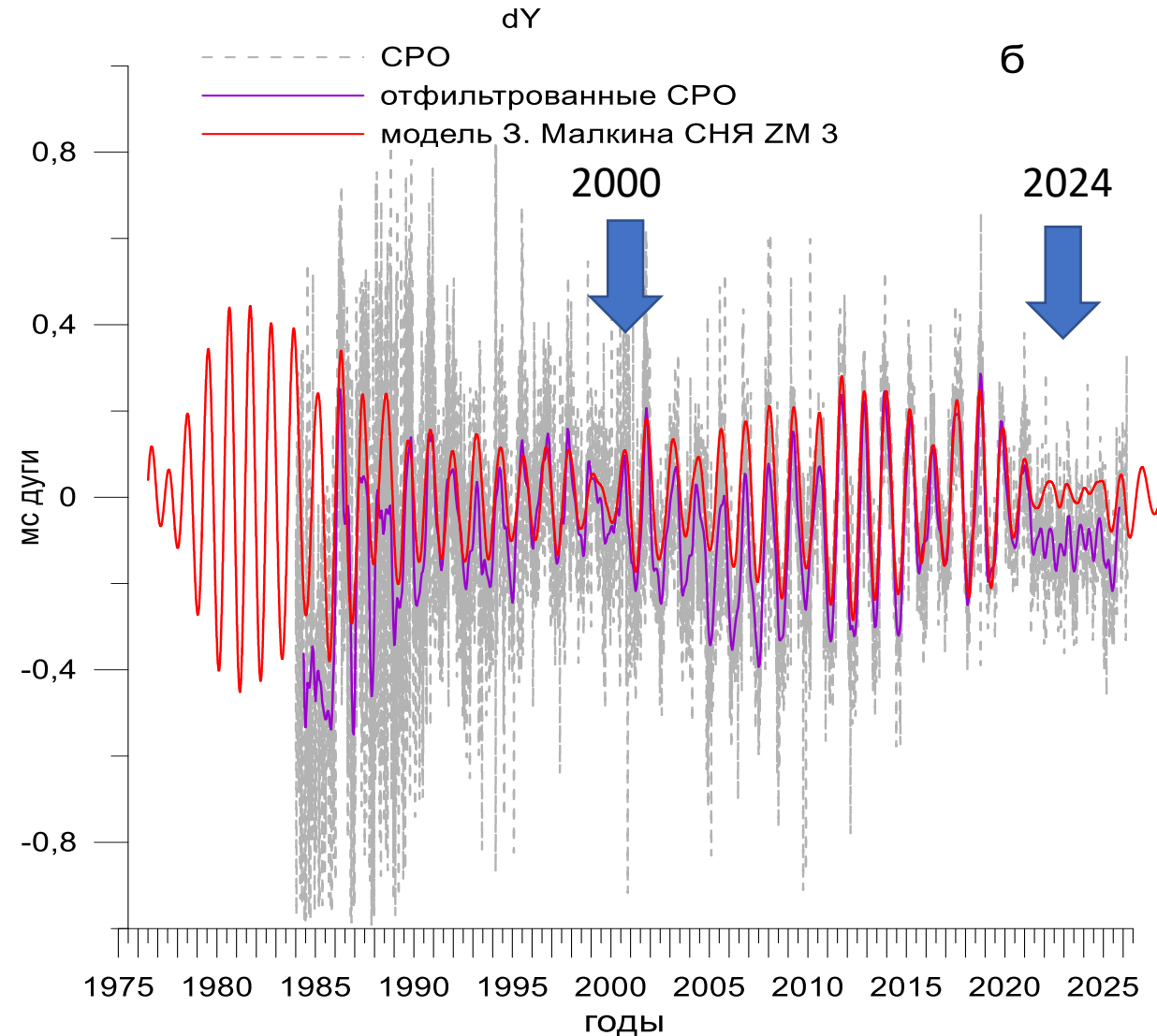
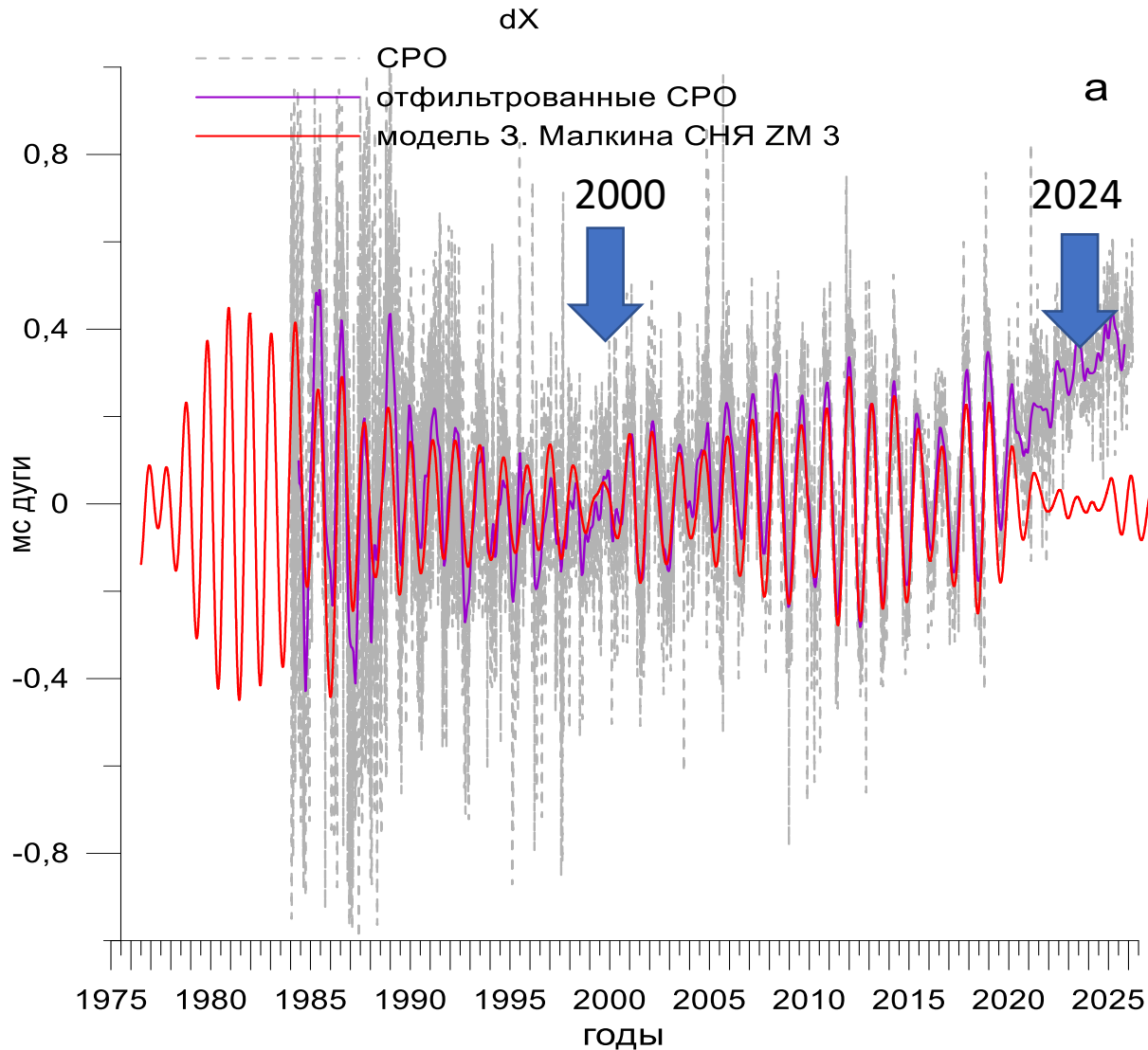
Момент сил от притяжения Луной и Солнцем экваториального вздутия Земли



Какие параметры вращения Земли (ПВЗ) в последние годы проявили аномалии:

- Исчез сигнал свободной нутации ядра (СНЯ) в 2020-е гг.
- Скорость вращения Земли достигла векового максимума (минимума ΔLOD) в 2023-2025 гг.
- Исчезло и снова пошло, перевернувшись, Чандлеровское движение полюса (ЧДП) в 2017-2020 гг.

Свободная нутация ядра (СНЯ или FCN) в смещении небесного полюса (СРО)



УДК 521.933

ДИНАМИКА ЗЕМНОГО ЯДРА ПО ДАННЫМ РСДБ-НАБЛЮДЕНИЙ

© 2009 г. В. С. Губанов*

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербурге
Поступила в редакцию 06.06.2008 г.

Вращение Земли сопровождается свободными близзучными колебаниями ее жидкого ядра во внутренней полости нижней мантии, которые возмущают кинетический момент всей Земли и создают дополнительную свободную нутацию небесного полюса, называемую Free Core Nutation (FCN). Эта нутация вызывает резонансы в суточных приливах и в разложениях вынужденной лунно-солнечной нутации, поэтому ее изучение, особенно уточнение периода FCN, имеет принципиально важное значение для теории вращения Земли. В настоящей работе параметры FCN определены из совместного анализа равноотстоящих рядов координат методами FCN определены из совместной обработки данных наблюдений методом радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами (РСДБ) на глобальных сетях станций за период 1984.0–2008.4 гг. Международными службами IERS (International Earth Rotation and Reference System Service, Париж, Франция) и NEOS (U.S. National Earth Orientation Service, Вашингтон, США). Применение скользящего фильтра метода наименьших квадратов (СФМНК) к этим данным показало, что среднее за указанный интервал времени значение периода FCN существенно отличается от теоретического, а ее фаза меняется в широких пределах. Методом средней квадратической коллокации (СКК) получена новая более точная стохастическая модель FCN, анализ которой методом обглагой позволил обнаружить длительные линейные тренды фазы, что ставит под сомнение не только принятое значение периода FCN, но и его устойчивость, а значит, и устойчивость резонансных эффектов в лунно-солнечной нутации Земли.

Ключевые слова: вращение Земли, свободная нутация ядра, РСДБ-наблюдения.

DYNAMICS OF THE EARTH'S CORE FROM VLBI OBSERVATIONS, by V. S. Gubanov. The Earth's rotation is accompanied by free circadian oscillations of its liquid core in the inner cavity of the lower mantle, which perturb the angular momentum of the entire Earth and produce an additional free nutation of the celestial pole called Free Core Nutation (FCN). Since this nutation causes resonances in the diurnal tides and in the expansions of luni-solar nutation, its study, especially an improvement of the FCN period, is of fundamental importance for the theory of the Earth's rotation. In this paper, the FCN parameters have been determined from a joint analysis of equidistant series of coordinates of the celestial pole obtained from the combined processing of VLBI observations on global networks of stations for the interval 1984.0–2008.4 by IERS (International Earth Rotation and Reference System Service, Paris, France) and NEOS (National Earth Orientation Service, Washington, USA). Applying a moving least-squares filter (MLSF) to these data has shown that the FCN period averaged over this time interval differs significantly from the theoretical one and its phase varies over a wide range. Using the mean quadratic collocation (MQC) method, we have obtained a new, more accurate stochastic FCN model. Its analysis by the envelope method has revealed long-term linear phase trends, calling into question not only the adopted FCN period but also its stability and, hence, the stability of the resonant effects in the Earth's luni-solar nutation.

PACS numbers : 95.10.Jk; 95.75.Kk

Key words: Earth's rotation, free core nutation, VLBI observations.

ВВЕДЕНИЕ

Вращение Земли сопровождается свободными колебаниями небесного промежуточного полюса

(Celestial Intermediate Pole — CIP), вызванными динамикой ее жидкого ядра. В проекции на небесную сферу движение CIP происходит в обратном направлении (по часовой стрелке), поэтому в дальнейшем будем называть его “обратным” (Retrograde Free Core Nutation — RFCN), а его период считать

*Электронный адрес: gubanov@ira.lv.ru

Таблица 1. Коэффициенты (0,001)

Порядок полинома
0
1
2
3
4

отрицательным. По видимому, это связано с тем, что в 1994–1998 гг. (Донгом (1994–1992.5 г) (–430.3 средн. амплитуда) (0,001) кунд дуги — 0,001 накоплено до 1979–2008 гг. по уточнить э RFCN, рекомендованной IERS (Херр уже перемену (–430.2). Это новейшей теорией (2002) и (Херрных эффектах солнечной нутации Международной службы в 2000 г. в к (Маккарти, ядра не вклее неустойчиво ляться из на

Между тем, в 2004 г. что не тол изменяются об изменч в актуальн ко, отмети параметро характер. координат центрах а разную пр методы об воречивы является нативным локации (ся как д



2. Принятый службой IERS период RFCN, равный –430.2 сут получен по РСДБ-наблюдениям за 1985–2000 гг. и не соответствует данным за весь интервал наблюдений 1984–2008 гг.

3. Передаточная функция (1) построена для периода –430.2 сут, однако для других периодов RFCN можно пользоваться ее модификацией (2).

4. В настоящее время невозможно уверенно назвать причину остановки и перестройки процесса RFCN, поскольку мы еще мало знаем о динамике недр Земли. Думается, что эти явления связаны не только с электромагнитным сцеплением жидкого ядра и нижней мантии, но с масштабным обменом вещества между ними.

Analysis of the Earth's Free Core Nutation Based on VLBI Observations Processing

R. M. Urunova, S. L. Kurdubov

Transactions of IAA RAS, issue 70, 50–55 (2024)

DOI: [10.32876/AplAstron.70.50-55](https://doi.org/10.32876/AplAstron.70.50-55)

Keywords: Free Core Nutation, Very Long Baseline Interferometry, earth orientation parameters

[About the paper](#)

[Full text](#)

Abstract

The goal of this research is to study changes in the corrections to the coordinates of Earth's celestial pole for the period 1979 to 2022, as observations. It is supposed that these changes can be described by an empirical model of the Earth's free core nutation. The current model which corresponds to a period of approximately -430 days, with variable phase and amplitude. The disadvantage of this model is that it is within a limited observation interval on which they were originally based. Therefore, the decision was made to develop a new empirical model for predictions for any moment in time, regardless of the interval on which it was computed. The input data for this model consists of a series of the celestial pole obtained after secondary processing of VLBI observations using the QUASAR software package.




During the research, spectral analysis was employed to extract the frequency characteristics of the changes in the celestial pole coordinates of the corrections is uneven, the Lomb-Scargle periodogram was constructed for its analysis. The spectrum of the series obtained was compared with a uniform time series of the Earth Orientation Parameters (EOP) of finals, as provided by International Earth Rotation and Reference System analysis of a uniform series included the construction of a Fourier spectrum, which can only be applied to a uniform series. To make the corrections uniform and uneven series correct, the Lomb-Scargle periodogram was constructed, since it is applicable in both cases. We considered the spectrum of the beating that occurred when two harmonics were superimposed. To determine the frequencies and amplitudes of these harmonics the method was applied, and then the nonlinear least squares method was used to refine the calculated values. Next, we compared the result with the accepted single-frequency model having variable phase and amplitude. The Lambert model was used as such a model.

As a result, we derived an empirical model of the Earth's free core nutation, which includes a set of coefficients calculated based on the data obtained are described by periods of -422 and -441 days. This model can be utilized to correct predicted correction series for the coordinates.

phase lag is commonly attributed to electromagnetic (EM) coupling between the core and the electrically conducting lower mantle^{3;4;5}. However, estimates of mantle conductivity and radial magnetic field strength at the CMB suggest these effects are insufficient⁶. We show that the missing dissipation arises naturally from the excitation of internal waves in the fluid core by topographic features at

Communication

Detection of a New Large Free Core Nutation Phase Jump

Zinovy Malkin^{1,*}, Santiago Belda^{2,3} and Sadegh Modiri⁴

¹ Pulkovo Observatory, St. Petersburg 196140, Russia

² University of Alicante VLBI Analysis Centre (UAVAC), University of Alicante, 03080 Alicante, Spain

³ Image Processing Laboratory (IPL)—Laboratory of Earth Observation (LEO), University of Valencia, 46980 Valencia, Spain

⁴ Department Geodesy, Federal Agency for Cartography and Geodesy (BKG), 60322 Frankfurt am Main, Germany

* Correspondence: malkin@gaoran.ru or zmalkin@zmalkin.com

Abstract: We announce the detection of a new large jump in the phase of the free core nutation (FCN). This is only the second such large FCN phase jump in more than thirty years of FCN monitoring by means of a very long baseline interferometry (VLBI) technique. The new event was revealed and confirmed by analyzing two FCN models derived from a long-time series of VLBI observations. The jump started in 2021 and is expected to last until the late fall of 2022. The amplitude of the phase jump is expected to be approximately 3 rad, which is as much as 1.5 times larger than the first phase jump in 1999–2000. A connection of the new FCN phase jump with the recent geomagnetic jerk started in 2020 is suggested.

Constraints on Earth's Core-Mantle boundary from nutation

J. Requier^{1*}, S. A. Triana¹, A. Barik², D. Abdulah³, W. Kang³

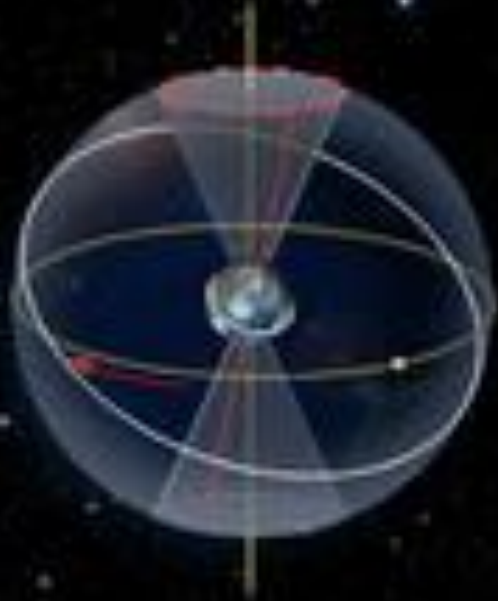
¹Royal Observatory of Belgium, 3 avenue circulaire, 1180 Brussels, Belgium

²Johns Hopkins University, 3400 North Charles Street, Baltimore, MD 21218, USA

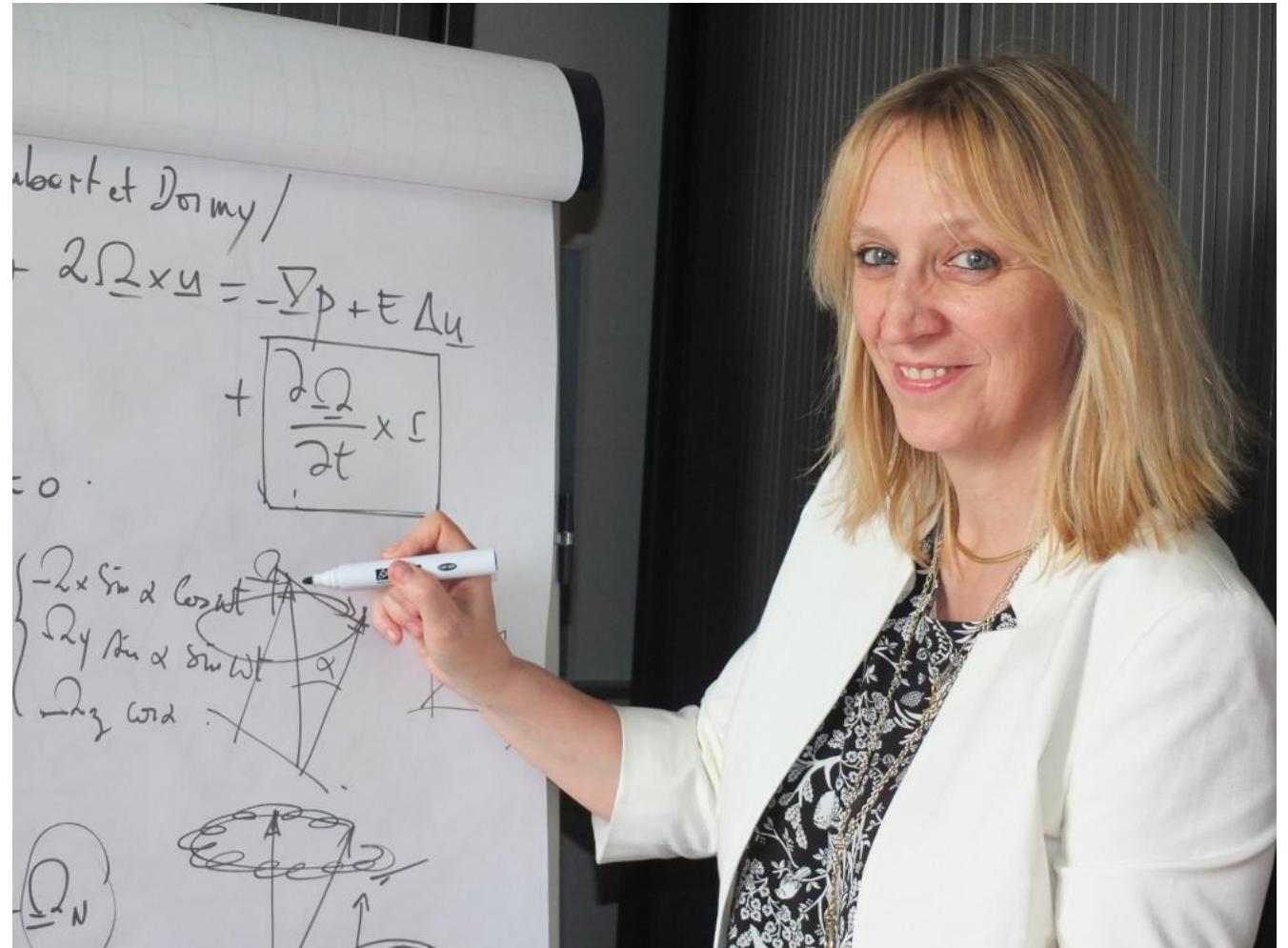
³Earth, Atmospheric and Planetary Science, Massachusetts Institute of Technology, USA

*Corresponding author. Email: jeremy.requier@observatory.be.

July 14, 2025



Precession, Nutation, and Wobble of the Earth



$$\omega_{\text{fen}} = -\Omega - \left(1 + \frac{A_f}{A_m}\right) \left(e_f - \beta + K_{\text{cmb}} + \frac{A_s}{A_f} K_{\text{icb}}\right) \Omega,$$

Аспекты теории вращения Земли

гироскоп



$$\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} + (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{H}) = \mathbf{\Lambda},$$

$$\mathbf{H} = \mathbf{I}\boldsymbol{\omega} + \mathbf{h}.$$

Закон сохранения момента импульса в неподвижной и вращающейся системах

$$\left(\frac{d\mathbf{H}}{dt}\right)_S = \mathbf{L}, \quad \frac{d\mathbf{H}}{dt} + \boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{H} = \boldsymbol{\Gamma},$$

Комплексная запись для момента импульса

$$\chi = \frac{c}{(C-A)} + \frac{h}{\Omega(C-A)},$$

$$m = p - \frac{i}{\Omega}\dot{p}.$$

$$\frac{i}{\sigma_e}\dot{p} + p = \chi^{mass} + \chi^{motion} = \chi.$$

изменения тензора инерции c (компонента массы) и их производные h (компонента движения)

Уравнения Эйлера вращения твердой Земли

$$\frac{d\omega_1}{dt} + \frac{I_3 - I_2}{I_1}\omega_2\omega_3 = 0,$$

$$\frac{d\omega_2}{dt} + \frac{I_1 - I_3}{I_2}\omega_3\omega_1 = 0,$$

$$\frac{d\omega_3}{dt} + \frac{I_2 - I_1}{I_3}\omega_1\omega_2 = 0.$$

$$\frac{d\omega_1}{dt} = -\sigma_e\omega_2, \quad \frac{d\omega_2}{dt} = \sigma_e\omega_1,$$

Эйлера частота

$$\sigma_e = \Omega \frac{C - \frac{A+B}{2}}{\frac{A+B}{2}}.$$

Вектор угловой скорости

$$\boldsymbol{\omega}_0 + \delta\boldsymbol{\omega} = \Omega \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ 1 + m_3 \end{bmatrix}.$$

Тензор инерции

$$\mathbf{I} + \delta\mathbf{I} = \begin{bmatrix} A + c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & B + c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & C + c_{33} \end{bmatrix}.$$

Комплексное уравнение для движения полюса

$$\frac{i}{\sigma_e}\dot{m} + m = \Psi,$$

$$\dot{m}_3 = \dot{\Psi}_3,$$

$$m = m_1 + im_2, \quad c = c_{13} + ic_{23},$$

$$\Psi_1 = \frac{1}{\Omega^2(C-A)} \left(\Omega^2 c_{13} + \Omega \dot{c}_{23} + \dot{h}_2 + \Omega h_1 \right),$$

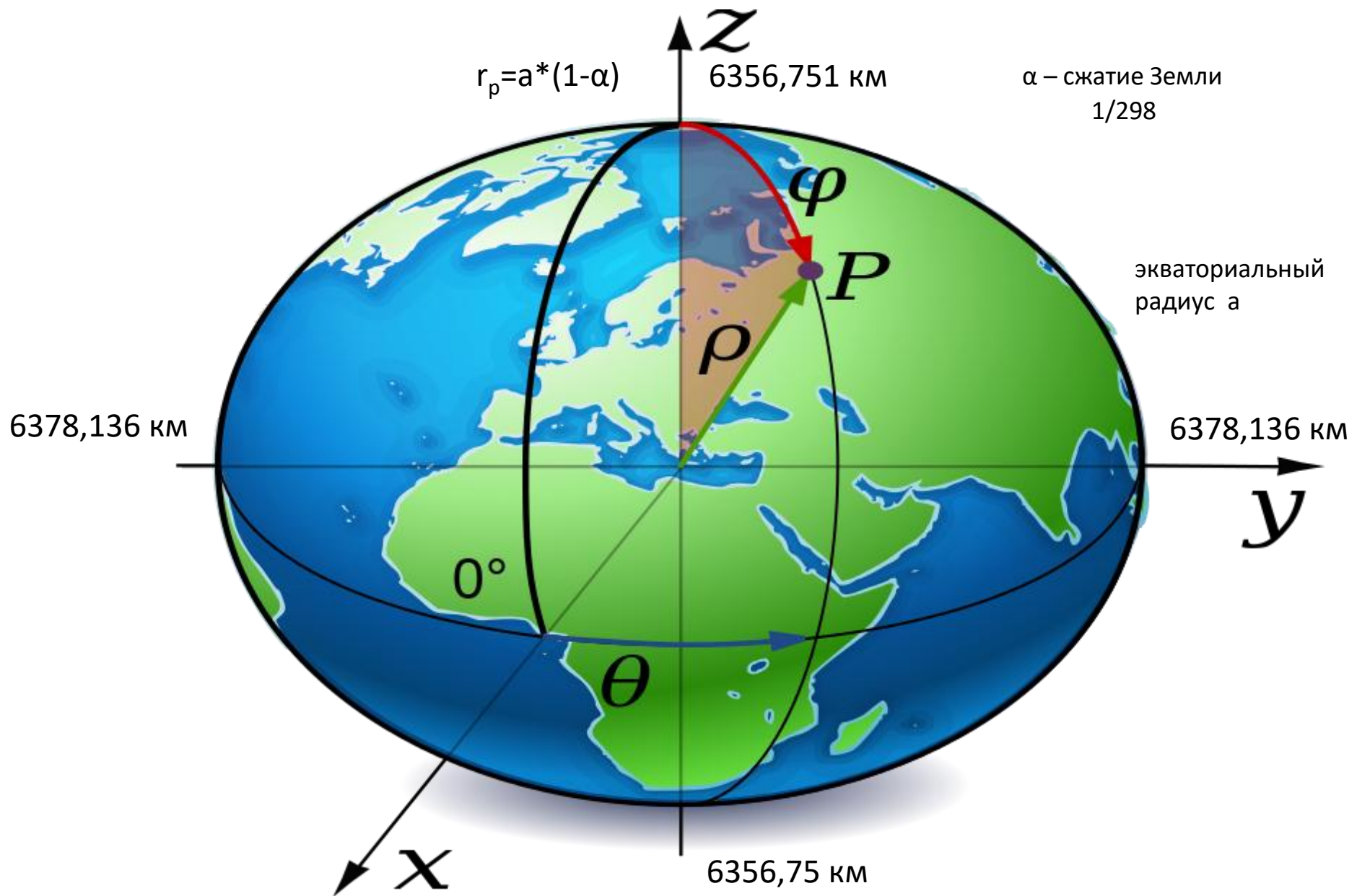
$$\Psi_2 = \frac{1}{\Omega^2(C-A)} \left(\Omega^2 c_{23} - \Omega \dot{c}_{13} - \dot{h}_1 + \Omega h_2 \right).$$

$$\Psi_3 = \frac{1}{\Omega^2 C} \left(-\Omega^2 c_{33} - \Omega \dot{h}_3 \right).$$

$$\boldsymbol{\Lambda} = \dot{\boldsymbol{\Lambda}}_1 + i\dot{\boldsymbol{\Lambda}}_2$$

ВОЛЧОК



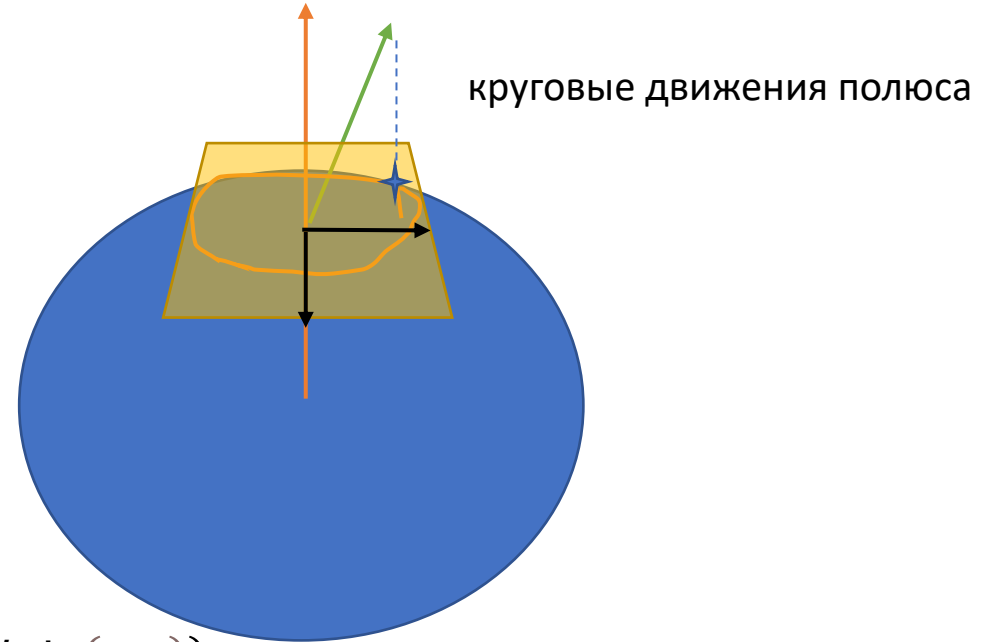


Комплексное линейризованное уравнение Эйлера-Лиувилля и движение полюса Земли

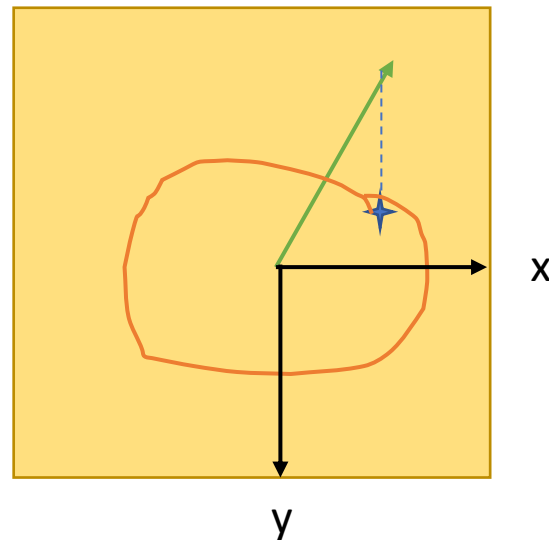
$$\frac{d\omega_1}{dt} = -\sigma_e \omega_2, \quad \frac{d\omega_2}{dt} = \sigma_e \omega_1,$$

$$\sigma_e = \Omega \frac{C - \frac{A+B}{2}}{\frac{A+B}{2}}.$$

период Эйлера 305 суток



$$m = (x - iy) = Ae^{i\sigma_e t} = A(\cos(\sigma_e t) + i \sin(\sigma_e t))$$



$$\frac{i}{\sigma_e} \dot{m} + m = \Psi,$$

Чандлеровское колебание полюса

Сет Карло Чандлер

$$\sigma_c = \sigma_e \frac{\left(1 - \frac{\bar{k}_2}{k_s}\right)}{\left(1 + e \frac{\bar{k}_2}{k_s}\right)} = 2\pi f_c \left(1 + \frac{i}{2Q}\right).$$

период Чандлера $T=433$ сут



S. C. Chandler

164

Earth's rotation

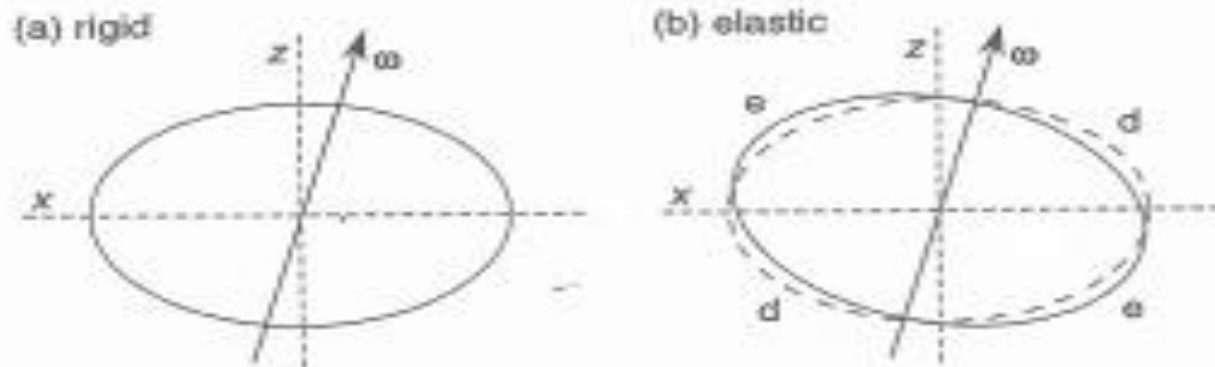
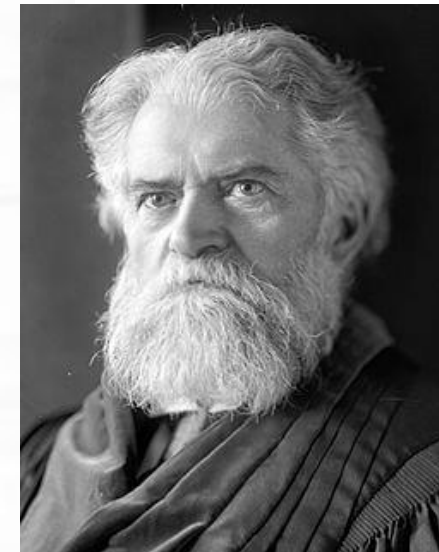
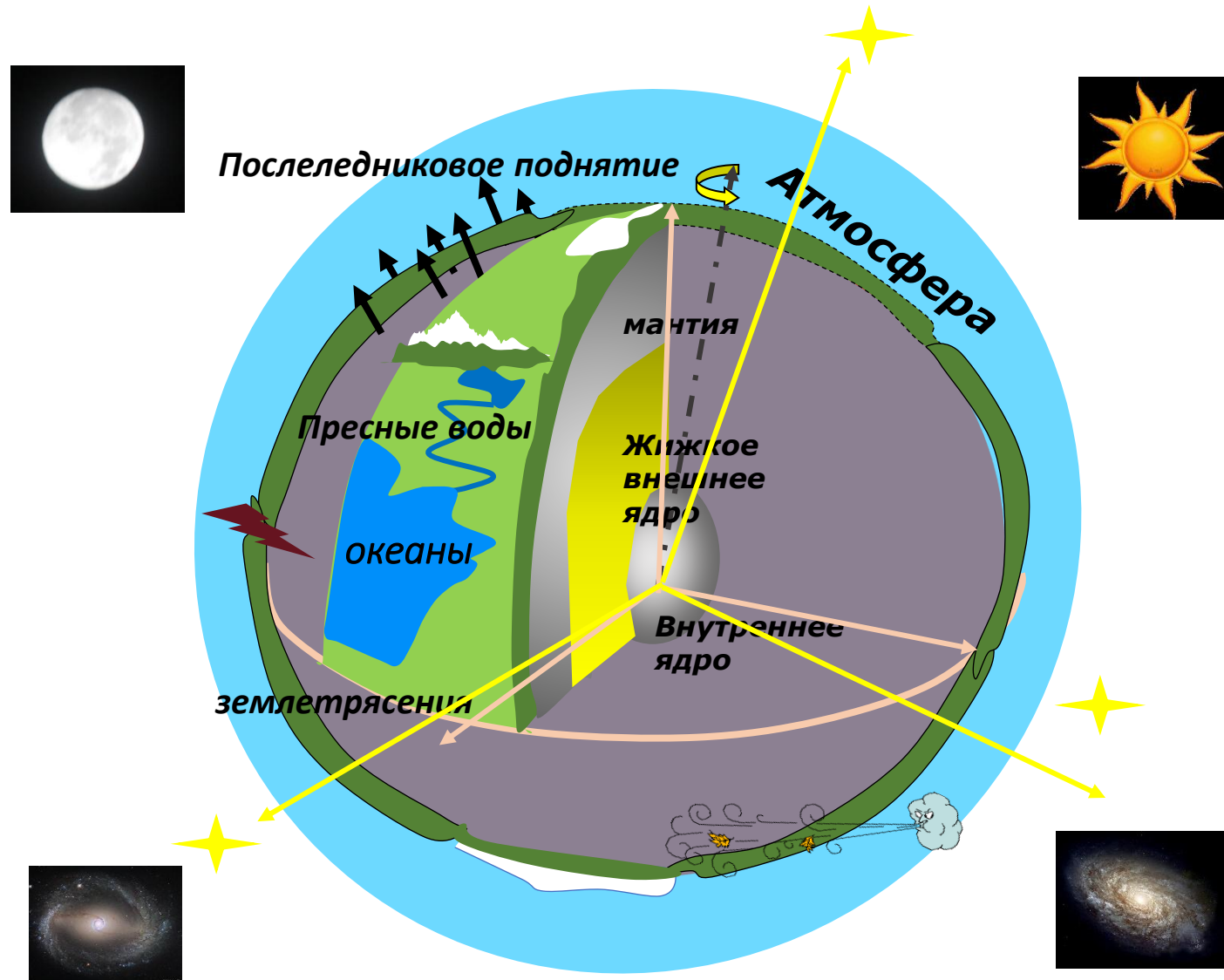


Fig. 5.9. (a) Displacement of the rotation axis of a *rigid* Earth results in Euler nutation without additional deformation. (b) The *elastic* Earth adjusts its shape to the displaced spin axis by deforming further, so that regions "e" lie above and regions "d" lie below the elliptical section (dashed) of the rigid body.



Саймон Ньюком

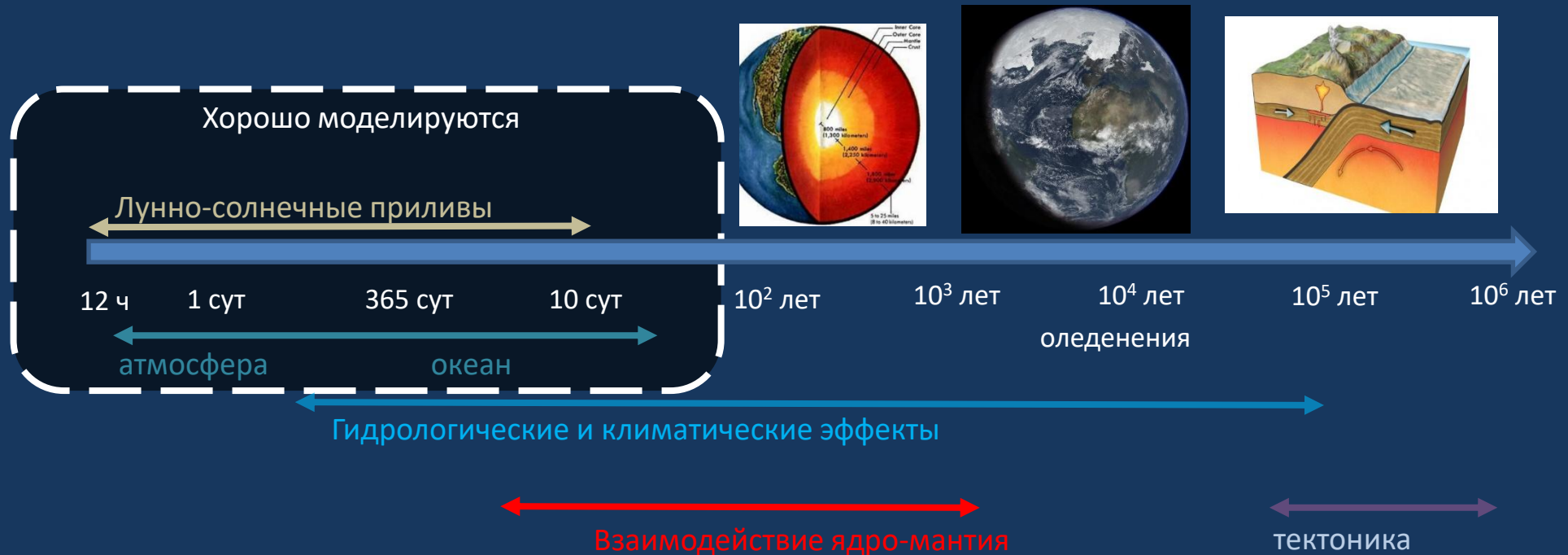
Оболочки Земли, участвующие в ее вращении



по К. Бизуару

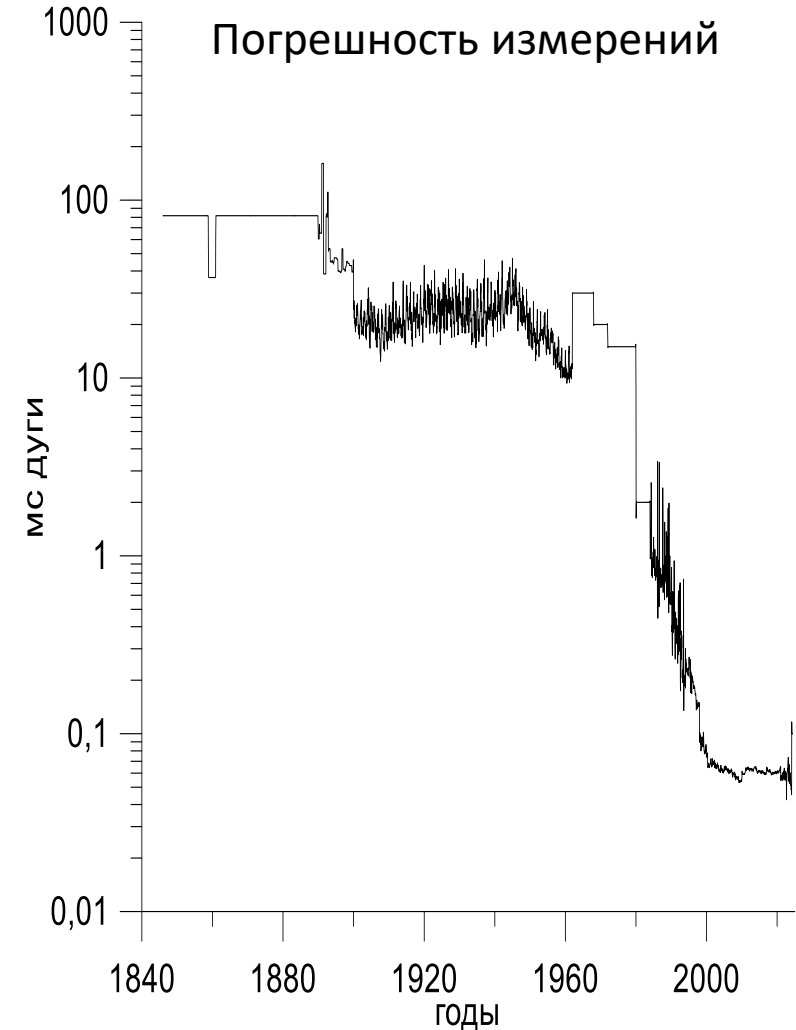
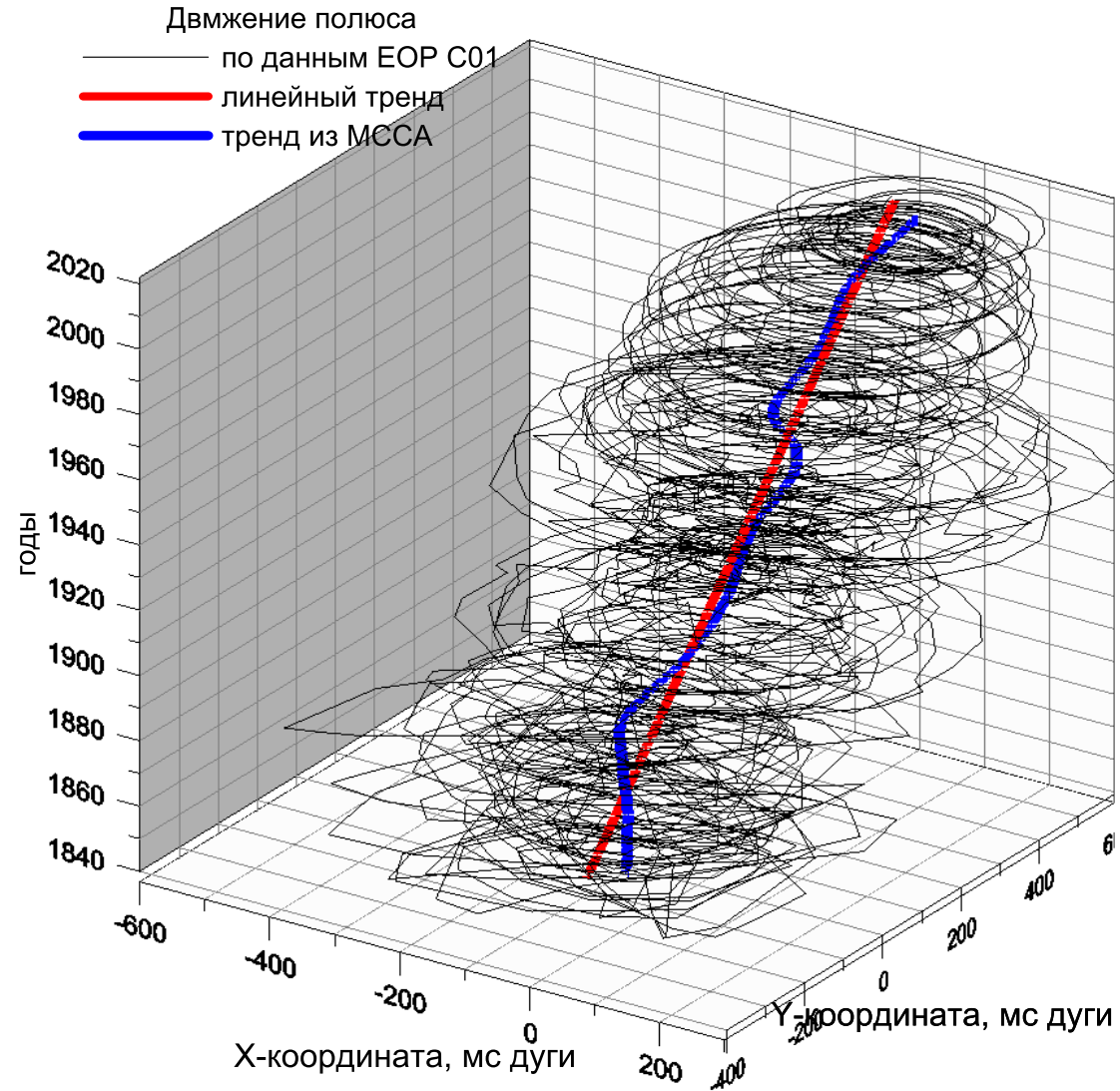
Геофизические процессы, влияющие на вращение Земли

от 1 до 1 000 000 лет

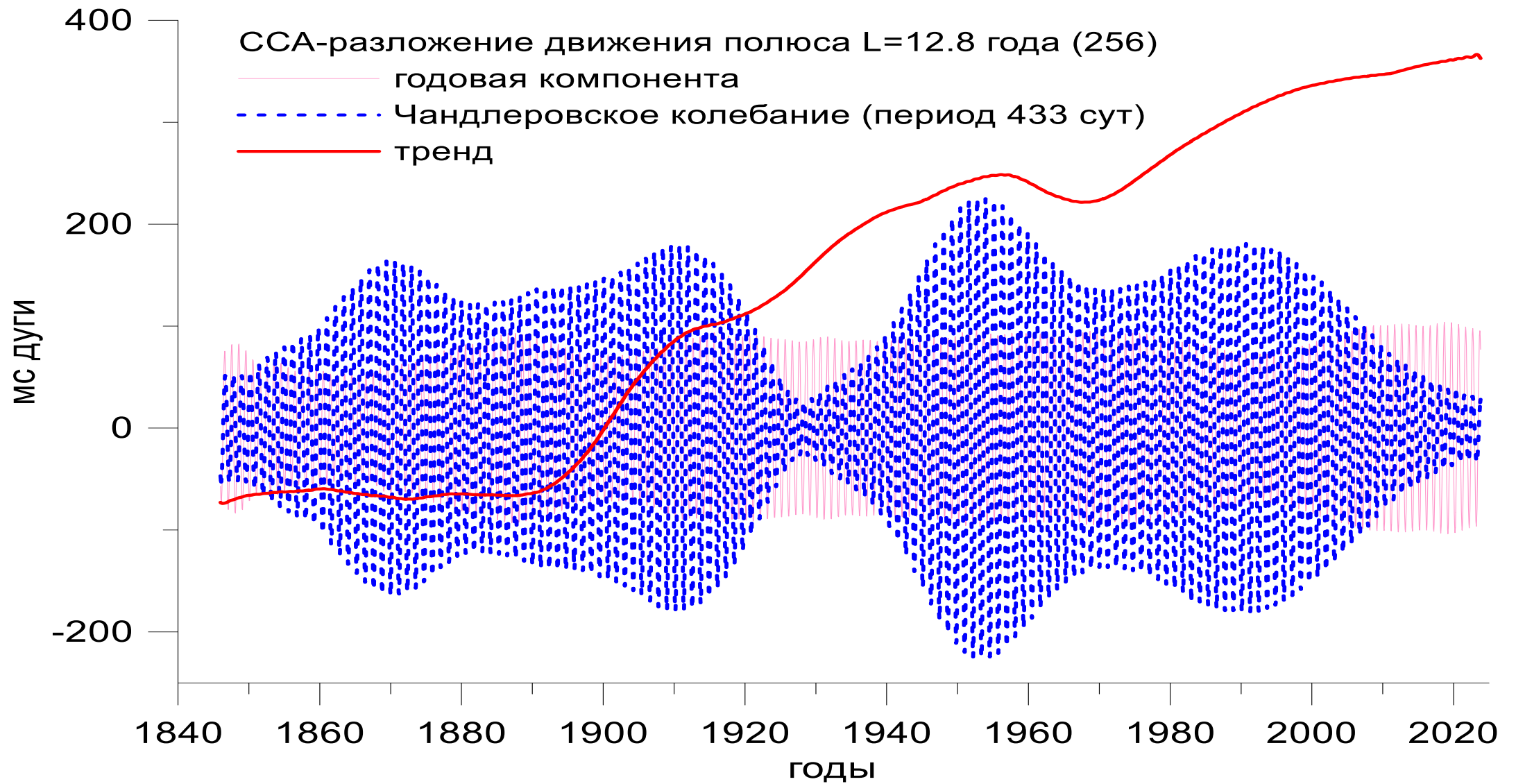


credit: C. Bizouard

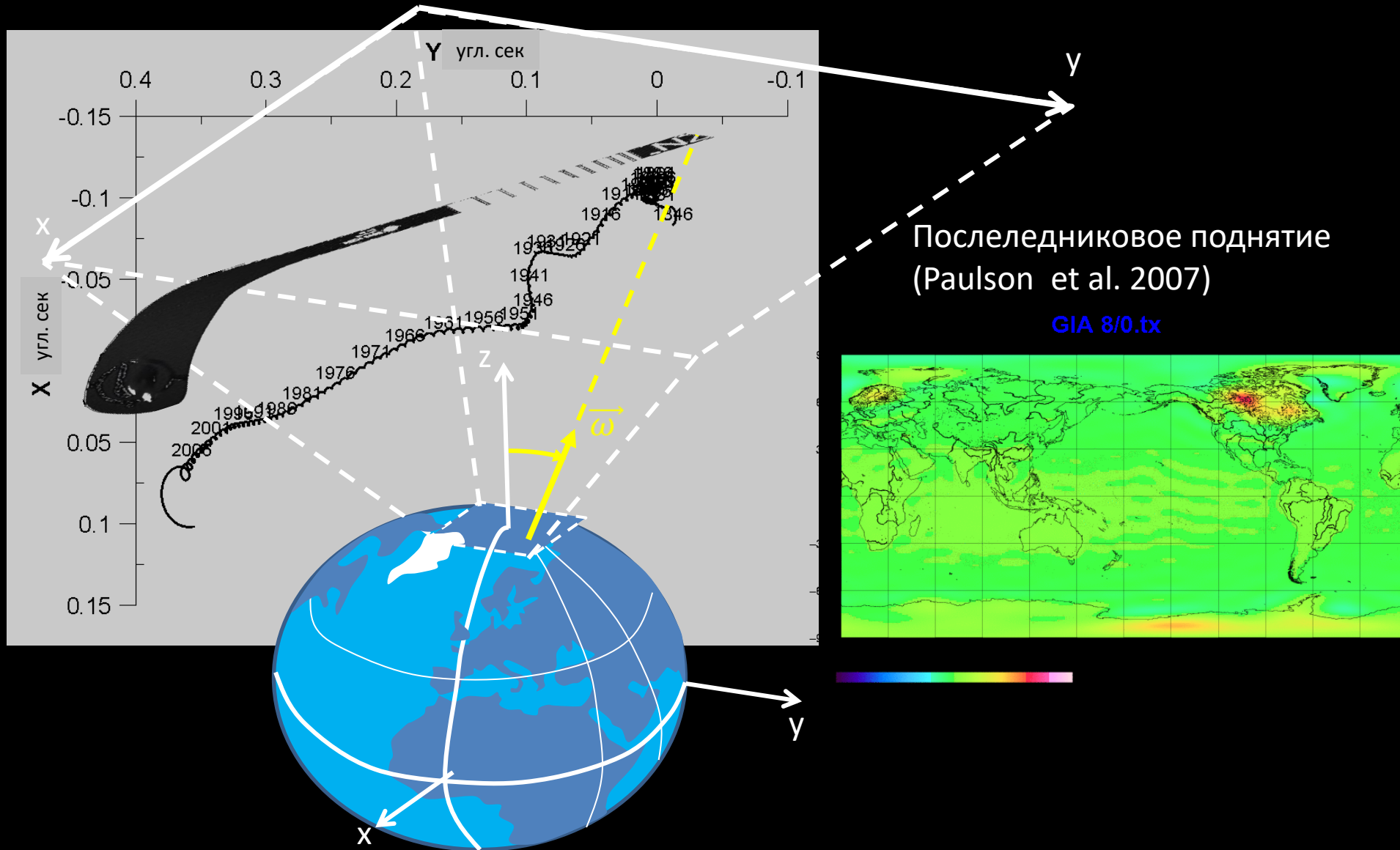
Движение полюса с 1846 по 2025 из бюллетеня EOP C01



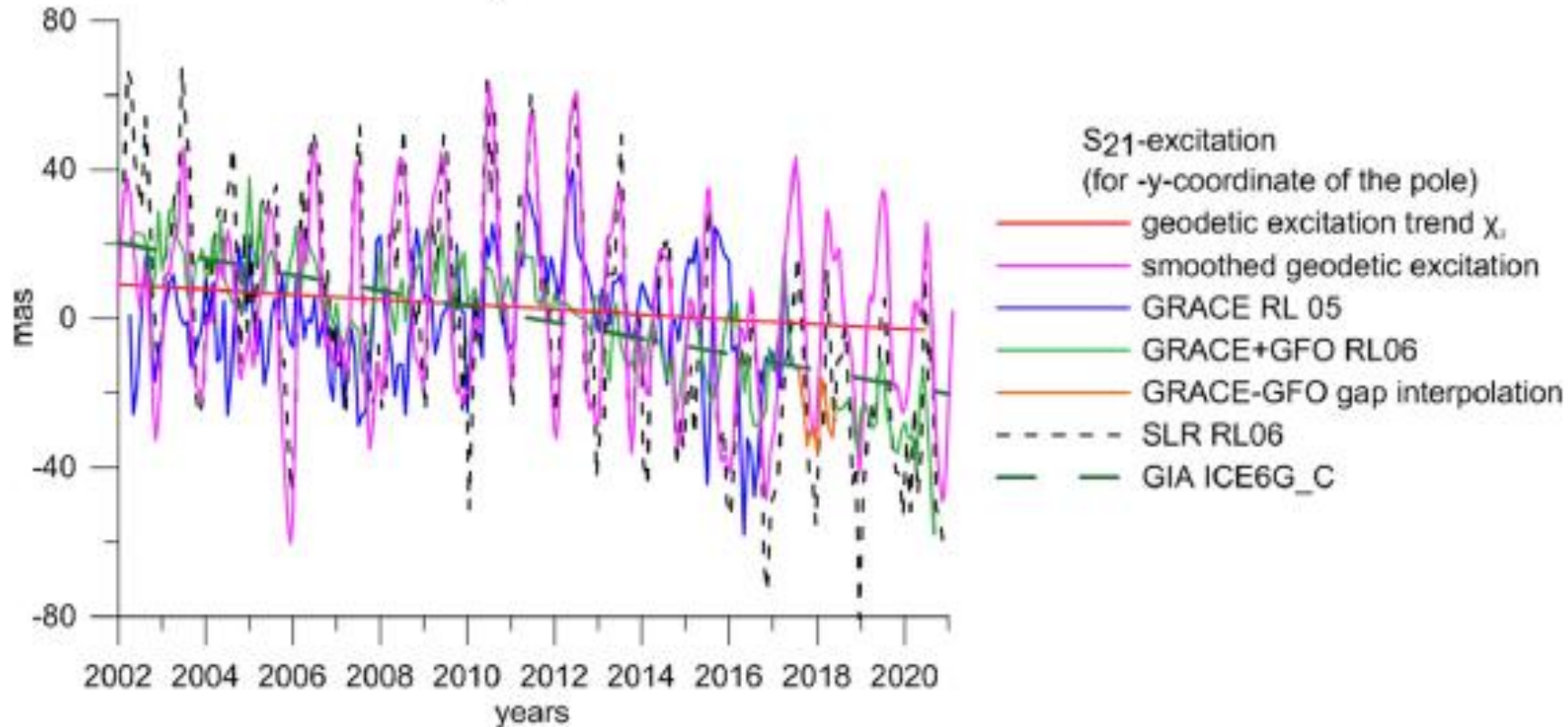
Сингулярный спектральный анализ и компоненты движения полюса ДП



Тренд движения полюса и последледниковое поднятие



Согласие коэффициентов C_{21} S_{21} по SLR и GRACE с трендами движения полюса



Климатологическое перераспределение масс ответственно за дрейф полюса.

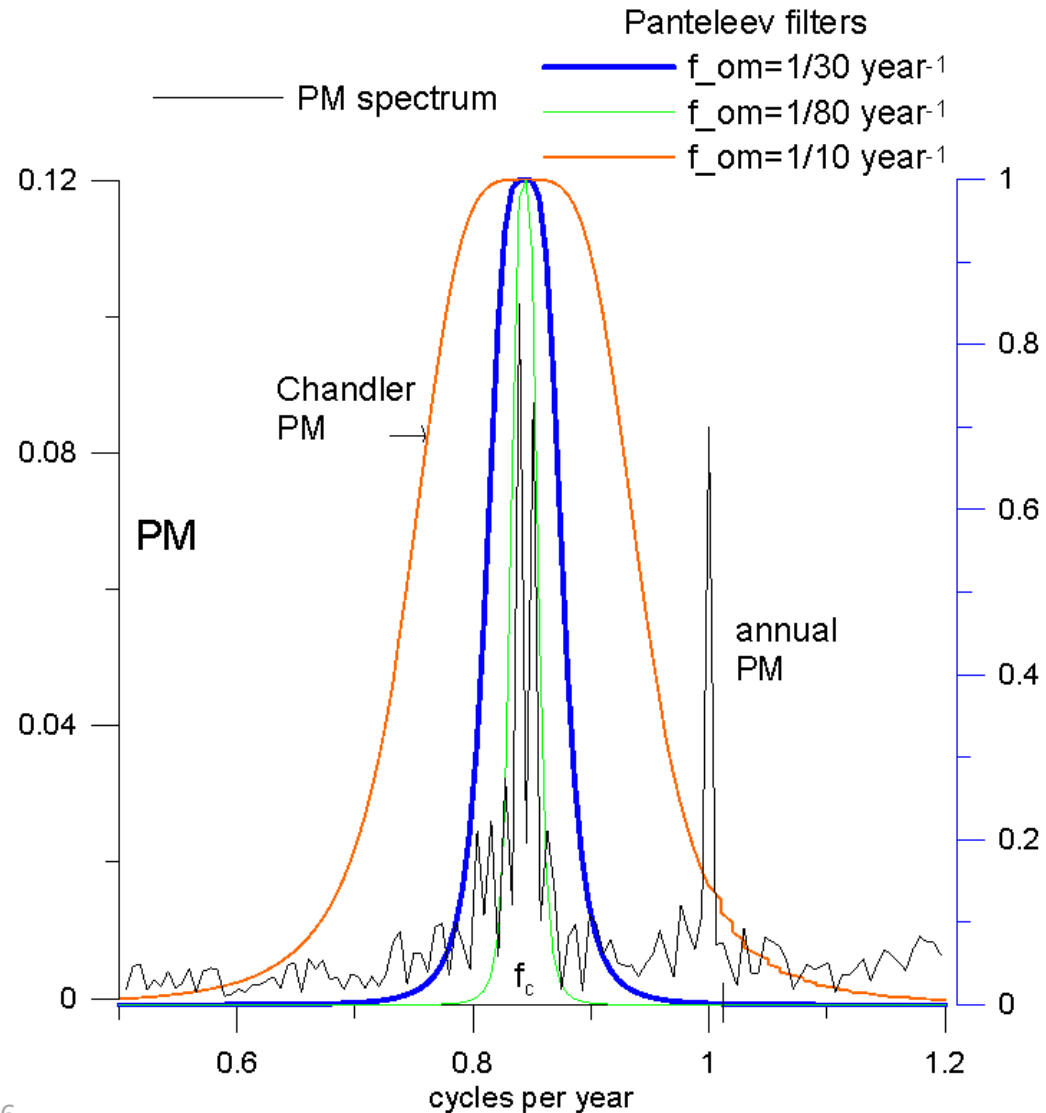
L. Zotov, Ch. Bizouard, C.K. Shum, Ch. Zhang, N. Sidorenkov, V. Yushkin, [Analysis of Earth's Polar Motion and Length of Day Trends in Comparison with Estimates Using Second Degree Stokes Coefficients from Satellite Gravimetry](#), Advances in Space Research, N69, 2022, pp. 308-318, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.09.010>

Фильтрация Пантелеева в чандлеровском диапазоне частот



В.Л. Пантелеев

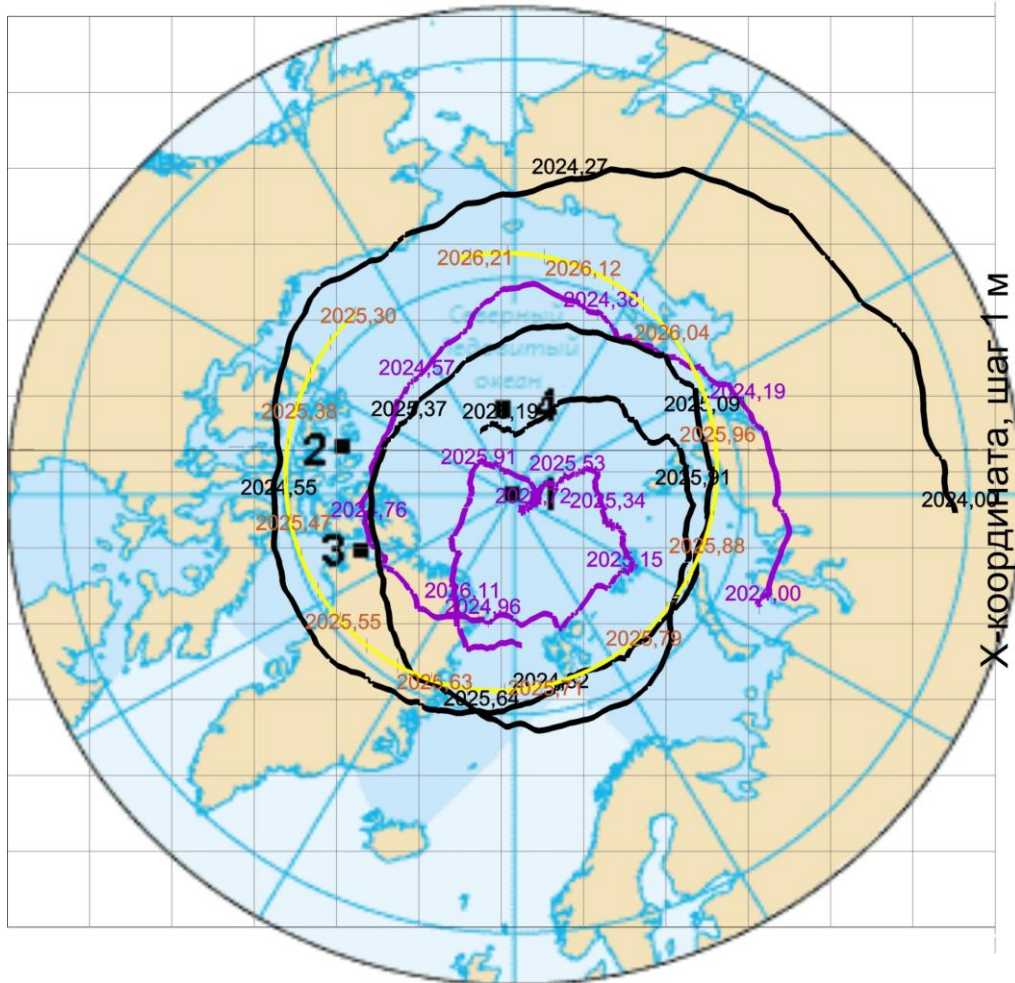
Несколько гармоник включают в себя информацию об изменениях амплитуды и фазы ЧДП



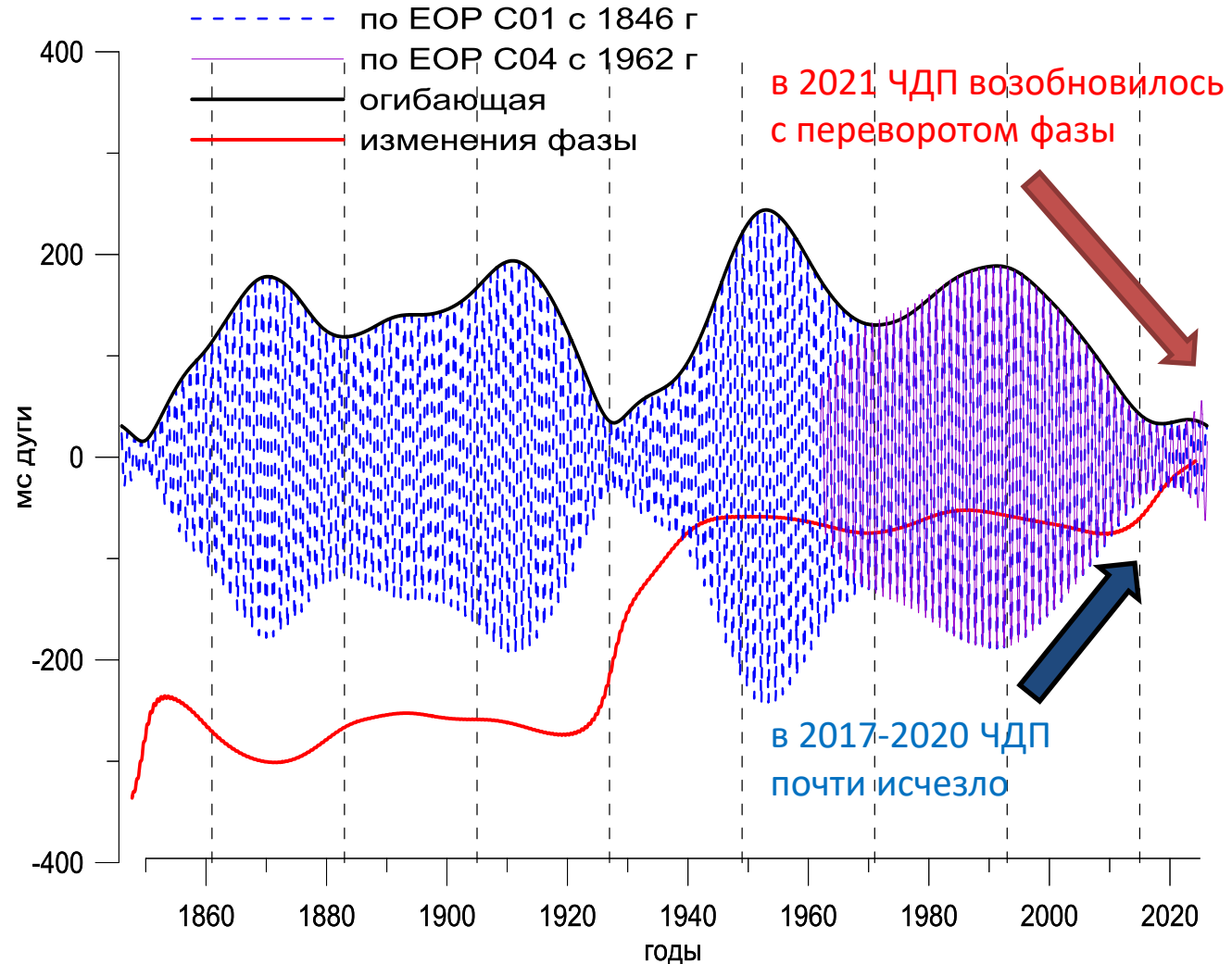
Чандлеровское движение полюса (ЧДП) 1846 - 2025 и изменения его фазы

- Движение полюса
- по данным EOP C01
 - Чандлеровское колебание
 - + — ДП за вычетом годового колебания
 - годовое колебание

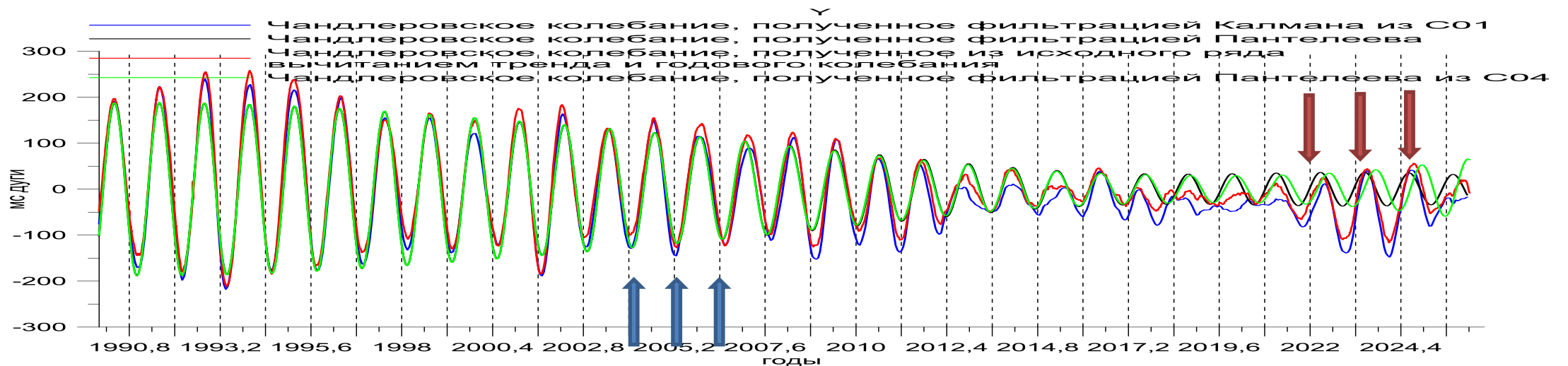
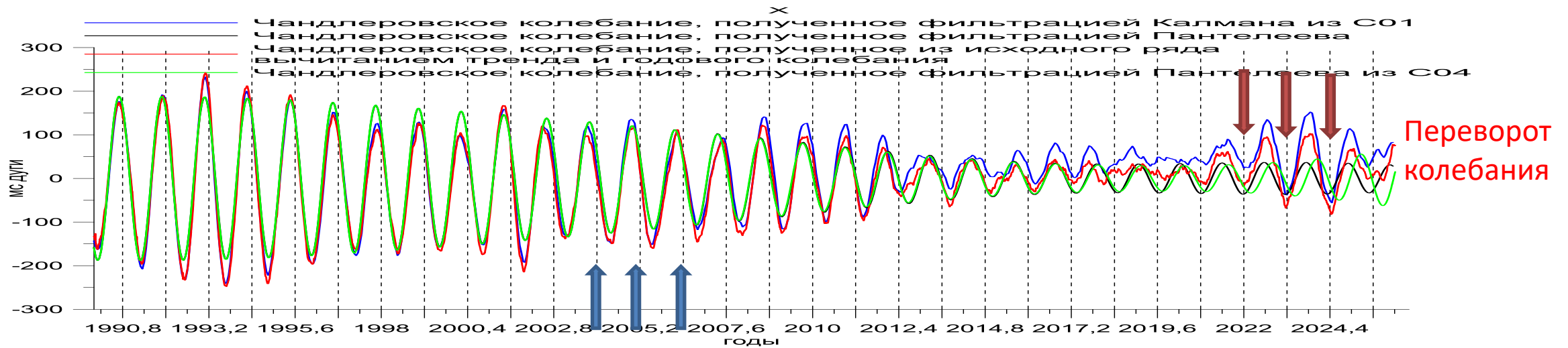
Y-координата, шаг 1 м



Отфильтрованное ЧДП
(X-координата)



Чандлеровское движение полюса



Л. Зотов, Н. Сидоренков, К. Бизуар, Аномалии Чандлеровского колебания в 2010е гг,
Вестник МГУ, Том. 77, N. 3, стр.55-58, 2022, DOI:10.3103/S0027134922030134

**PHYSICS OF EARTH, ATMOSPHERE,
AND HYDROSPHERE**

Anomalies of the Chandler Wobble in 2010s

L. V. Zotov^{1,2*}, N. S. Sidorenkov³, and Ch. Bizouard⁴

**Continental and oceanic AAM contributions to Chandler
Wobble with the amplitude attenuation from 2012 to 2022**

Xue-Qing Xu^{1,2}, Ming Fang¹, Yong-Hong Zhou^{1,2}, Xin-Hao Liao^{1,2}

1. Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030, China

2. Key Laboratory of Planetary Sciences, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030, China

**The First-time Absence of the Chandler Wobble
since 2015 and its Implications for Excitation
Processes**

Ryuji Yamaguchi (✉ jiktm@eis.hokudai.ac.jp)

Hokkaido University: Hokkaido Daigaku <https://orcid.org/0000-0001-5210-9428>

Masato Furuya

Hokkaido University: Hokkaido Daigaku

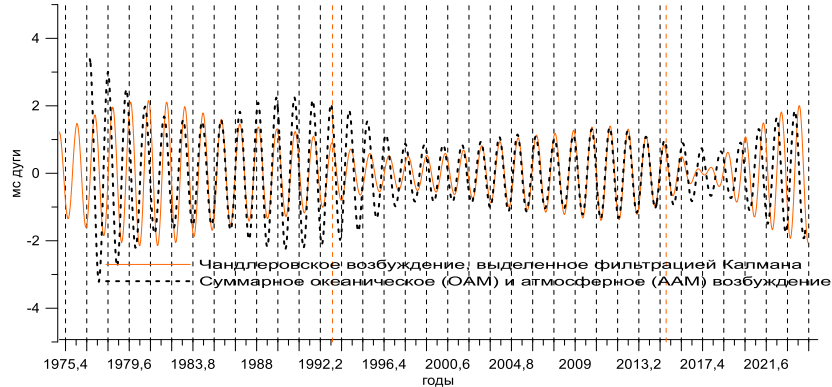
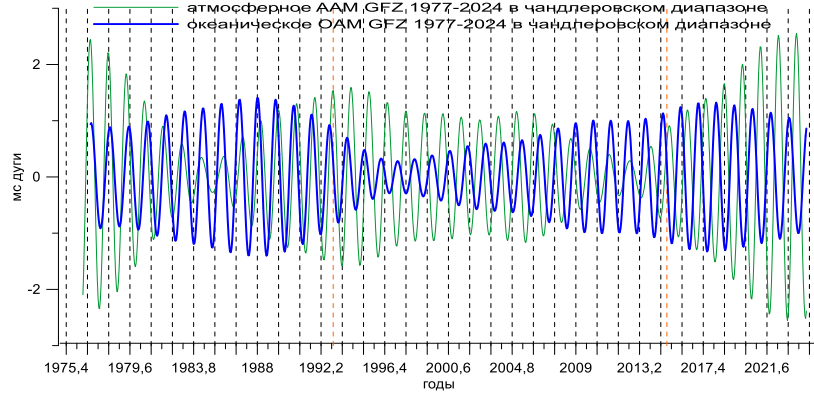
Уравнение Эйлера-Лиувилля для движения полюса

$$\frac{i}{\sigma_e} \dot{p} + p = \chi^{mass} + \chi^{motion} = \chi, \quad \chi = \frac{c}{(C-A)} + \frac{h}{\Omega(C-A)},$$

$$\chi_e^{mass} = \frac{1 + k'_2}{1 - \tilde{k}_2/k_s} \chi^{mass}, \quad \chi_e^{motion} = \frac{1}{1 - \tilde{k}_2/k_s} \chi^{motion}.$$

AAM OAM

Входное возбуждение
атмосферное AAM, GFZ, 1977-2024 в чандлеровском диапазоне
океаническое OAM, GFZ, 1977-2024 в чандлеровском диапазоне



возбуждение

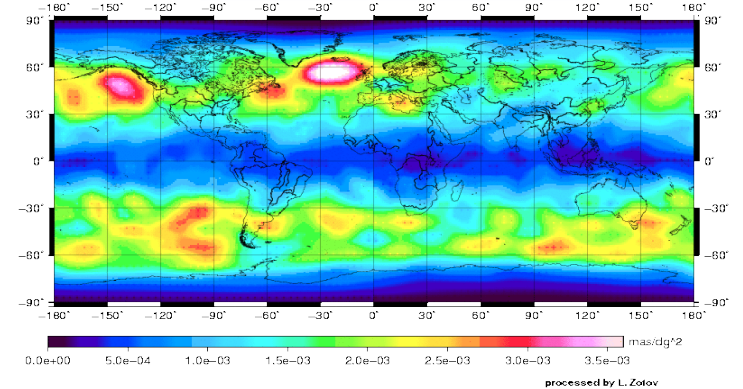
геодезическое

геофизическое

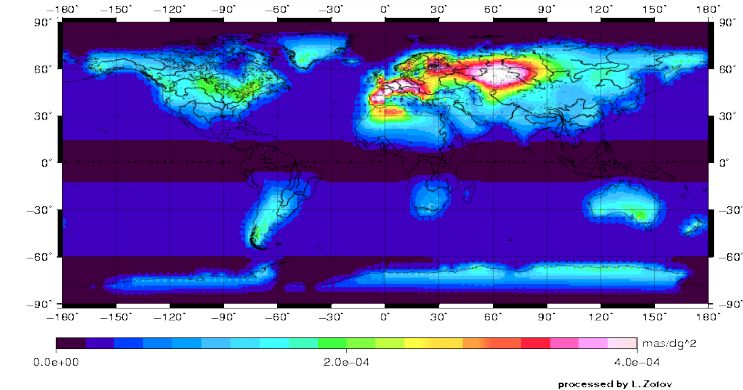
$$\frac{i}{\sigma_e} \frac{dp(t)}{dt} + p(t) = \chi^{tot}(t),$$

любое значительное
перераспределение масс
или движение вдоль меридианов
в оболочках Земли
влияет на положение полюса

motion Chandler



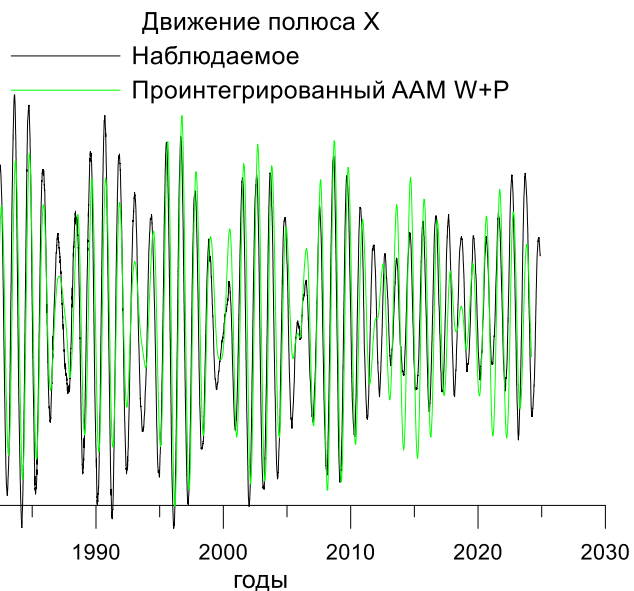
mass Chandler



Геодезическое возбуждение и AAM+OAM

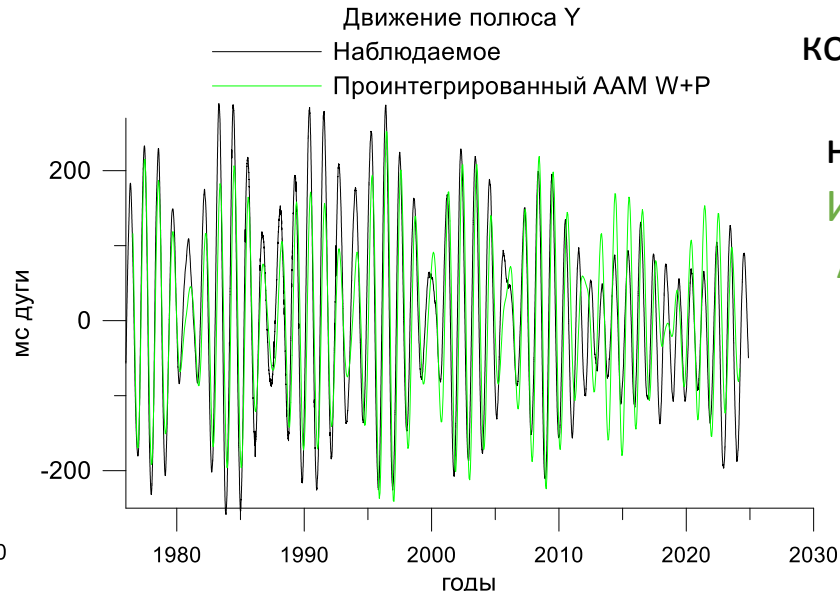
Атмосферное и океаническое влияние на ДП

координата полюса X



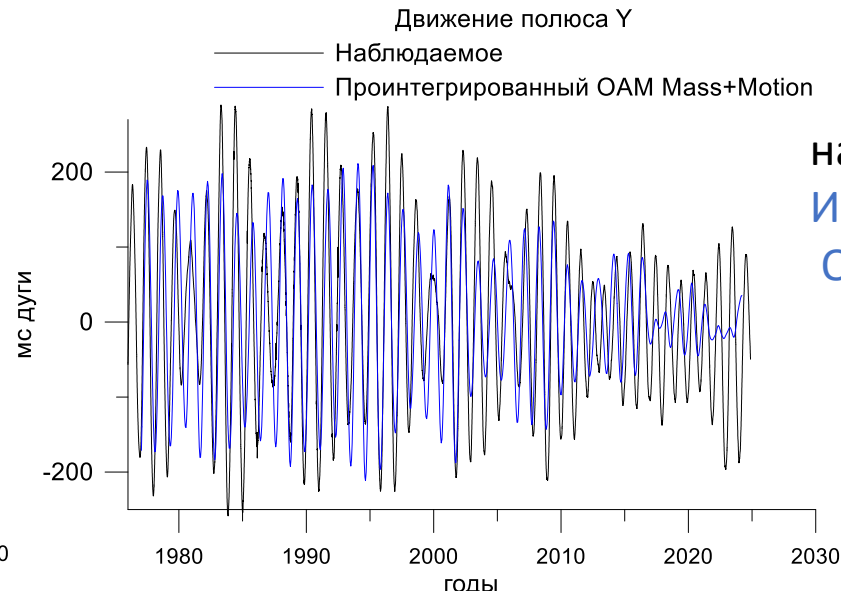
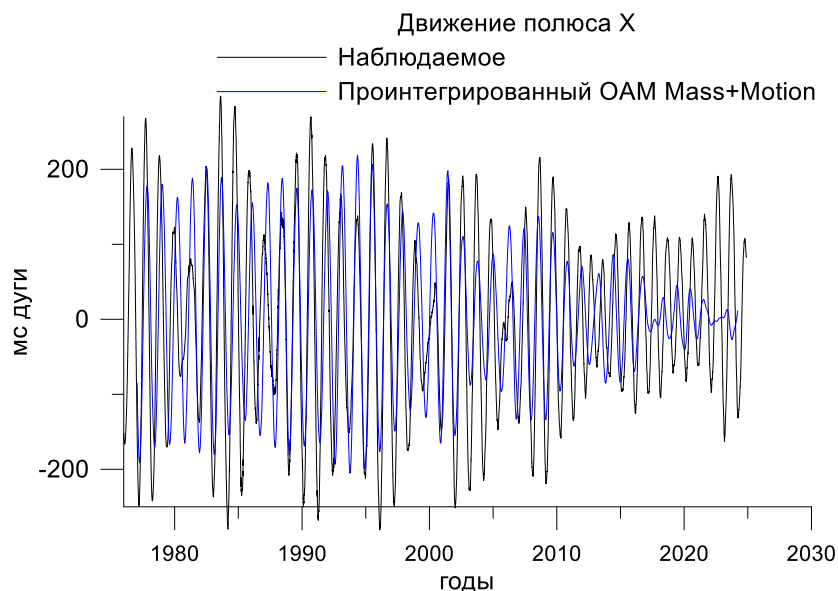
наблюдаемое
Интегрированное
ААМ W+P

координата полюса Y



наблюдаемое
Интегрированное
ААМ W+P

наблюдаемое
Интегрированное
ОАМ W+P

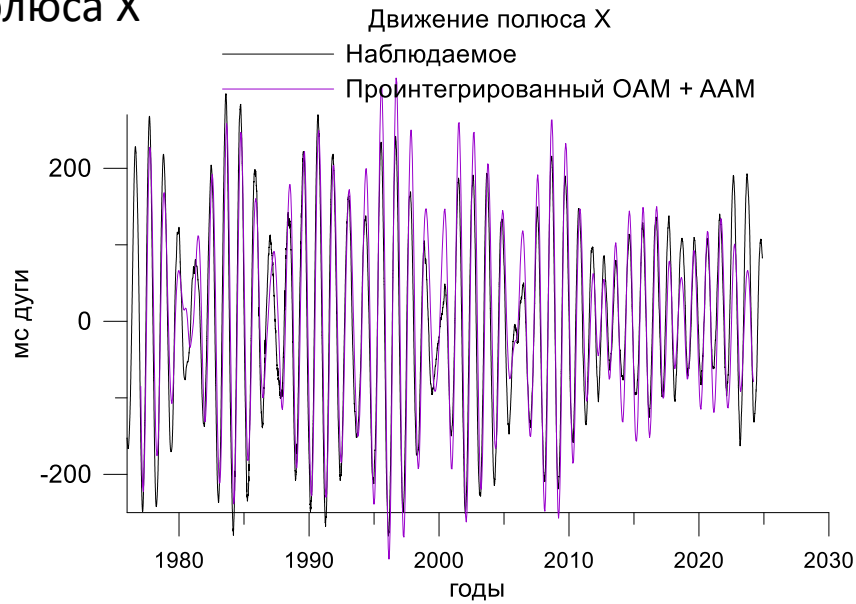


наблюдаемое
Интегрированное
ОАМ W+P

Сумма атмосферного и океанического влияния на ДП и ЧДП

координата полюса X

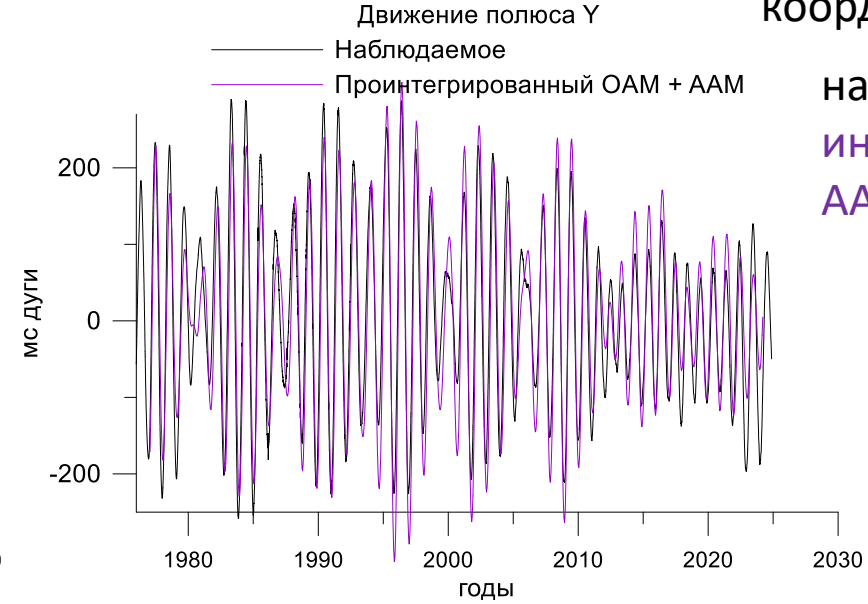
наблюдаемое
интегрированное
AAM + OAM



Движение полюса Y

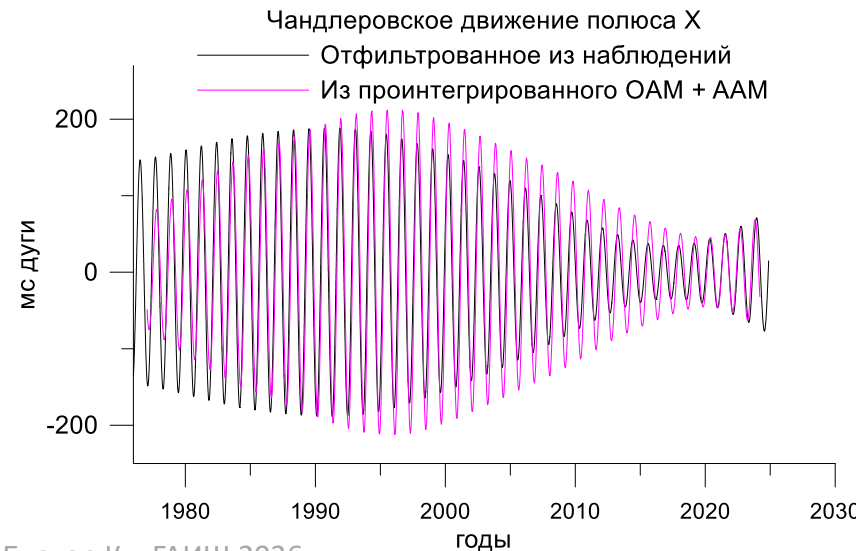
координата полюса Y

наблюдаемое
интегрированное
AAM + OAM



ЧДП
X

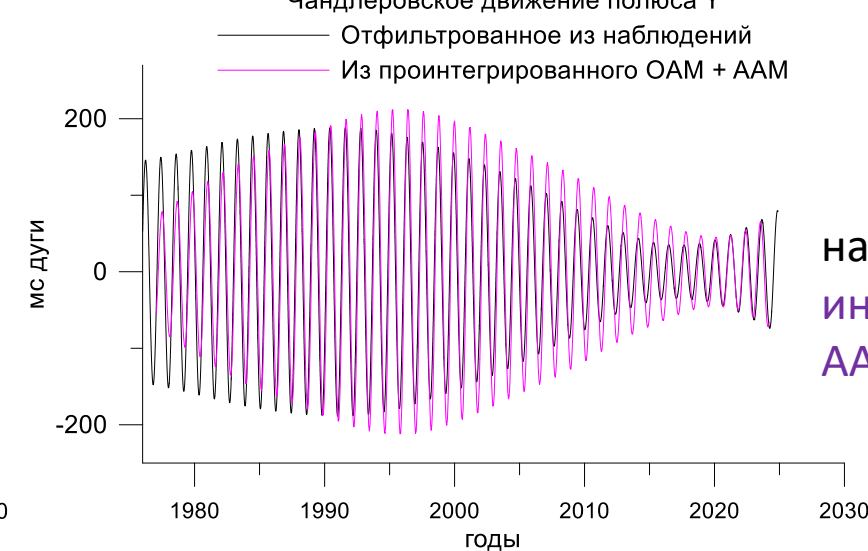
наблюдаемое
интегрированное
AAM + OAM



Чандлеровское движение полюса Y

ЧДП
Y

наблюдаемое
интегрированное
AAM + OAM



Чем интересны отклонения во вращении Земли

Они отражают геофизическую, климатическую, океанологическую обстановку, несут информацию о недрах планеты, посредством обратных связей влияют на динамику ее оболочек



Изучение причин вариаций параметров вращения Земли и их прогнозирование – фундаментальная научная задача, соприкасающаяся с вопросами геодезии, климатологии, геофизики, математики, обороны и др.

Где необходимо учитывать отклонения во вращении Земли

При осуществлении навигации по спутникам GPS, ГЛОНАСС, Beidou, Galileo



При выполнении точных геодезических работ с точными приборами (с гравиметрами, регистраторами приливов, уклонений отвесной линии УОЛ и т.п.)



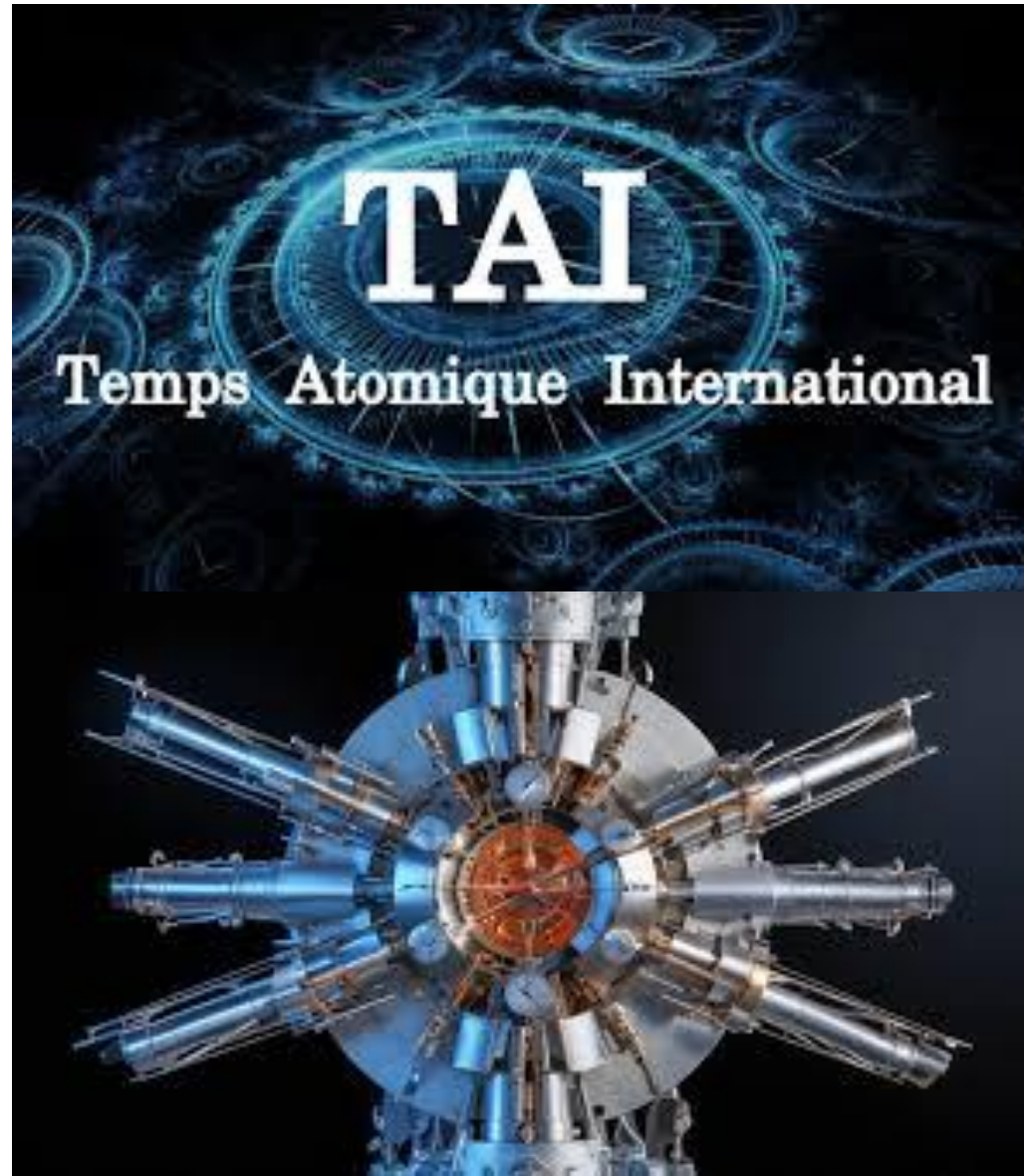
При наведении телескопов на дальние объекты Космоса

Синхронизация атомного времени под изменения скорости вращения Земли

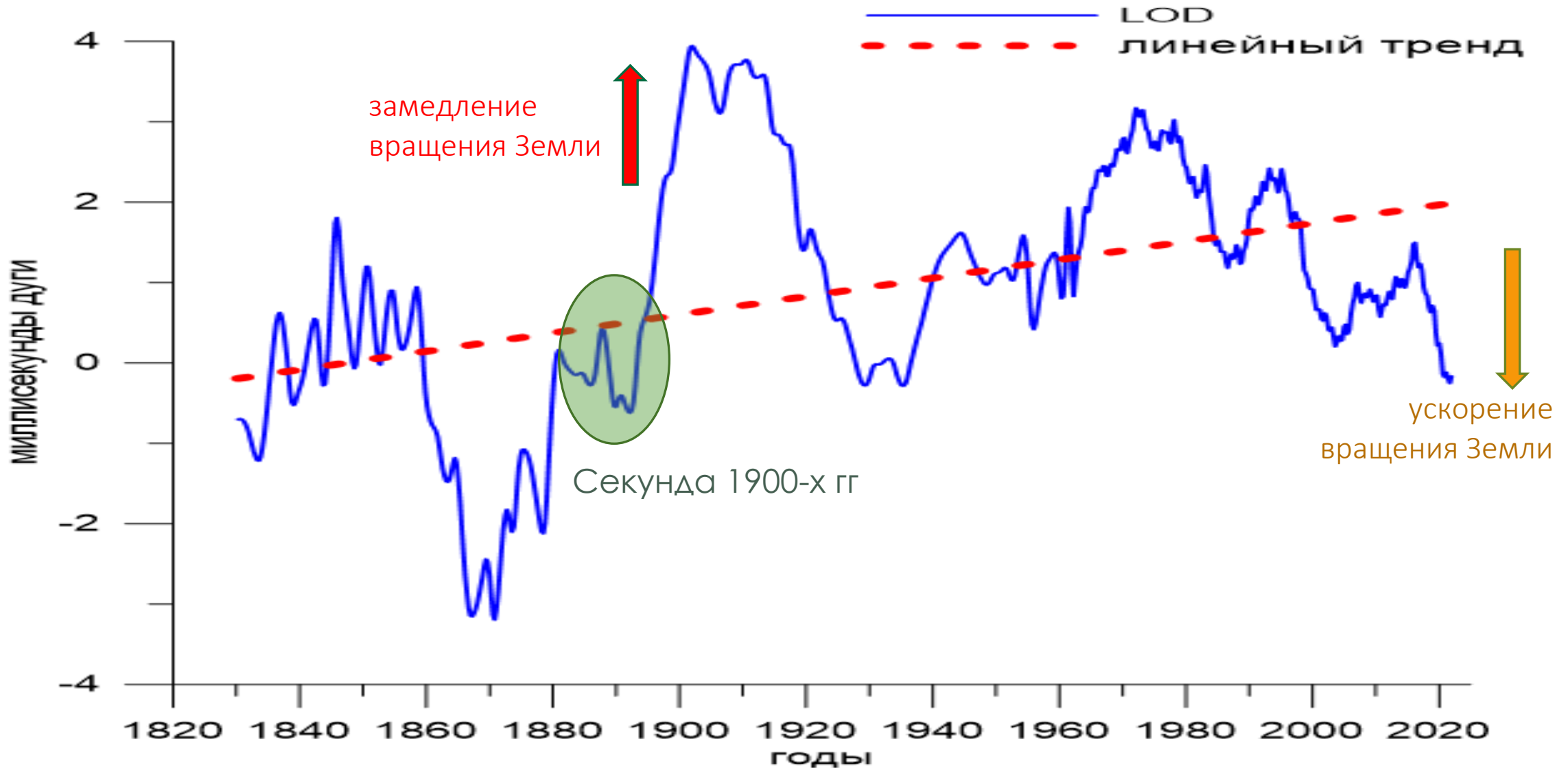
Шкалу всемирного атомного времени UTC
Universal Time Coordinated
подстраивают так, чтобы различие UT1-UTC не превысило 0.9 сек.

Для этого вводят дополнительную секунду.

На сегодня TAI отклоняется от шкалы времени UTC на 37 сек.

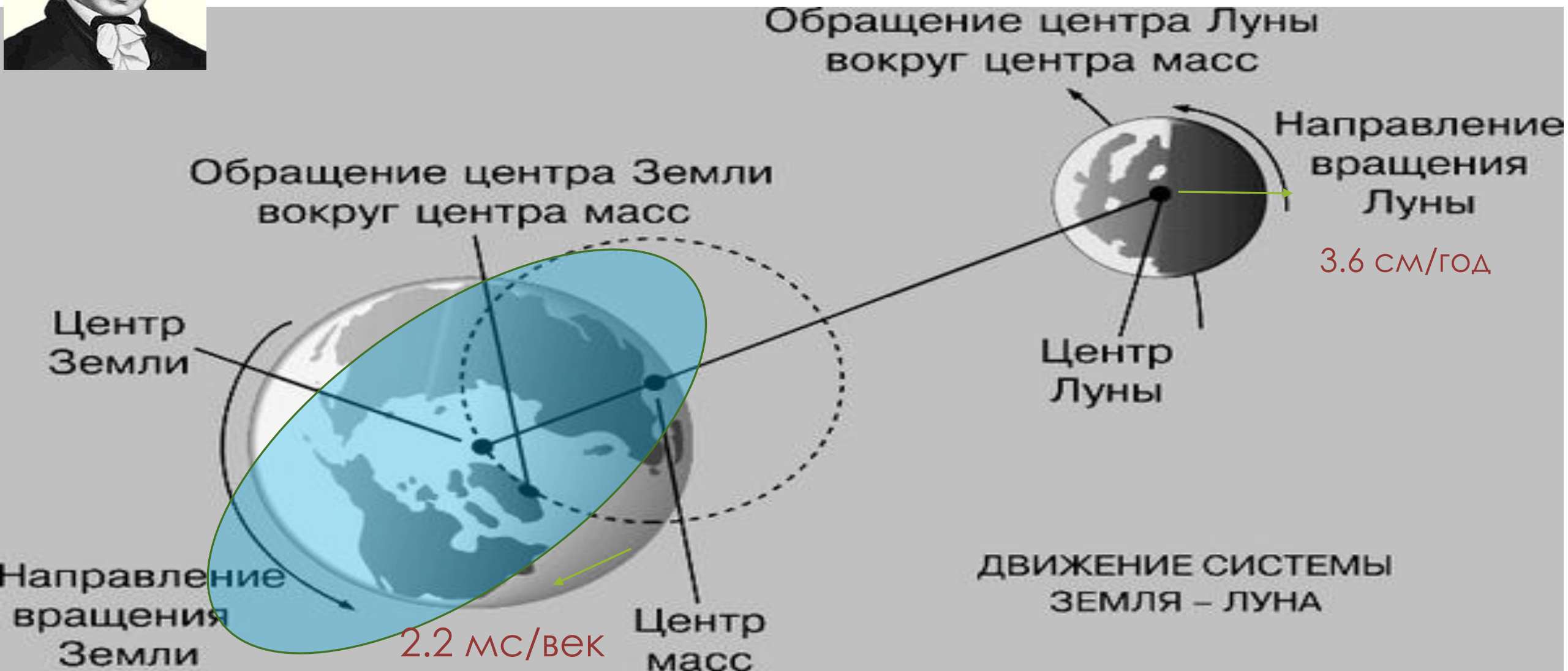


Долговременные изменения длительности суток Length of Day ΔLOD по EOP C02





Иммануил Кант предсказал
торможение Земли в 1754 г



Расхождение TAI и UTC



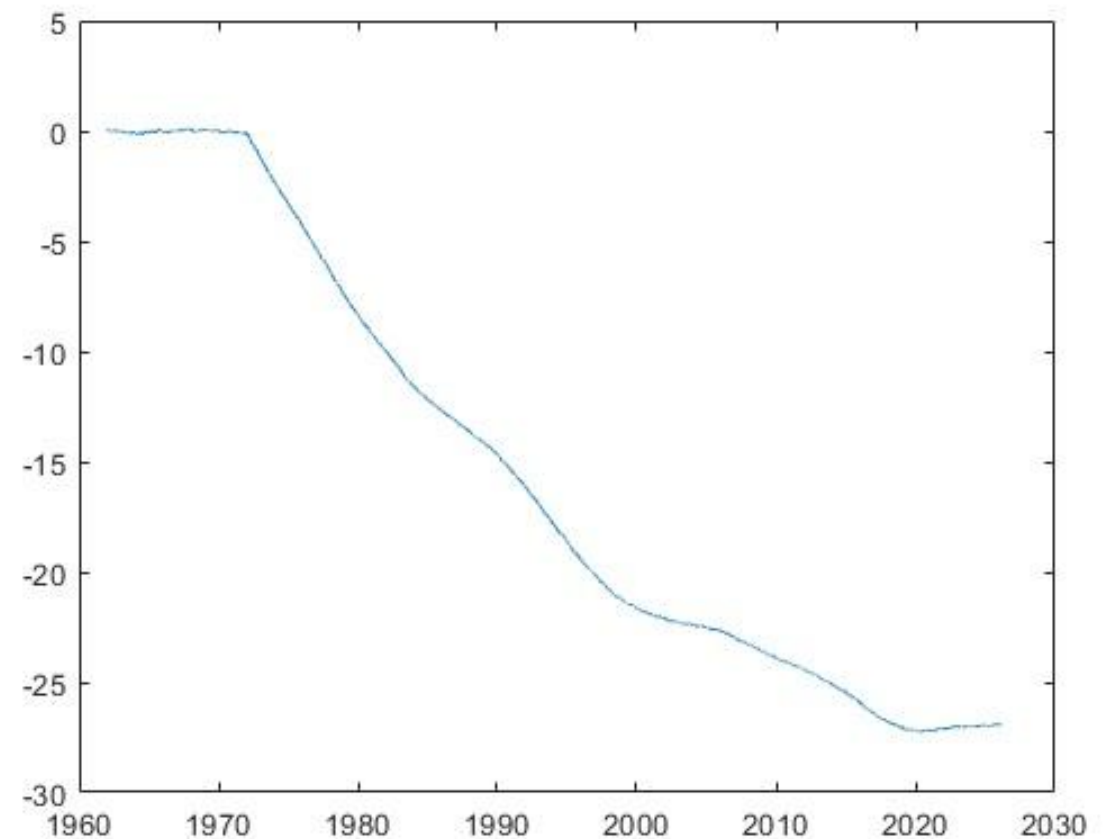
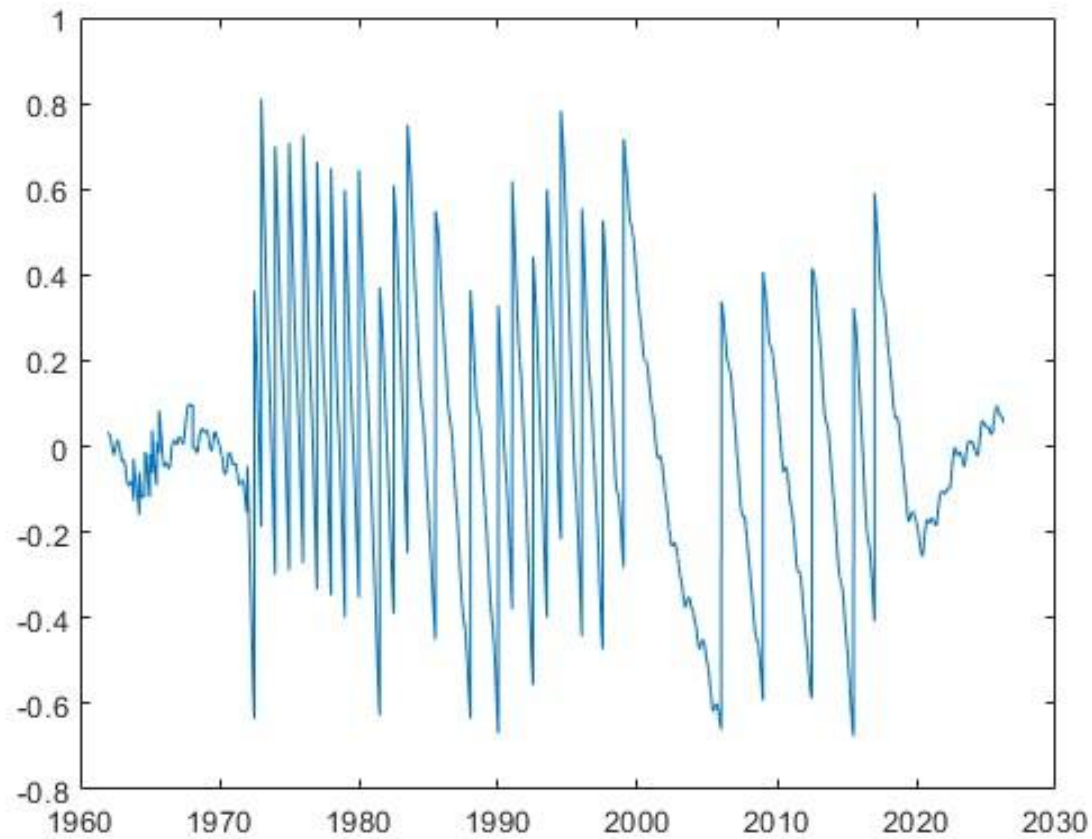
RELATIONSHIP BETWEEN TAI AND UTC

Limits of validity (at 0h UTC) TAI-UTC (MJD = Modified Julian Day)

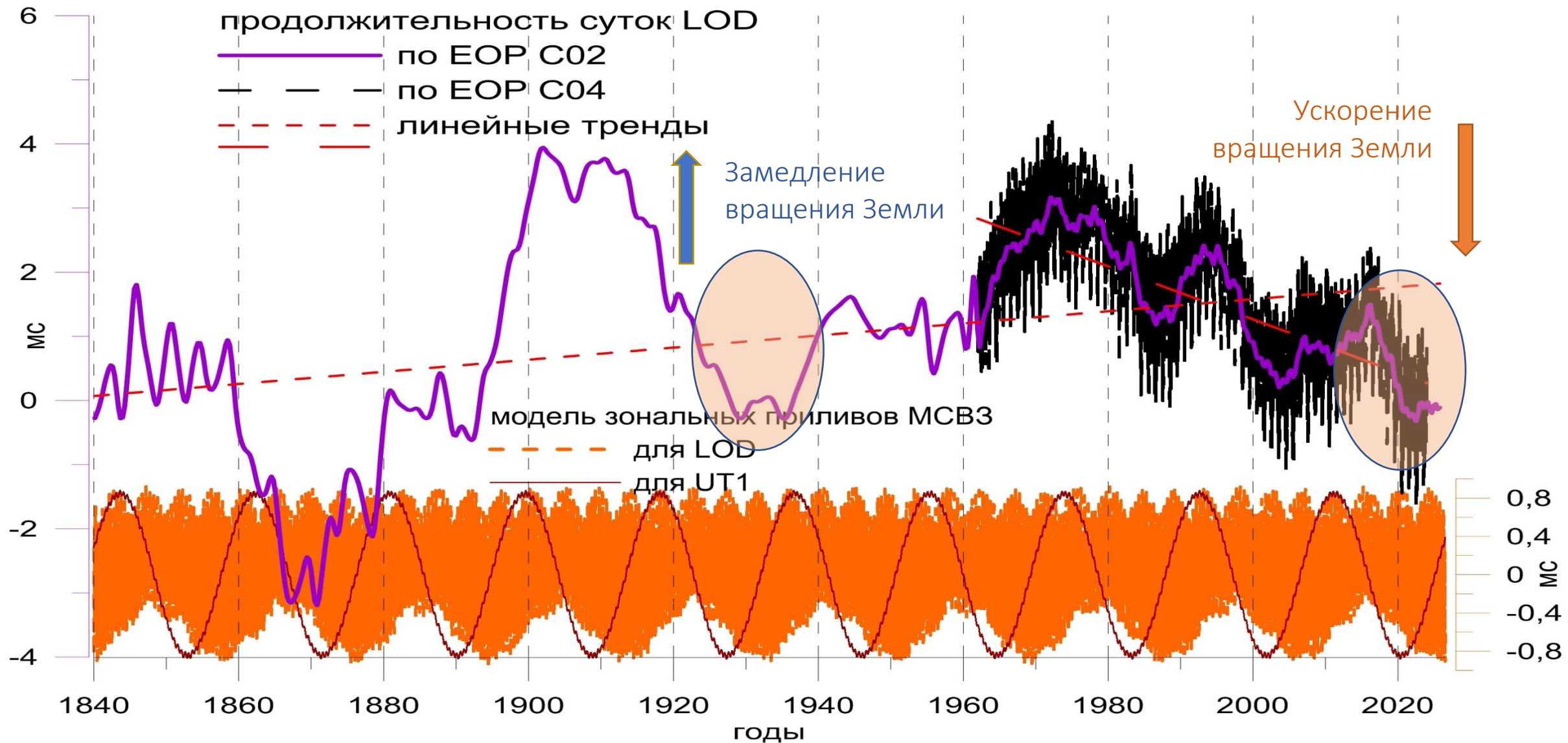
1961	Jan. 1 - 1961	Aug. 1	1.422 818 0s + (MJD - 37 300) x 0.001 296s
	Aug. 1 - 1962	Jan. 1	1.372 818 0s + ""
1962	Jan. 1 - 1963	Nov. 1	1.845 858 0s + (MJD - 37 665) x 0.001 123 2s
1963	Nov. 1 - 1964	Jan. 1	1.945 858 0s + ""
1964	Jan. 1 -	April 1	3.240 130 0s + (MJD - 38 761) x 0.001 296s
	April 1 -	Sept. 1	3.340 130 0s + ""
	Sept. 1 - 1965	Jan. 1	3.440 130 0s + ""
1965	Jan. 1 -	March 1	3.540 130 0s + ""
	March 1 -	Jul. 1	3.640 130 0s + ""
	Jul. 1 -	Sept. 1	3.740 130 0s + ""
	Sept. 1 - 1966	Jan. 1	3.840 130 0s + ""
1966	Jan. 1 - 1968	Feb. 1	4.313 170 0s + (MJD - 39 126) x 0.002 592s
1968	Feb. 1 - 1972	Jan. 1	4.213 170 0s + ""
1972	Jan. 1 -	Jul. 1	10s
	Jul. 1 - 1973	Jan. 1	11s
1973	Jan. 1 - 1974	Jan. 1	12s

1980	Jan. 1 - 1981	Jul. 1	19s
1981	Jul. 1 - 1982	Jul. 1	20s
1982	Jul. 1 - 1983	Jul. 1	21s
1983	Jul. 1 - 1985	Jul. 1	22s
1985	Jul. 1 - 1988	Jan. 1	23s
1988	Jan. 1 - 1990	Jan. 1	24s
1990	Jan. 1 - 1991	Jan. 1	25s
1991	Jan. 1 - 1992	Jul. 1	26s
1992	Jul. 1 - 1993	Jul. 1	27s
1993	Jul. 1 - 1994	Jul. 1	28s
1994	Jul. 1 - 1996	Jan. 1	29s
1996	Jan. 1 - 1997	Jul. 1	30s
1997	Jul. 1 - 1999	Jan. 1	31s
1999	Jan. 1 - 2006	Jan. 1	32s
2006	Jan. 1 - 2009	Jan. 1	33s
2009	Jan. 1 - 2012	Jul. 1	34s
2012	Jul. 1 - 2015	Jul. 1	35s
2015	Jul. 1 - 2017	Jan. 1	36s
2017	Jan. 1 -		37s

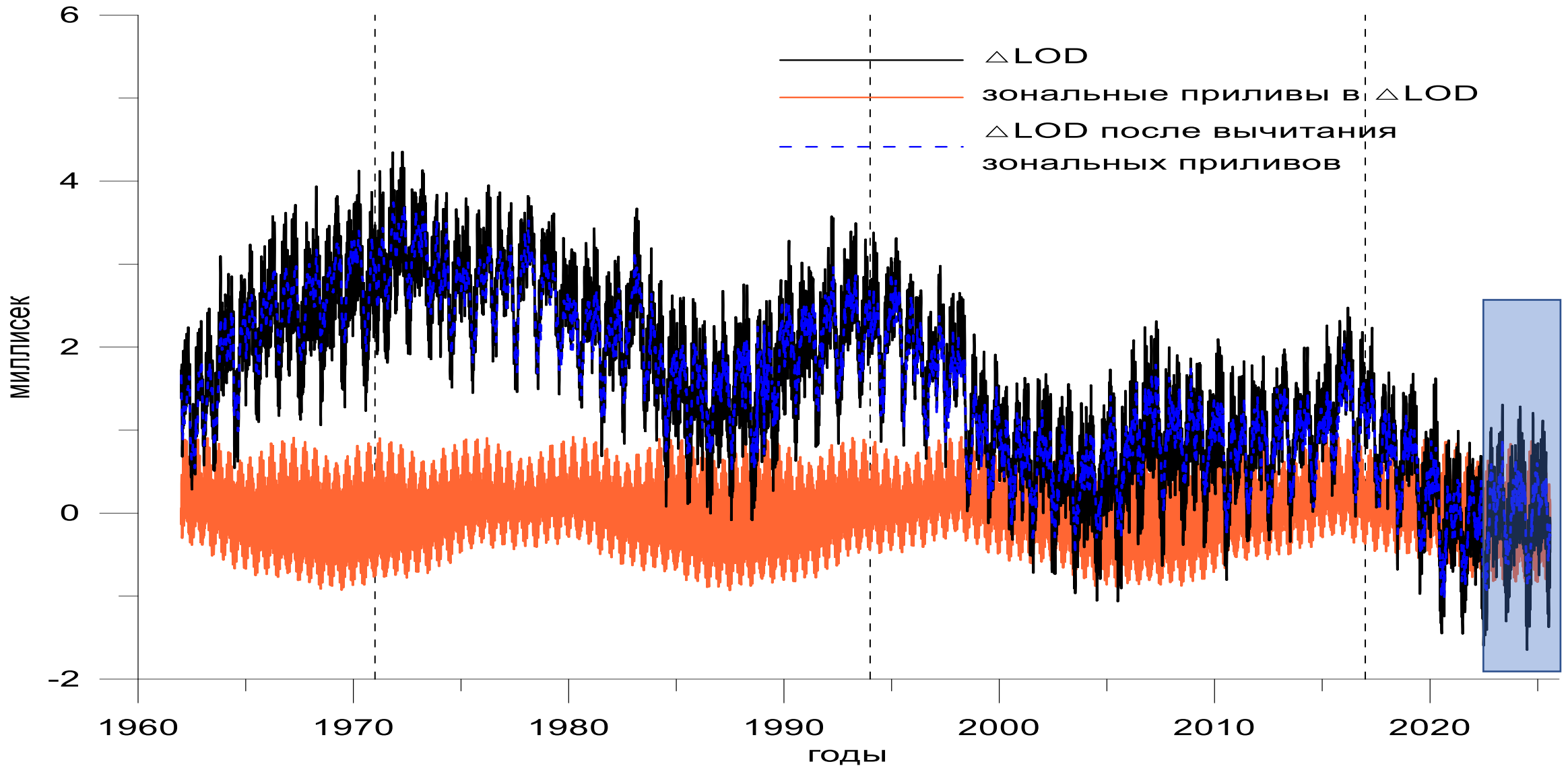
UT1-UTC с введением дополнительной секунды и после спрямления



Долговременные вариации продолжительности суток ΔLOD



Вариации продолжительности суток LOD в эпоху точных наблюдений (с 1962 г)



Вариации продолжительности суток (ΔLOD) в последние три года с прогнозами, сделанными в ГАИШ МГУ

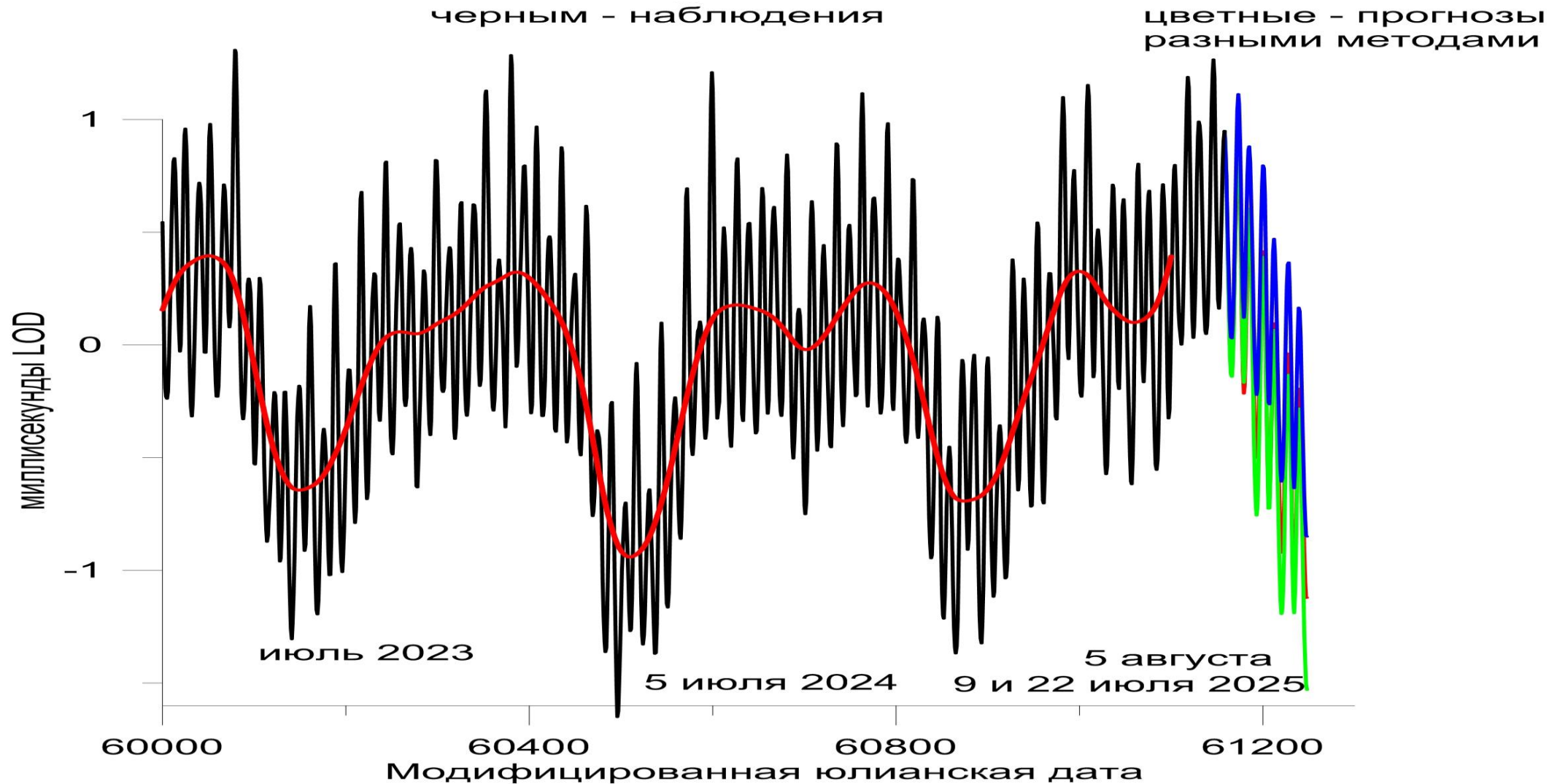


График от MJD 61123, 24 марта 2026 г



- News
- World Clock
- Time Zones
- Calendar
- Weather
- Sun, Moon & Space
- Timers

Home / News / Astronomy News / Earth Will Spin Unusually Quickly in July and August

Earth Will Spin Unusually Quickly in July and August

Since 2020, Earth has notched up unprecedentedly short days midway through the year. It will happen again in 2025 around July 9, July 22, and August 5.



By **Graham Jones**

Published 16-Jun-2025. Changed 11-Jul-2025

Latest estimates from mid-August confirm that **the shortest days of 2025** fell around July 9, July 22, and August 5—but were not quite as short as the shortest day of 2024. “It seems Earth has started to decelerate and the most extreme lengths of day have been left in 2024,” notes **Leonid Zotov**.

Year	Date	Length of Day (LOD)
2025	July 9	-1.34 ms (to be confirmed)
2025	July 10	-1.37 ms (to be confirmed)



Forbes

BREAKING | INNOVATION > SCIENCE

Get Ready For The Shortest Day Since Records Began As Earth Spins Faster

By **Jamie Carter**, Senior Contributor. © An award-winning reporter writing ab...

Follow Author

Published Jun 20, 2025, 05:00am EDT, Updated Jun 21, 2025, 09:21am EDT

Share Save Comment 1

TOPLINE

Earth could be about to record its fastest-ever rotation. Since 2020, Earth has been rotating faster than at any point since records began in 1973, with each successive year producing the shortest day. Last year, the shortest day was recorded on July 5, and Earth is expected to get close to this again on or close to July 9, July 22 and August 5, according to [Timeanddate.com](#).



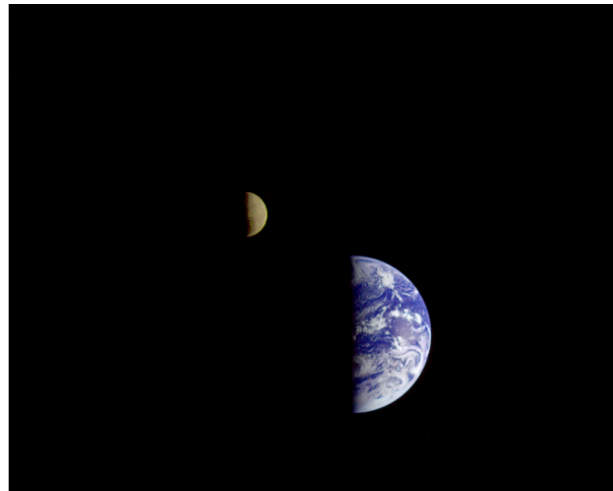
Зотов Л.В., Сидоренков Н., Бизуар К., ГАИШ 2026

The New York Times

Earth Is Spinning Faster and Days Are Getting Shorter, for Now

The planet's rotation fluctuates as it travels around the sun, and measurements suggest we're losing more than a millisecond during the long days of summer.

Listen to this article · 4:58 min Learn more Share full article



ELLE

Home > Culture > Culture News

JULY 14, 2025

Earth Just Had One Of The Shortest Days Ever And More Are Coming

We're in a spin

Ruby Feneley

PRINT



JULY 31, 2025 | 6 MIN READ

A Few Days This Summer Really Will Go by Faster Than Usual. Here's Why

As Earth spins through space, its rate of rotation changes. Here's why

BY MEGHAN BARTELS EDITED BY SARAH LEWIN FRASIER

by C. Bizouard




NASA's Goddard Space Flight Center

Multidecadal variation of the Earth's inner-core rotation

Received: 21 December 2021

Accepted: 5 December 2022

Published online: 23 January 2023

 Check for updates

Yi Yang  & Xiaodong Song  

Differential rotation of Earth's inner core relative to the mantle is thought to occur under the effects of the geodynamo on core dynamics and gravitational core–mantle coupling. This rotation has been inferred from temporal changes between repeated seismic waves that should traverse the same path through the inner core. Here we analyse repeated seismic waves from the early 1990s and show that all of the paths that previously showed significant temporal changes have exhibited little change over the past decade. This globally consistent pattern suggests that inner-core rotation has recently paused. We compared this recent pattern to the Alaskan seismic records of South Sandwich Islands doublets going back to 1964 and it seems to be associated with a gradual turning-back of the inner core as a part of an approximately seven-decade oscillation, with another turning point in the early 1970s. This multidecadal periodicity coincides with changes in several other geophysical observations, especially the length of day and magnetic field. These observations provide evidence for

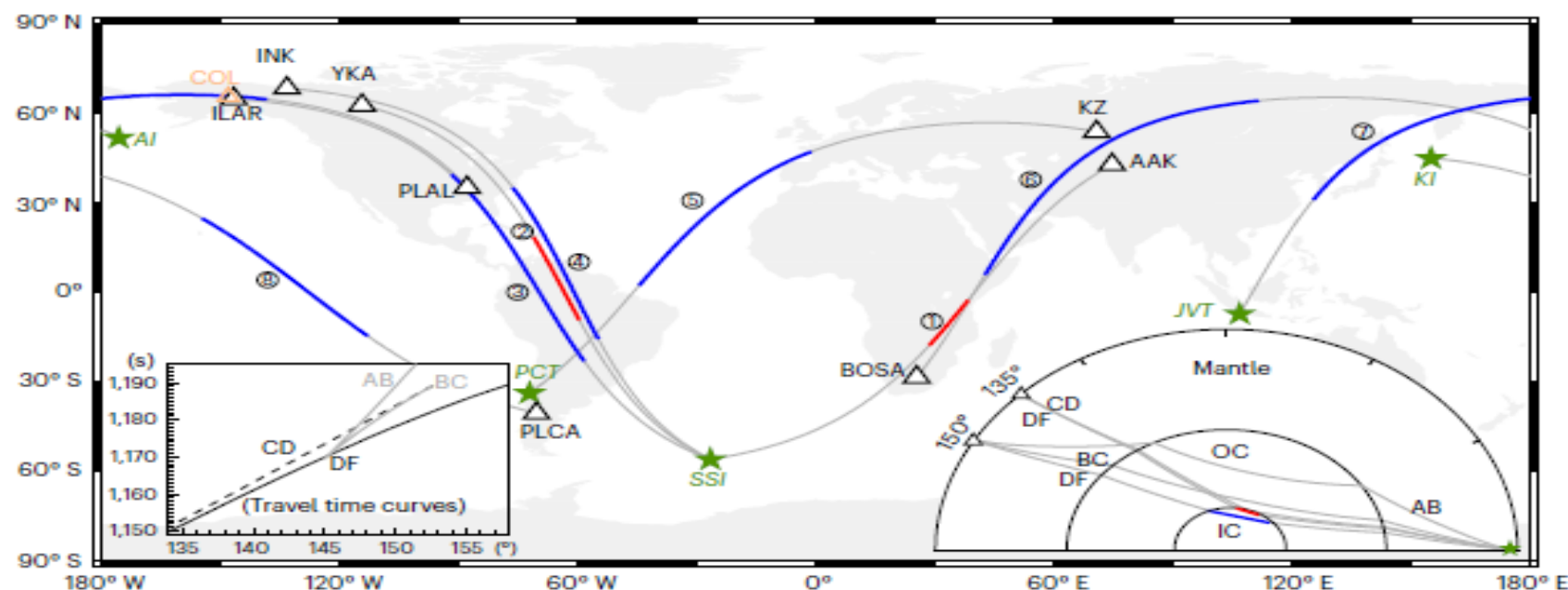


Fig. 1 | Sismic raypaths used in the study. There are eight different paths from repeating earthquakes (stars) to seismic stations or arrays (triangles), including: (1) SSI to station AAK; (2) SSI to Yellowknife array (YKA); (3) SSI to ILAR array; (4) SSI to station INK; (5) Peru–Chile trench (PCT) to Kazakhstan network (KZ); (6) Aleutian Islands (AI) to station BOSA; (7) Java trench (JVT) to station PLAL; and (8) Kurile Islands (KI) to station PLCA. The thickened lines indicate the ray segments

in the Inner core (IC); their colours, red and blue, denote the DF rays from the CD and BC distance ranges, respectively. The two insets show the travel time curves and raypaths of different PKP branches, including the DF branch traversing the IC, the BC and AB branches traversing the outer core (OC) and the CD branch reflecting at the ICB.

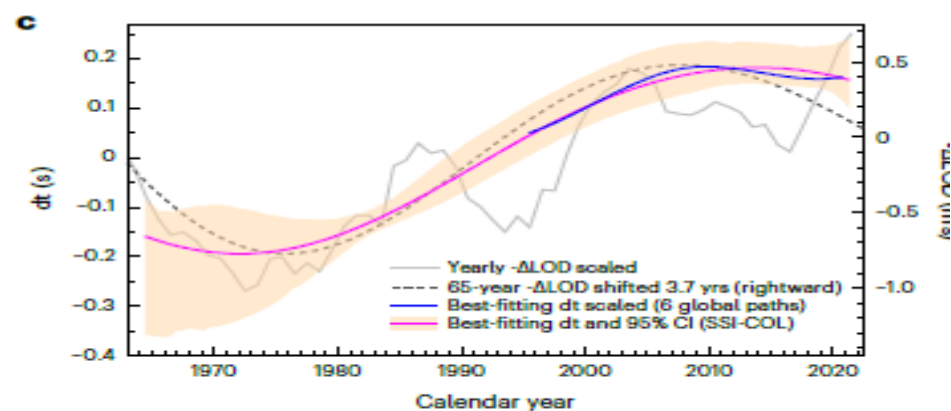


Fig. 4 | Global temporal change of DF's travel time (dt) and the comparison with the Δ LOD. Note that the dt is proportional to the amount of the Inner-core

<https://doi.org/10.1038/s41561-022-01112-z>

46. Zotov, L., Bizouard, C. & Shum, C. K. A possible interrelation between Earth rotation and climatic variability at decadal time-scale. *Geod. Geodyn.* **7**, 216–222 (2016).
47. Ding, H. & Chao, B. F. A 6-year westward rotary motion in the Earth: detection and possible MICG coupling mechanism. *Earth Planet. Sci. Lett.* **495**, 50–55 (2018).
48. Dumberry, M. & Bloxham, J. Variations in the Earth's gravity field caused by torsional oscillations in the core. *Geophys. J. Int.* **159**, 417–434 (2004).
49. Greff-Lefftz, M., Pais, M. A. & Mouël, J.-L. L. Surface gravitational field and topography changes induced by the Earth's fluid core motions. *J. Geod.* **78**, 386–392 (2004).

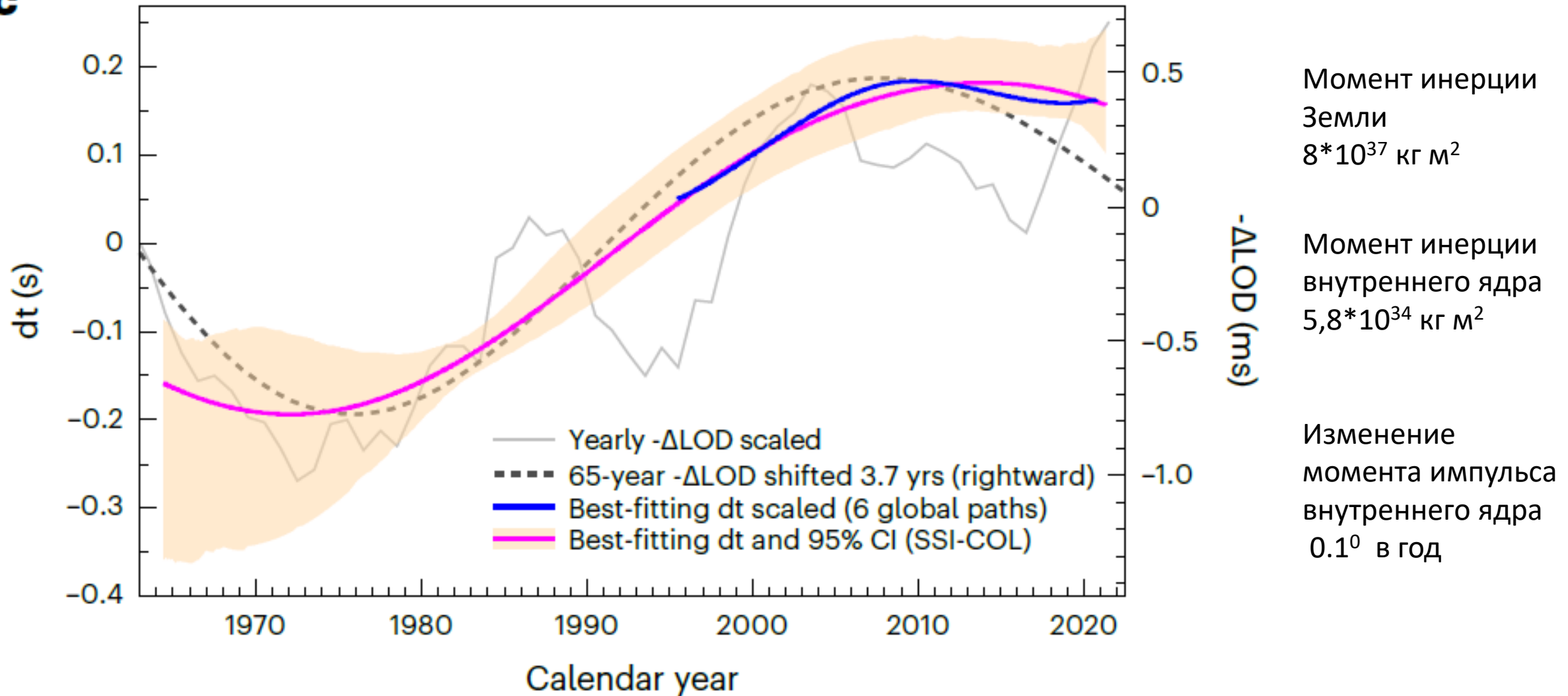
c

Fig. 4 | Global temporal change of DF's travel time (dt) and the comparison with the ΔLOD . Note that the dt is proportional to the amount of the inner-core

Intradecadal variations in length of day and their correspondence with geomagnetic jerks

Pengshuo Duan¹✉ & Chengli Huang^{1,2}✉

Earth's core oscillations and magnetic field inside the liquid outer core cannot be observed directly from the surface, we can infer these information from the intradecadal variations in Earth's rotation rate defined by length of day. However, the fine time-varying characteristics as well as relevant mechanisms of the intradecadal variations are still unclear. Here we report that the intradecadal variations present a significant 8.6-year harmonic component with an unexpected increasing phenomenon, besides a 6-year decreasing oscillation. More importantly, we find that there is a very good correspondence between the extremes of the 8.6-year oscillation with geomagnetic jerks. The fast equatorial waves with subdecadal periods propagating at Earth's core surface may explain the origin of this 8.6-year oscillation.

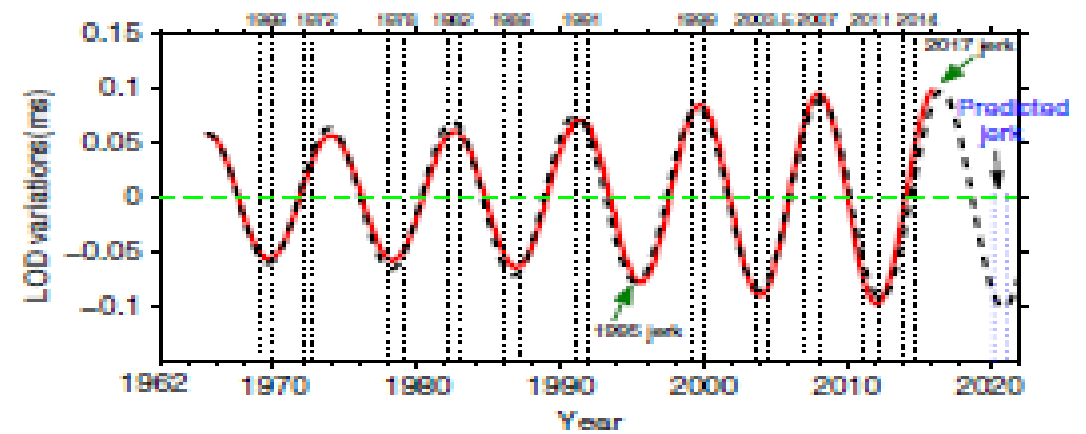


Fig. 4 Correspondence between the 8.6-year signal and geomagnetic jerks. In this figure, the red curve expresses the recovered 8.6-year signal in LOD, while the black dashed curve shows the fitting result (i.e., an exponentially increasing model with the expression of $y(t) = A_0 \exp[\alpha(t - t_0)] \cos(2\pi f(t - t_0))$, where the initial amplitude $A_0 \approx 0.06$ ms; the currently observed exponential rate $\alpha \approx +0.00131$ /month; $f \approx 0.00969$ cpm; the initial time t_0 is set to be at June 1982) of the red curve, which may be used to predict the time when the next new jerk (i.e., the predicted jerk in blue fonts) will probably happen.

A 70-Year Core-Driven Modulation of Earth Rotation and Its Implications for the Leap Second

Zewen Zhang^{1,2}, Yuanwei Wu^{1*}, Xishun Li¹, Dang Yao¹, Xuan Cheng¹,
Xuhai Yang¹, Shougang Zhang¹

¹National Time Service Center, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710600, China

²School of Astronomy and Space Science, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

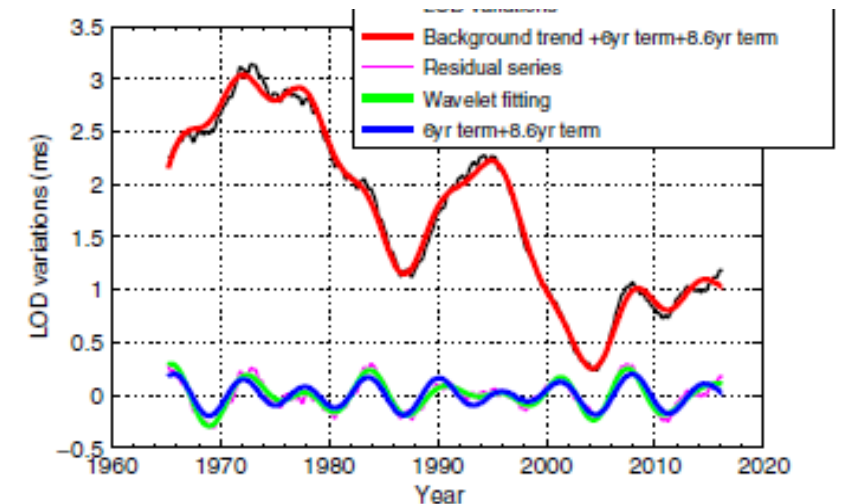


Fig. 3 Comparisons of the recovered results and the original LOD variations. In this figure, LOD data refers to the observed LOD data (from

Gyres, jets and waves in the Earth's core

Christopher C. Finlay¹, Nicolas Gillet², Julien Aubert³, Philip W. Livermore⁴ & Dominique Jault⁵

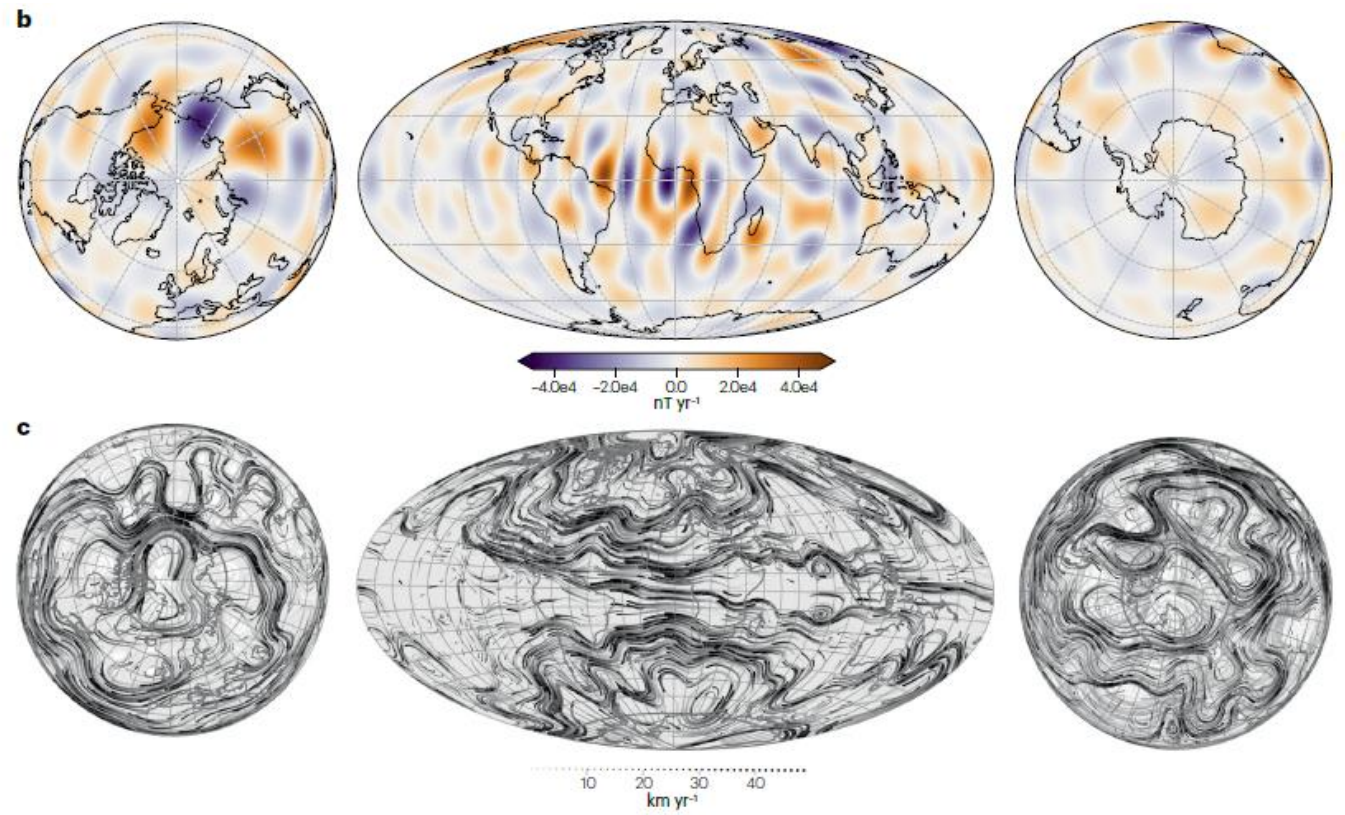


Fig. 1 | Observed core surface magnetic field and flow in 2020. **a**, Radial magnetic field at the core surface, based on *Swarm* satellite data via the CHAOS-7 field model⁹³ truncated at spherical harmonic degree 13, so only wavelengths longer than 1,700 km are represented. Orange colours denote the field coming radially out of the core, and blue colours denote the field coming into the core. **b**, Rate of change (secular variation) of the radial magnetic field at the core surface truncated at degree 17 (ref. 93), so only wavelengths longer than 1,300 km are represented. Orange colours now denote positive change in the radial field, and blue colours denote negative change. **c**, Streamlines of the core surface flow from the flow model of Gillet et al.⁵ inferred from the CHAOS-7 field model. Line thickness indicates speed. Flow direction is westward under the Atlantic hemisphere. The core surface flow model shown in part **c** provides an explanation for the observed core surface magnetic field changes shown in part **b**.

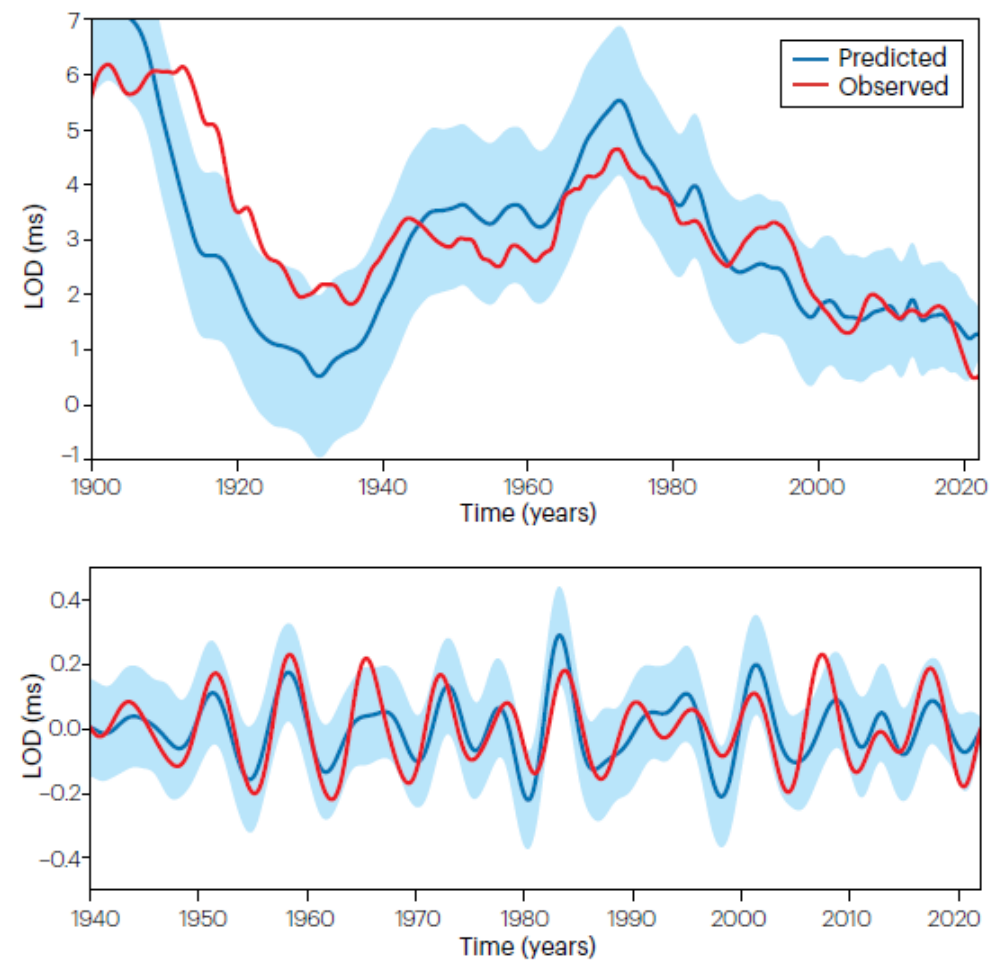


Fig. 5 | Observed changes in length of day and predictions from core flows. **a**, Millisecond scale observed change in length of day (LOD) (red curve) and predicted LOD change from a core flow model (blue curve)⁸⁰ from 1900 to 2020. Observed LOD data are derived from Very Long Baseline Interferometry data, from the C04 series¹⁷⁶, with estimated contributions from solid Earth tides (via the IERS 2000 model) and atmospheric angular momentum¹⁷⁷ removed. Blue envelope shows the spread in an ensemble of flow predictions⁸⁰. **b**, Similar to part **a** but for the period 1940–2020, and both observed and predicted data are band-pass-filtered between 4.5 and 9 years to focus on interannual timescales. Core flows inferred from geomagnetic observations account well for observed LOD changes on decadal and interannual timescales.

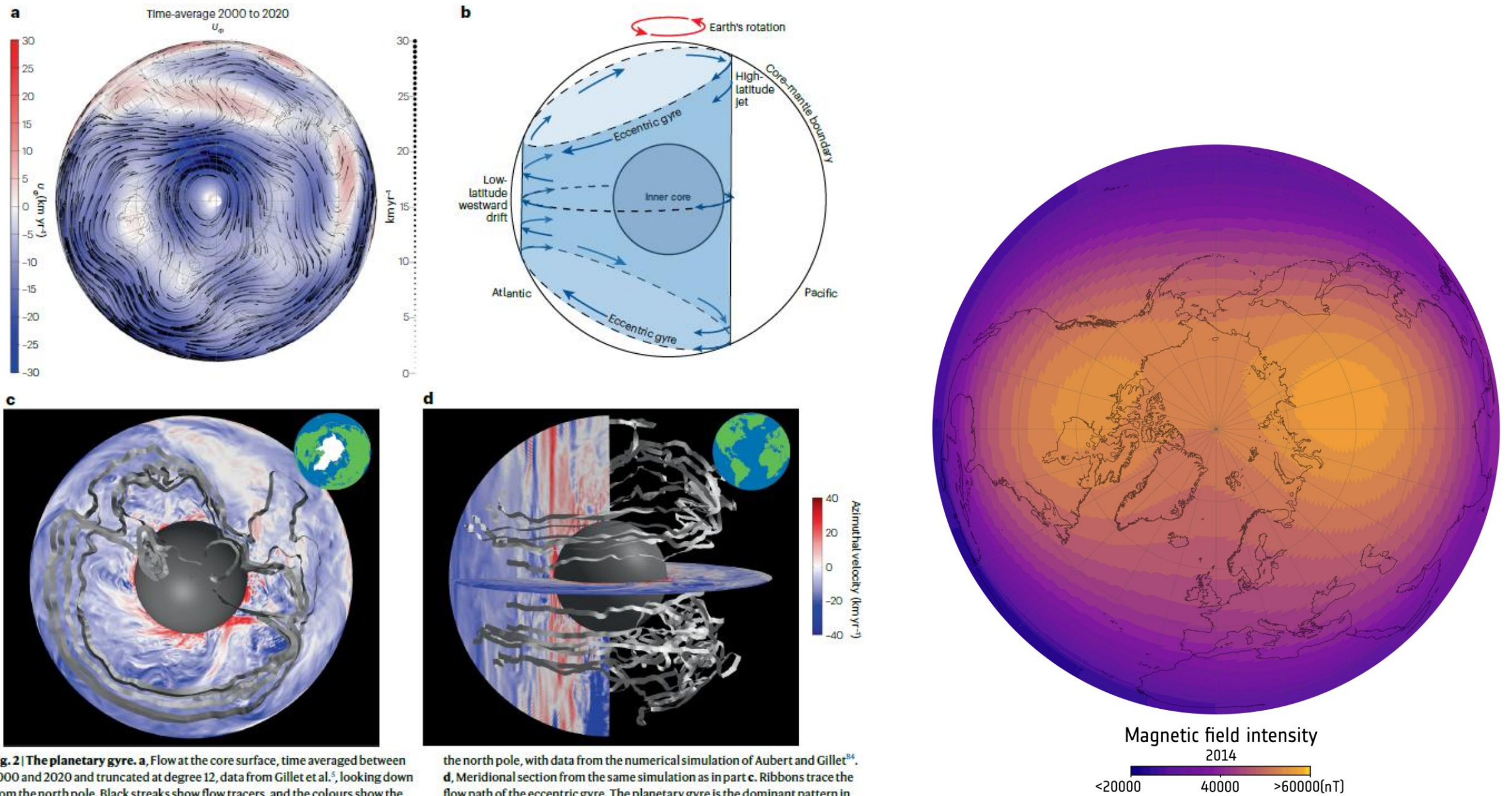
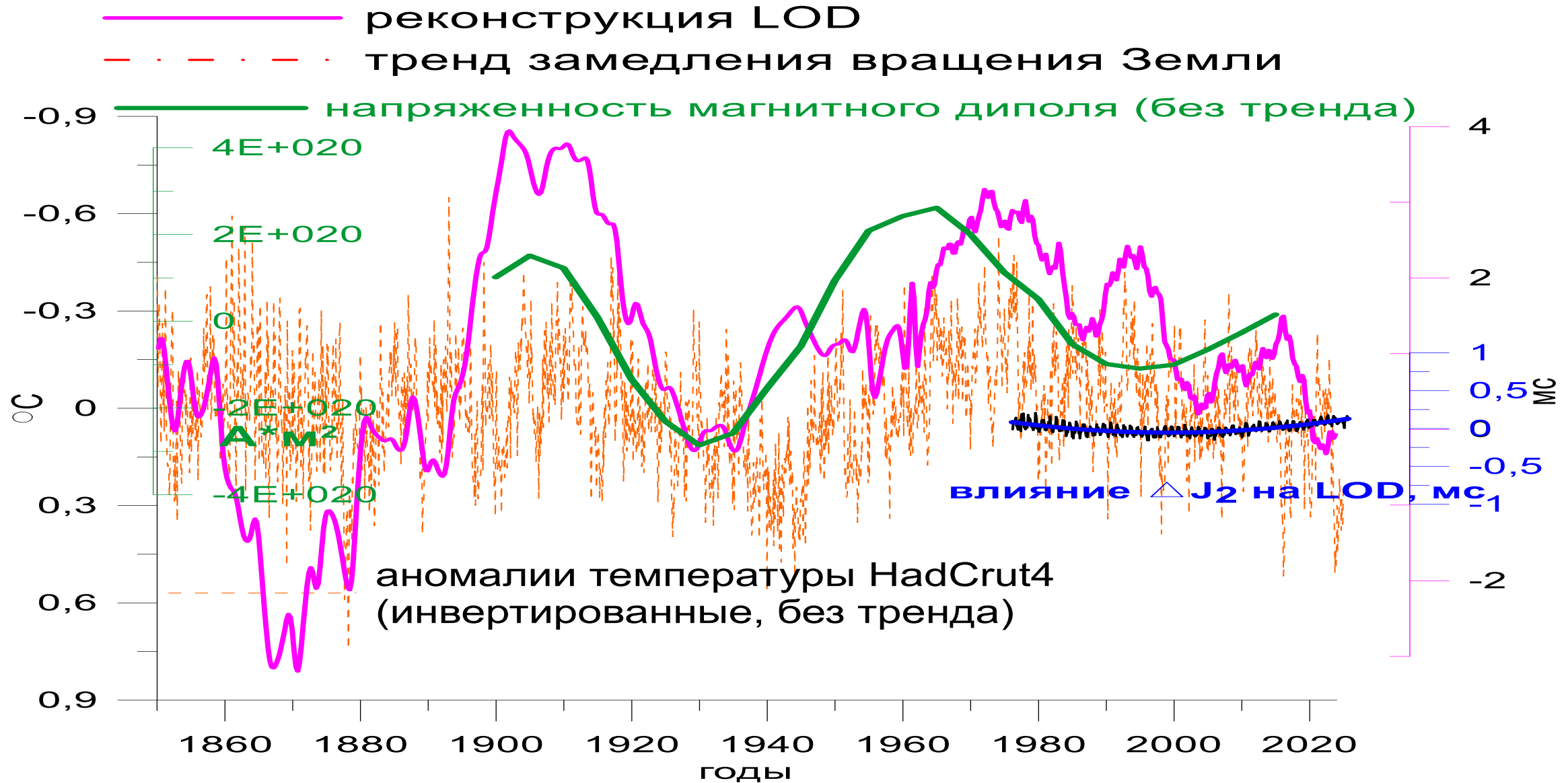


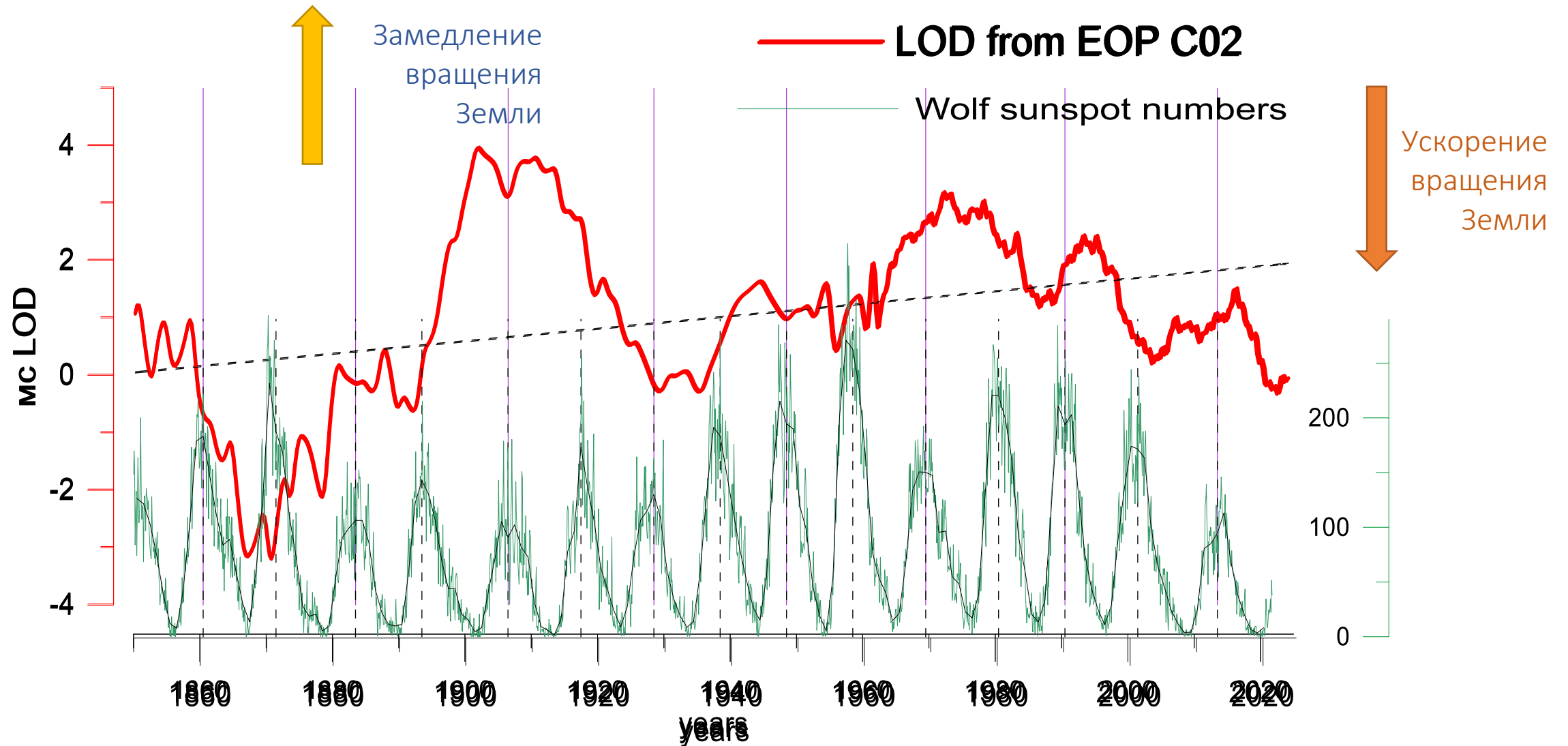
Fig. 2 | The planetary gyre. **a**, Flow at the core surface, time averaged between 2000 and 2020 and truncated at degree 12, data from Gillet et al.⁵, looking down from the north pole. Black streaks show flow tracers, and the colours show the azimuthal flow component (blue is westwards). **b**, Cartoon of the planetary gyre in the outer core. **c**, Azimuthal flow within the outer core looking down from

the north pole, with data from the numerical simulation of Aubert and Gillet⁸⁴. **d**, Meridional section from the same simulation as in part **c**. Ribbons trace the flow path of the eccentric gyre. The planetary gyre is the dominant pattern in the core surface flow, and it is well reproduced in numerical simulations which also provide insight into its possible 3D structure.

LOD, напряженность магнитного диполя (IGRF 14), аномалия температуры АМО и J_2



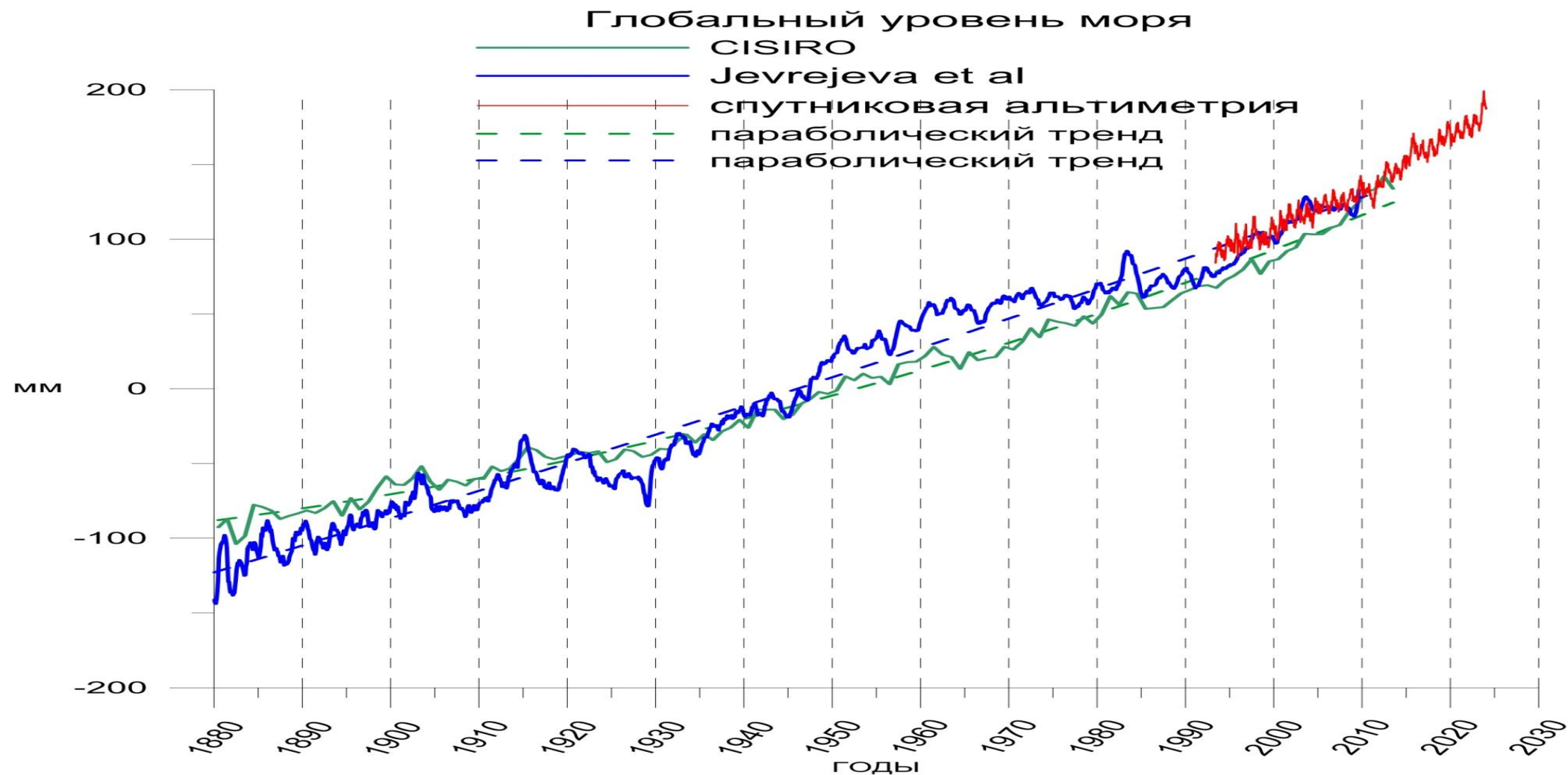
Долговременные изменения длительности суток Length of Day LOD и солнечная активность



Остаются вопросы:

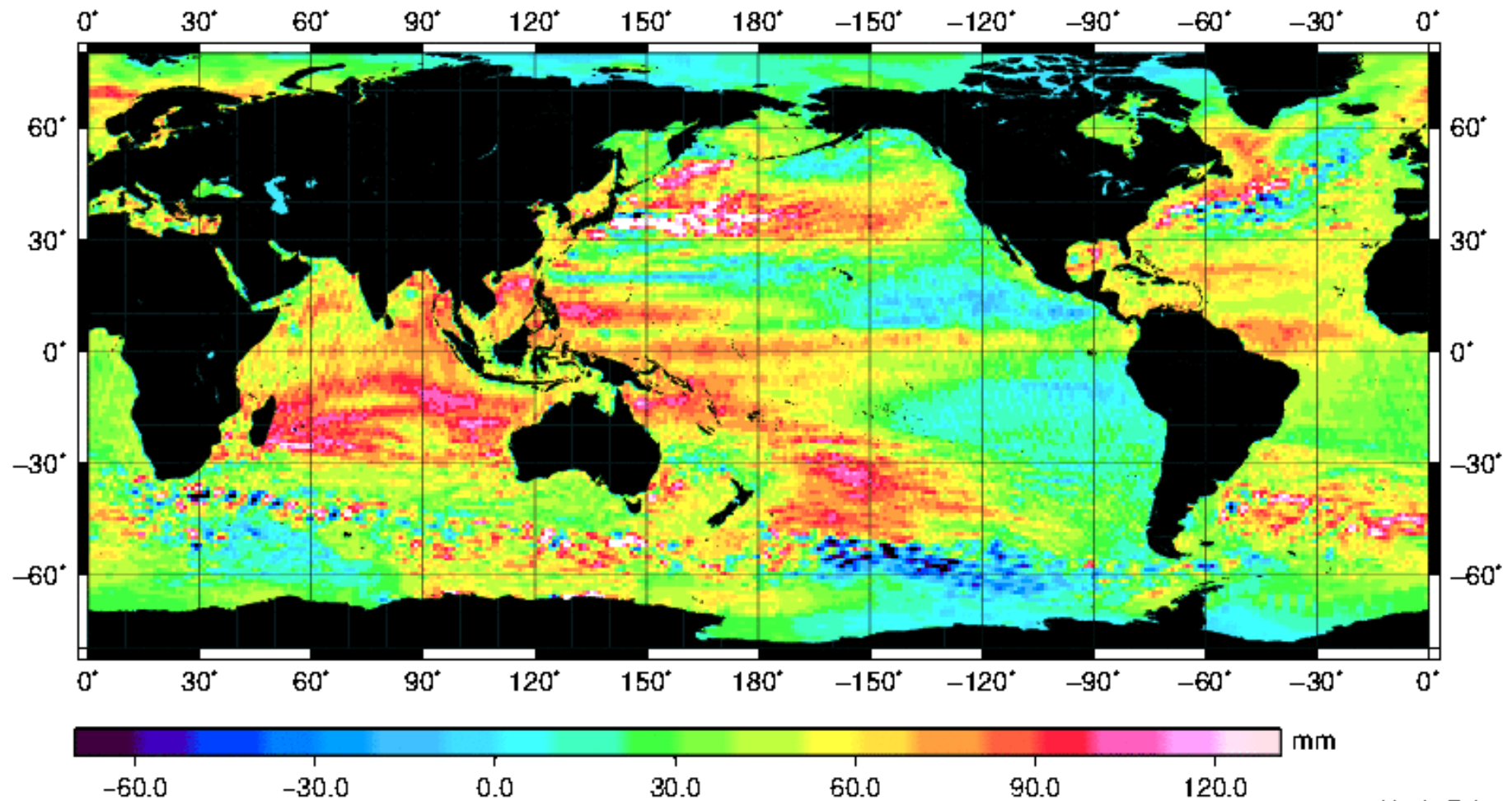
- Если декадные изменения LOD обусловлены процессами в ядре, что вызывает изменения последних?
- Если процессы в ядре медленные, почему потоки вещества меняются за ~20 лет? Каковы следствия для СНЯ?
- Компонента массы или движения ответственна за особенности в ЧДП и LOD? Могли ли вмешаться приливные силы?
- Если Чандлеровское колебание поддерживается изменениями океанического и атмосферного углового момента, что заставило ЧДП исчезнуть в 1930s и 2020-е гг? Случайно ли океан и атмосфера подействовали так, что ЧДП затухло?
- Как это может быть связано с изменениями климата?

Глобальный рост уровня моря



Изменения уровня моря с 1993 по 2018 г по сводным данным альтиметрии

SL trend 2018-1993



Коэффициент $J_2 = -\sqrt{5}C_{20}$ по SLR, GRACE и GRACE-FO и его вклад в LOD

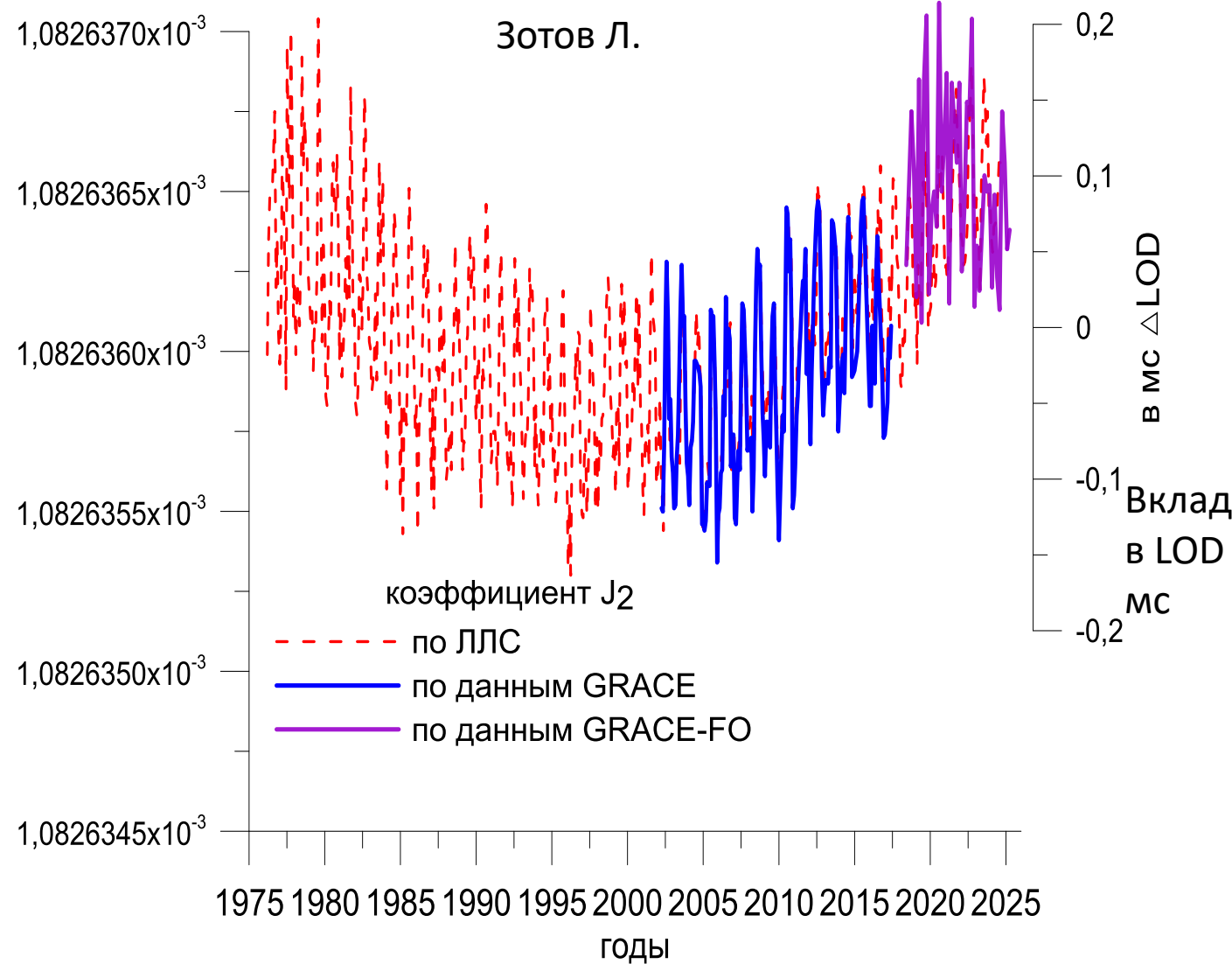
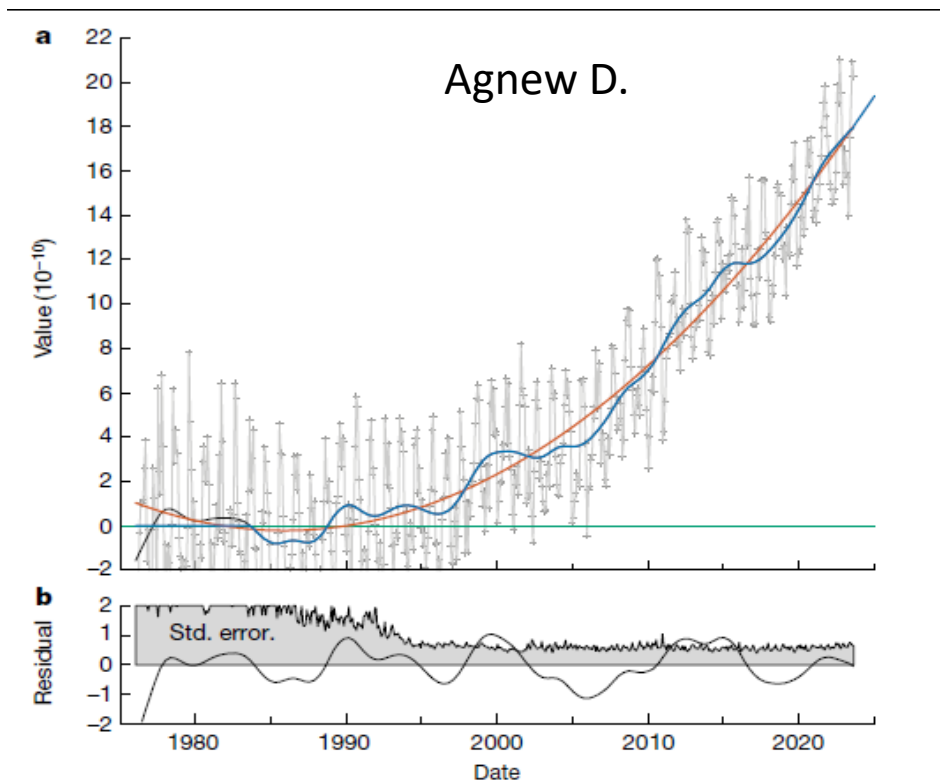


Fig. 1 | Changes in J_2 . **a.** Monthly variations in J_2 estimated from satellite tracking²⁷, with the trend to 1991 removed. The original values are in grey. The blue line is part of the correction applied to ω_s ; zero before 1983.6, from 1983.6 to the end of the data it is the values obtained by seasonal adjustment and smoothing. The red curve is a quadratic fit to the smoothed and adjusted data, given by $0.128 \times 10^{-11}t^2$, where t is years from 1985.9; the blue line follows this after the end of the data. The green line is an alternate version of $J_2(t)$ with no acceleration. **b.** The smoothed and adjusted estimates after subtracting the quadratic fit, along with the standard error of the individual estimates of J_2 .


A global timekeeping problem postponed by global warming

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07170-0>

Received: 4 August 2023

Accepted: 6 February 2024

Published online: 27 March 2024

 Check for updates

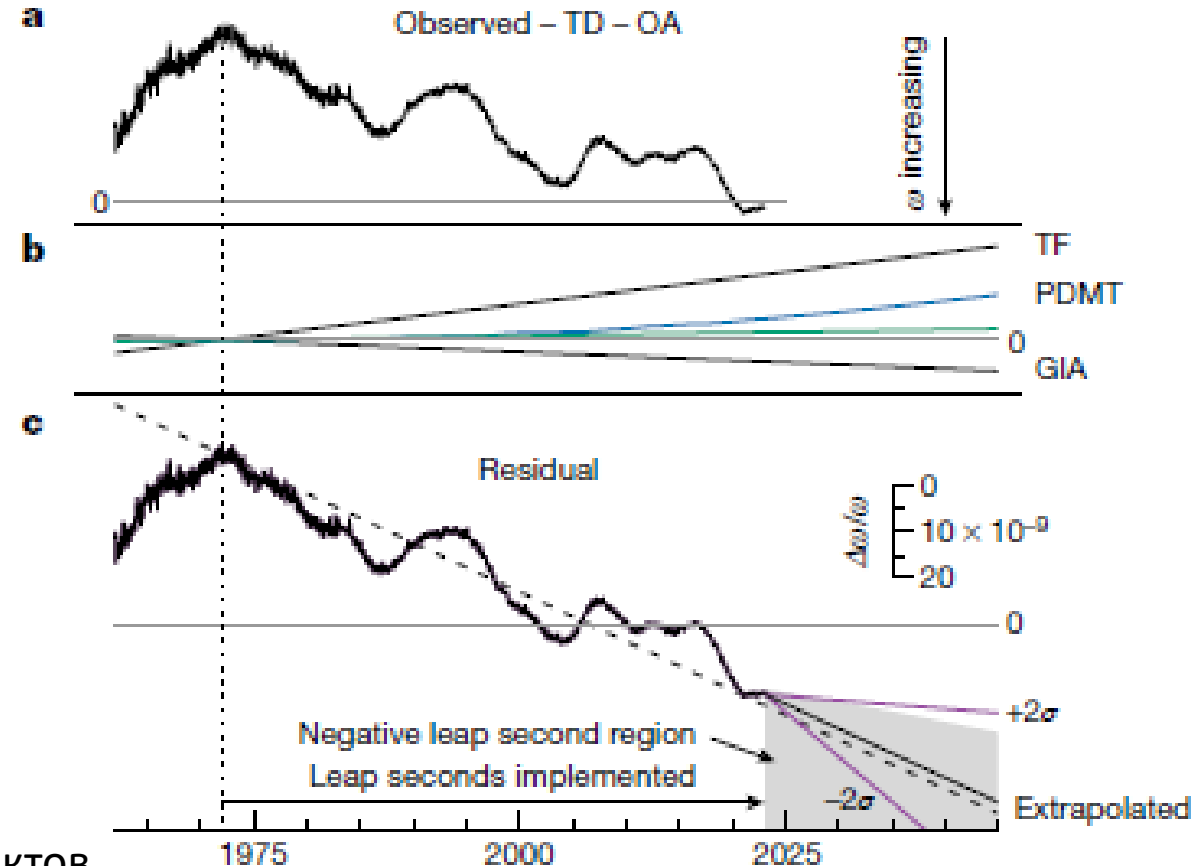
Вверху – кривая LOD
длительности суток

TF – приливное трение
GIA – послеледниковое
поднятие

PDMT – перенос масс сегодня

внизу – как шла бы LOD за
вычетом климатических эффектов

Duncan Carr Agnew¹✉



¹Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, CA, USA. ✉e-mail: dagnew@ucsd.edu

Melting ice delays leap-second problem

Humans' effect on the polar ice sheets is slowing Earth's rotation, posing challenges for its alignment with the official time standard. Two researchers discuss the science behind the slowdown and the impact it has on timekeeping. **See p.333**

The topic in brief

- Timekeeping is determined by ultraprecise devices called atomic clocks, but it is also aligned with Earth's rotation, mainly for historical reasons.
- Because the planet's rate of rotation fluctuates, this alignment is maintained with the occasional addition of 'leap seconds' to the official time standard.
- Now, Earth's rotation seems to have accelerated, outpacing the time standard, and raising the possibility that an unprecedented 'negative' leap second might soon be required – a daunting prospect in a world reliant on consistent timekeeping.
- Agnew¹ reports that human-induced melting of polar ice exerts a slowing effect on Earth's rotation, effectively delaying a decision on the need for a negative leap second.

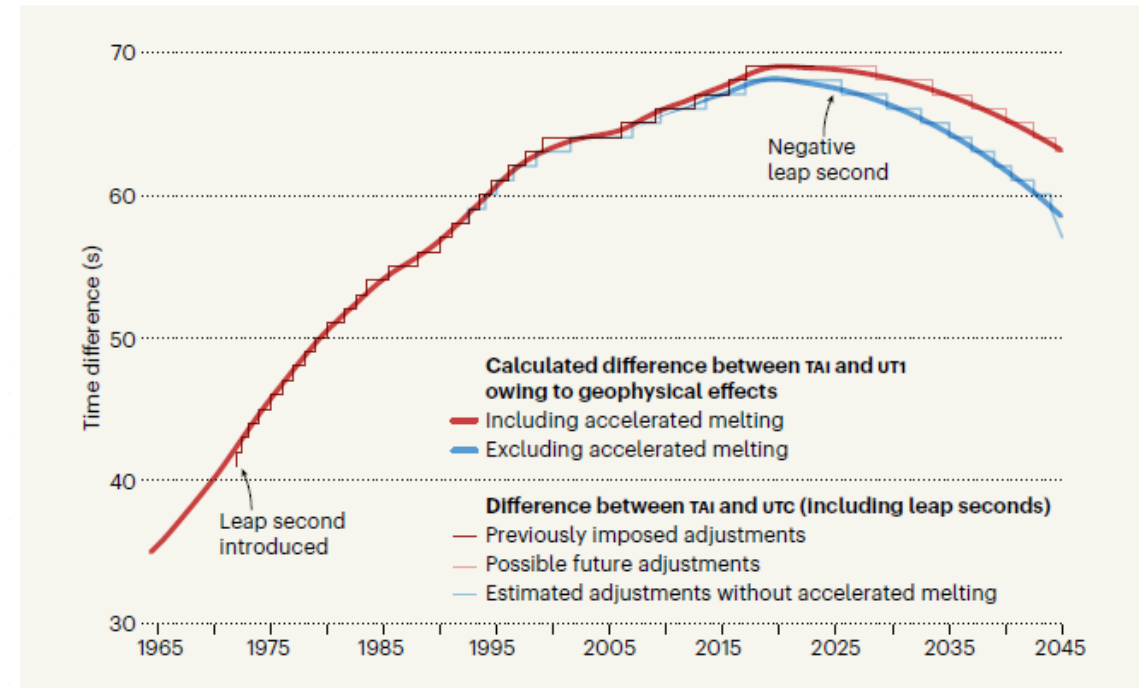
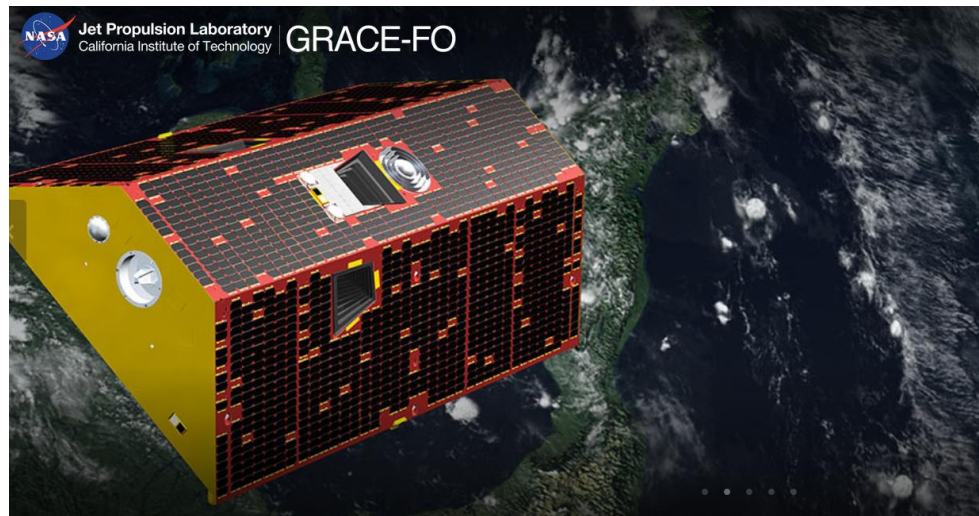
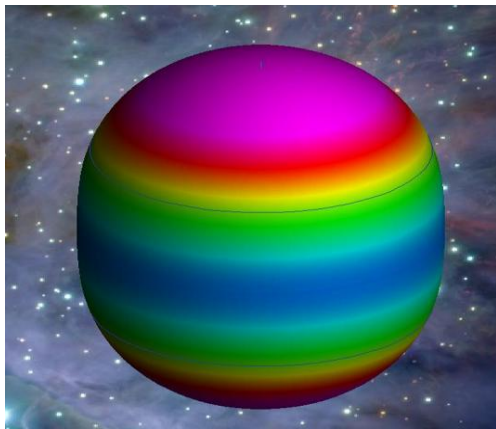


Figure 1 | Synchronizing the international time with Earth's rotation. Agnew¹ calculated the difference between International atomic time (TAI), which is measured using ultraprecise quantum devices known as atomic clocks, and universal time (UT1), which is determined by Earth's rotation. TAI, with the addition of occasional 'leap seconds', defines coordinated universal time (UTC), which is kept in alignment with UT1. Earth's current rate of rotation suggests that the first negative leap seconds might soon be necessary owing to a combination of geophysical effects. Agnew's calculation shows that accelerated melting of the polar ice caps has delayed the need for these adjustments. (Adapted from Fig. 2d of ref. 1.)

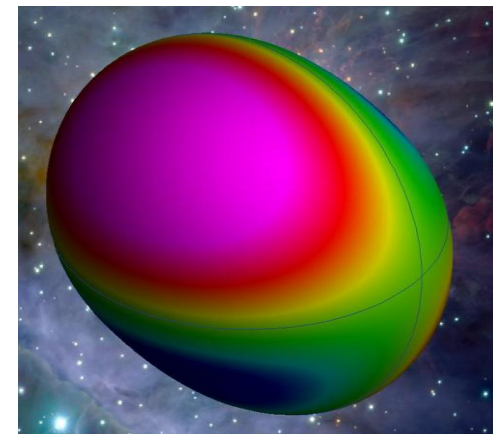
Что можно получить по данным GRACE/GFO:

- изменения C_{20} и их влияние на LOD
- изменения C_{21} , S_{21} и их влияние на движение полюса
- гидрологический момент импульса НАМ, компоненту массы
- региональный вклады во вращение Земли
- приливы (вычитаются по моделям)!?

C_{20}

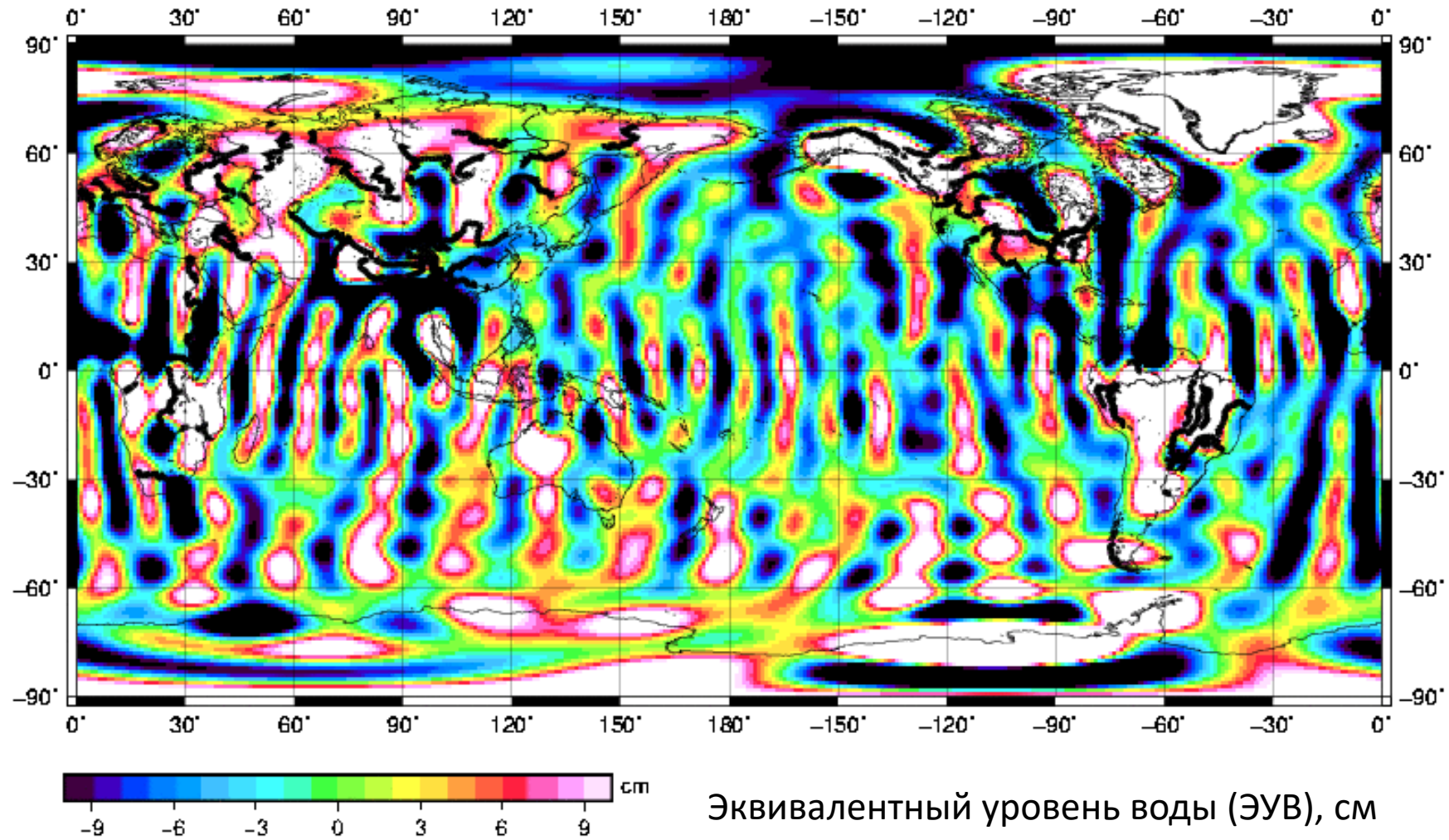


C_{21}



Исходные данные GRACE JPL RL06 Уровня 2

init 04/2002



Многоканальный сингулярный спектральный анализ

1) Параметр задержки (лага) L

МССА- обобщение МГК

Многоканальный сигнала

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$$

вкладывается в траекторную матрицу X

2) SVD — сингулярное разложение матрицы

1D-ССА – “Гусеница”

$$X = USV^T$$

3) Для каждого сингулярного числа s_i восстанавливается матрица

$$X^i = s_i u_i v_i^T,$$

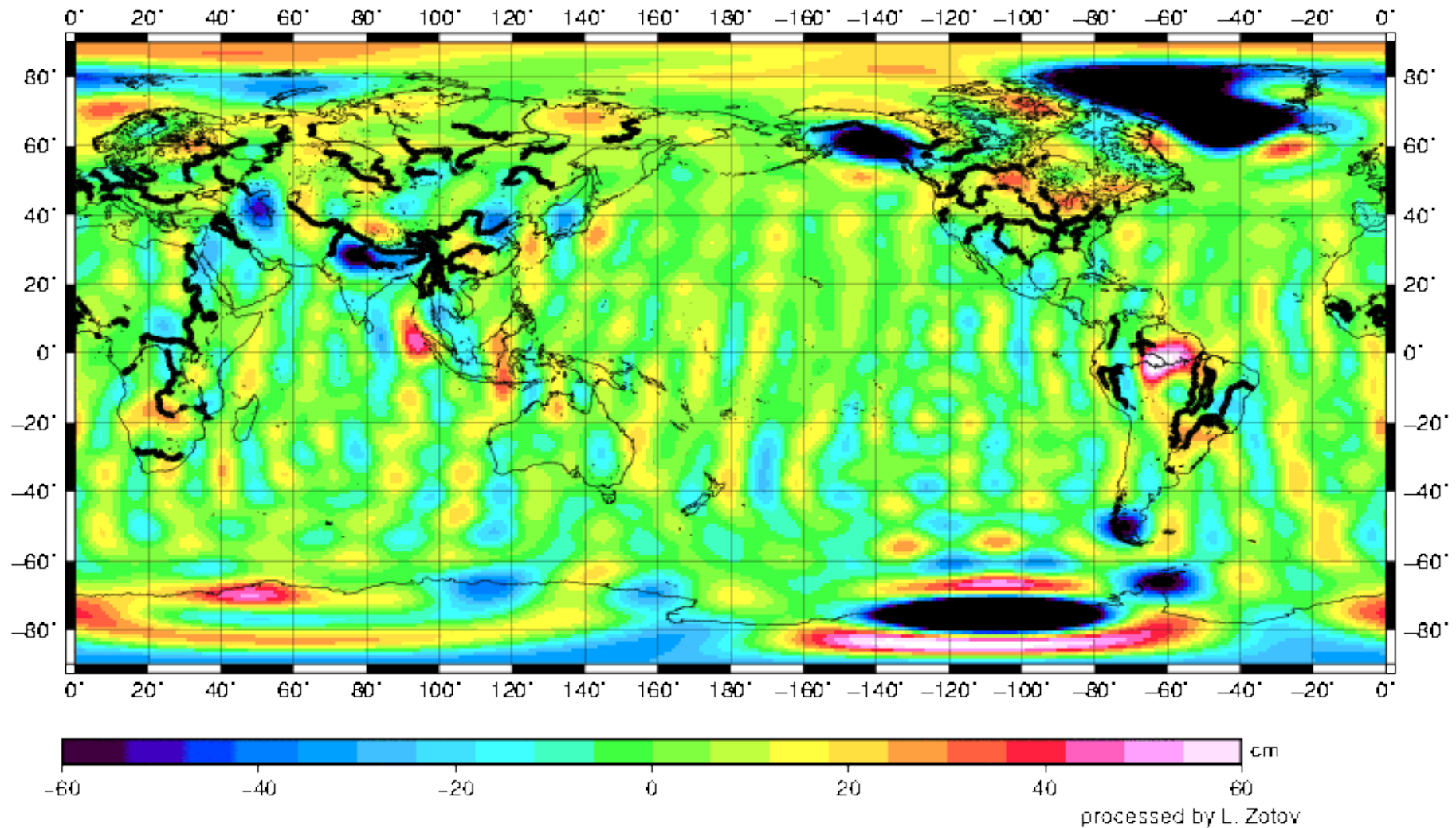
И усреднением вдоль побочных диагоналей (Генкелизацией) восстанавливается компонента сигнала

4) Сходные сигналы группируются в Главные Компоненты (Principal Components)

PC1, PC2, PC3...

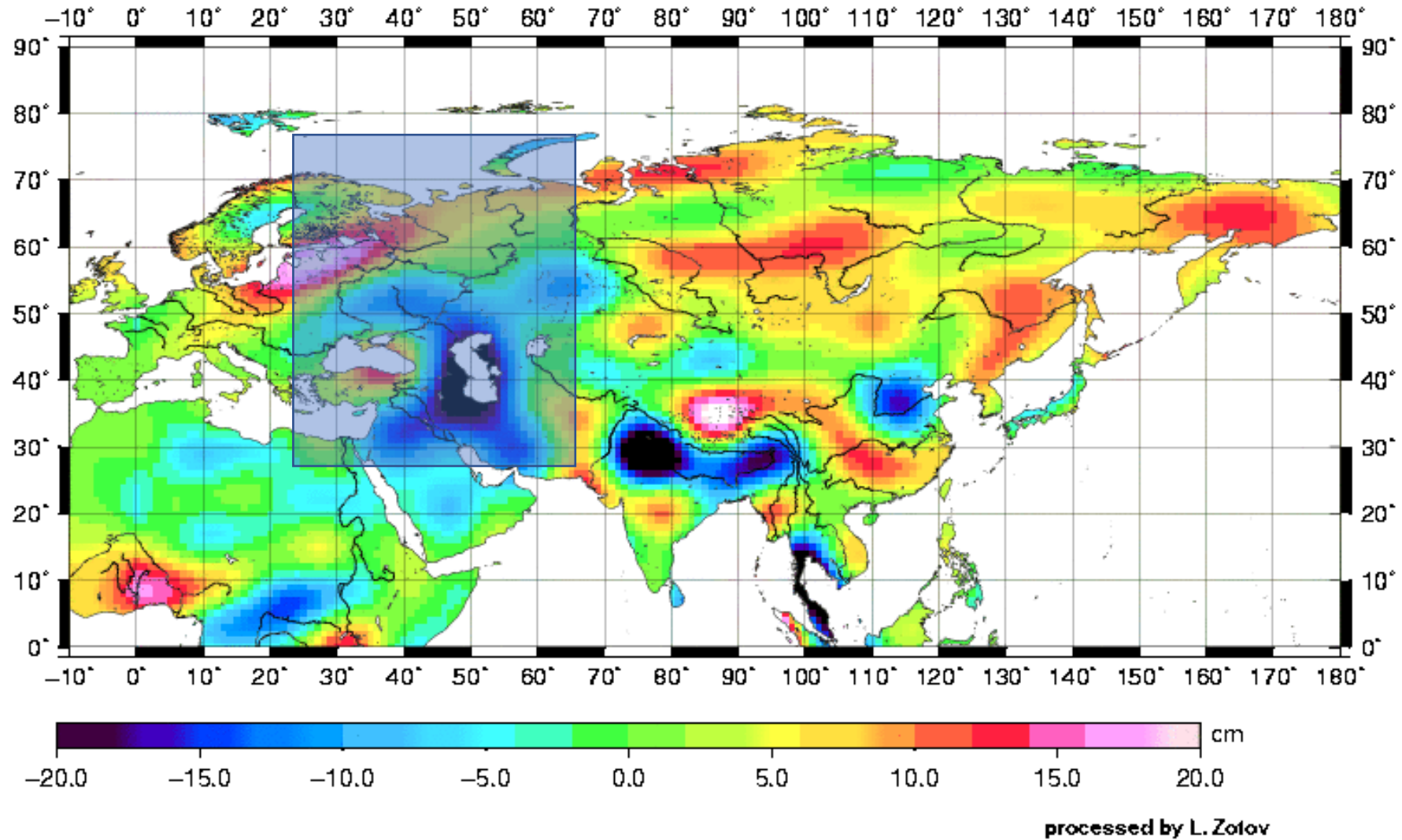
Тренды перераспределения масс в данных миссии GRACE

2017-2003 RL 06



Изменения масс вследствие климатических и других факторов

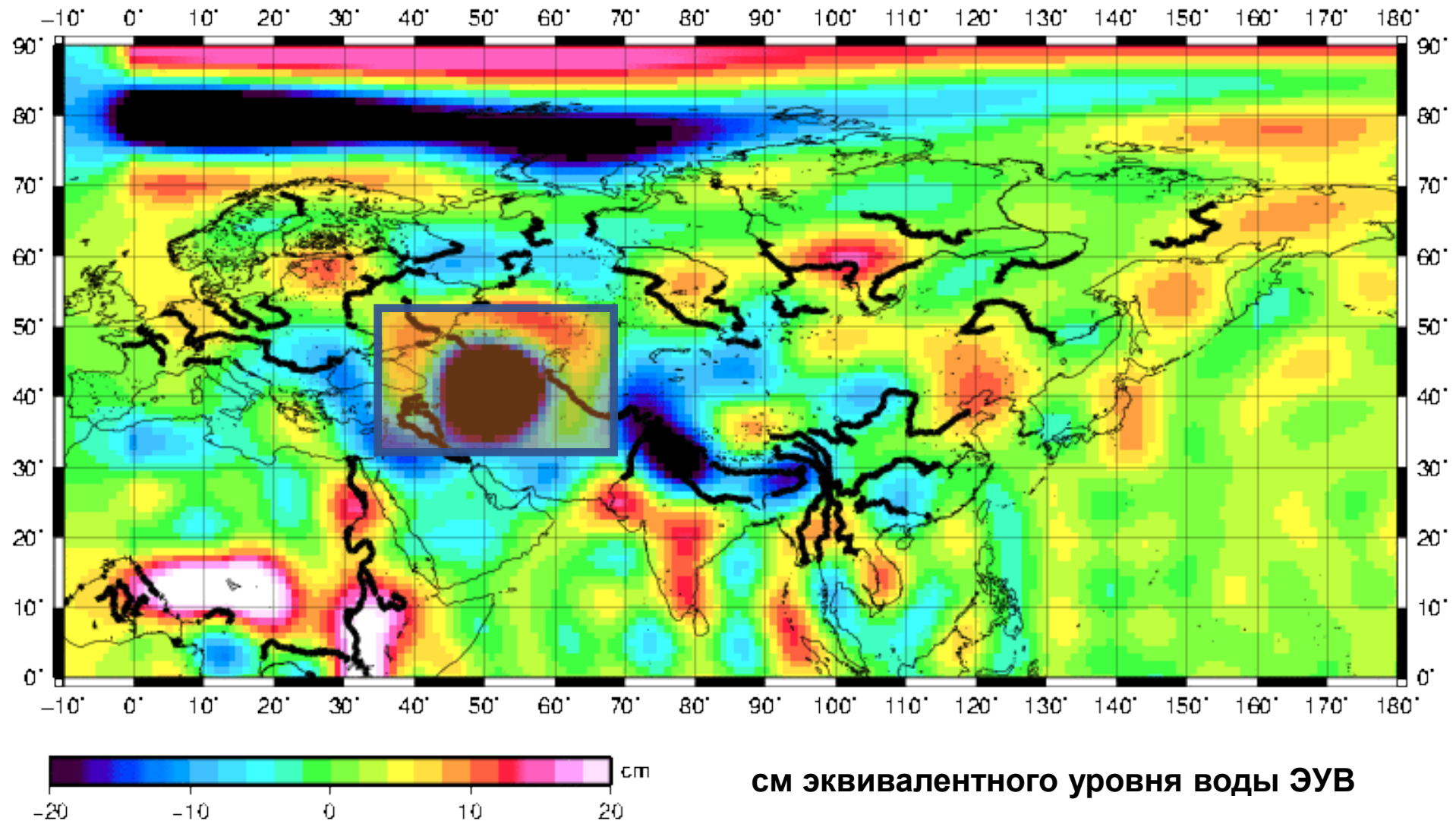
Тренды в изменении масс с 2003 по 2016 г. над Евразией по данным GRACE



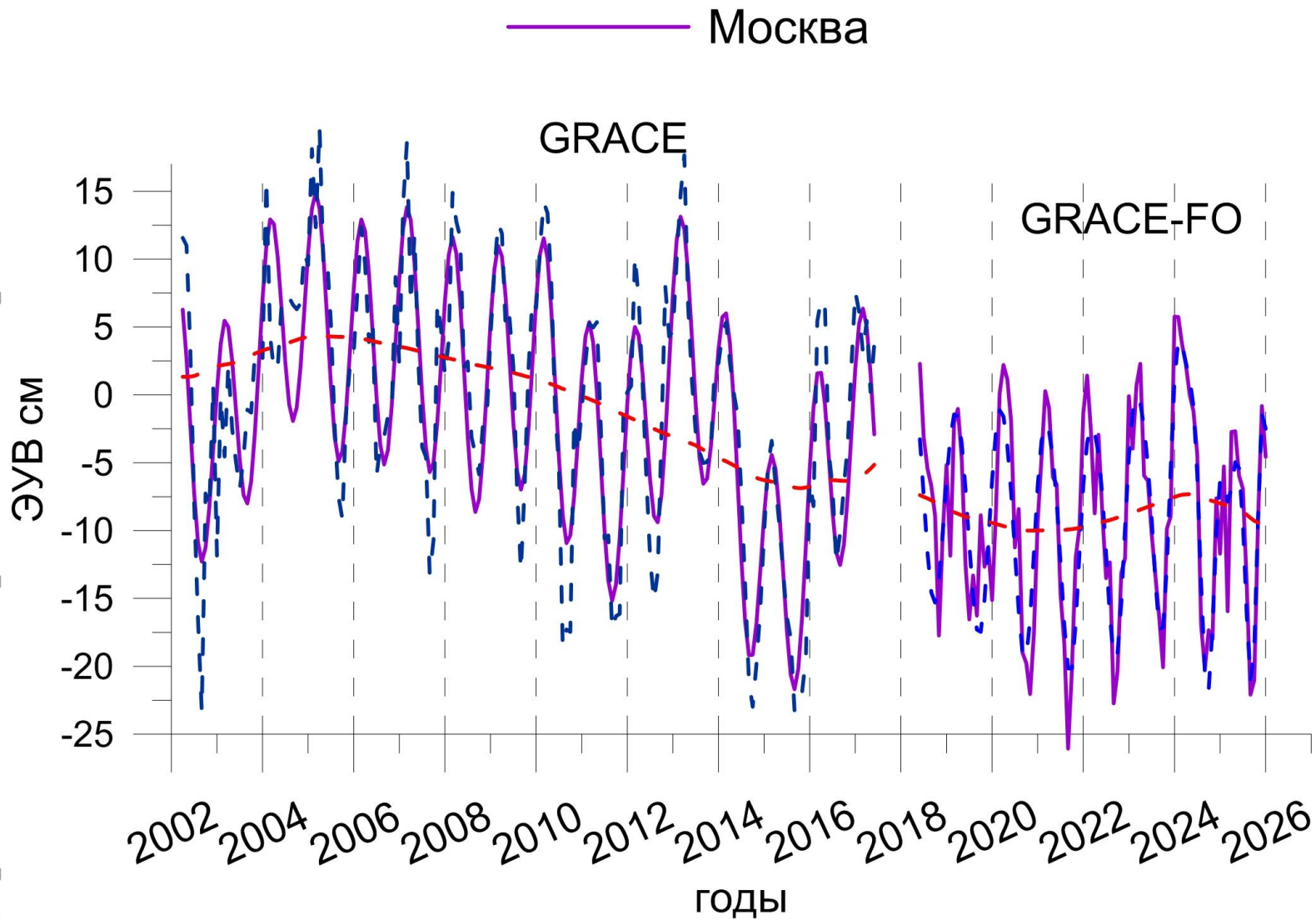
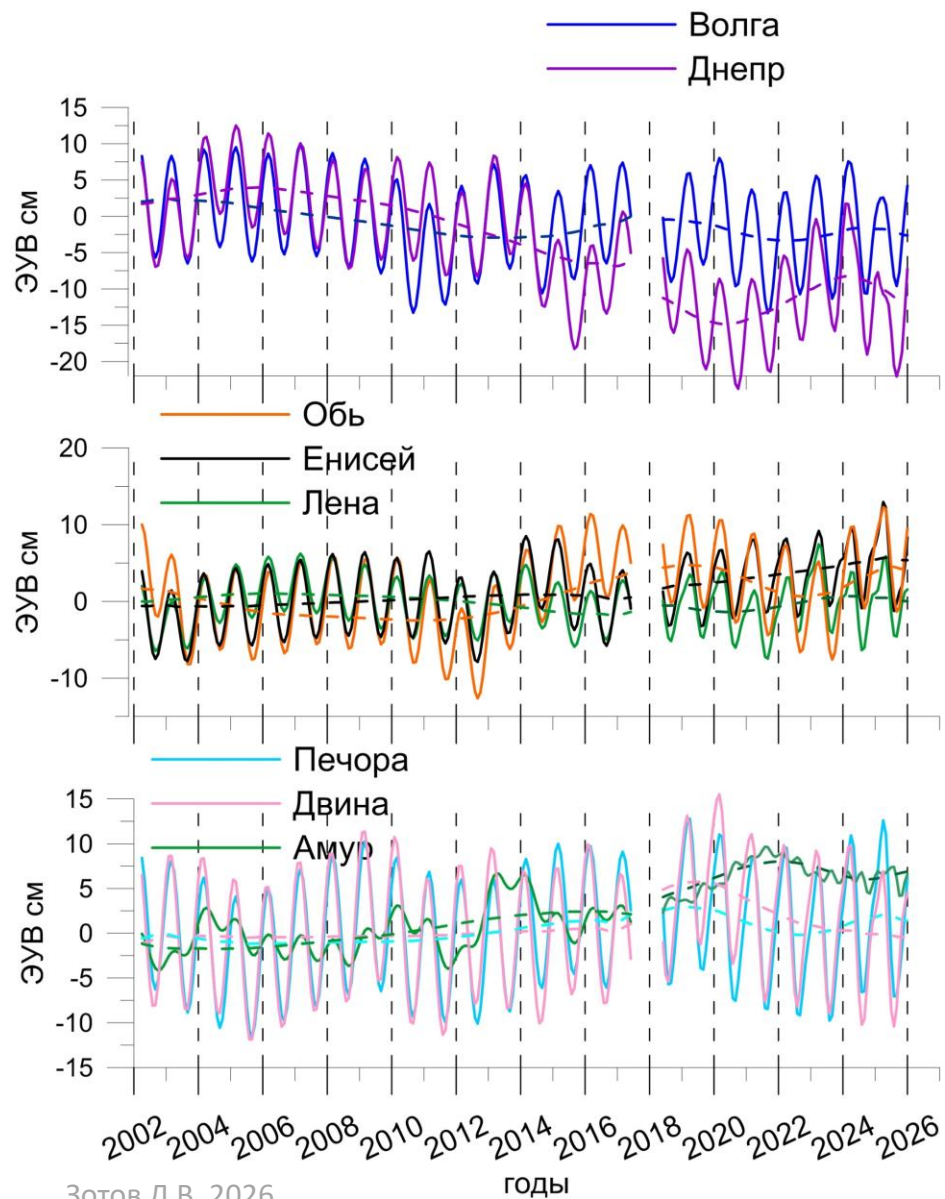
см эквивалентного уровня воды ЭУВ

Тренды в изменении масс с 2018 по 2025 г. над Евразией по данным GRACE-FO

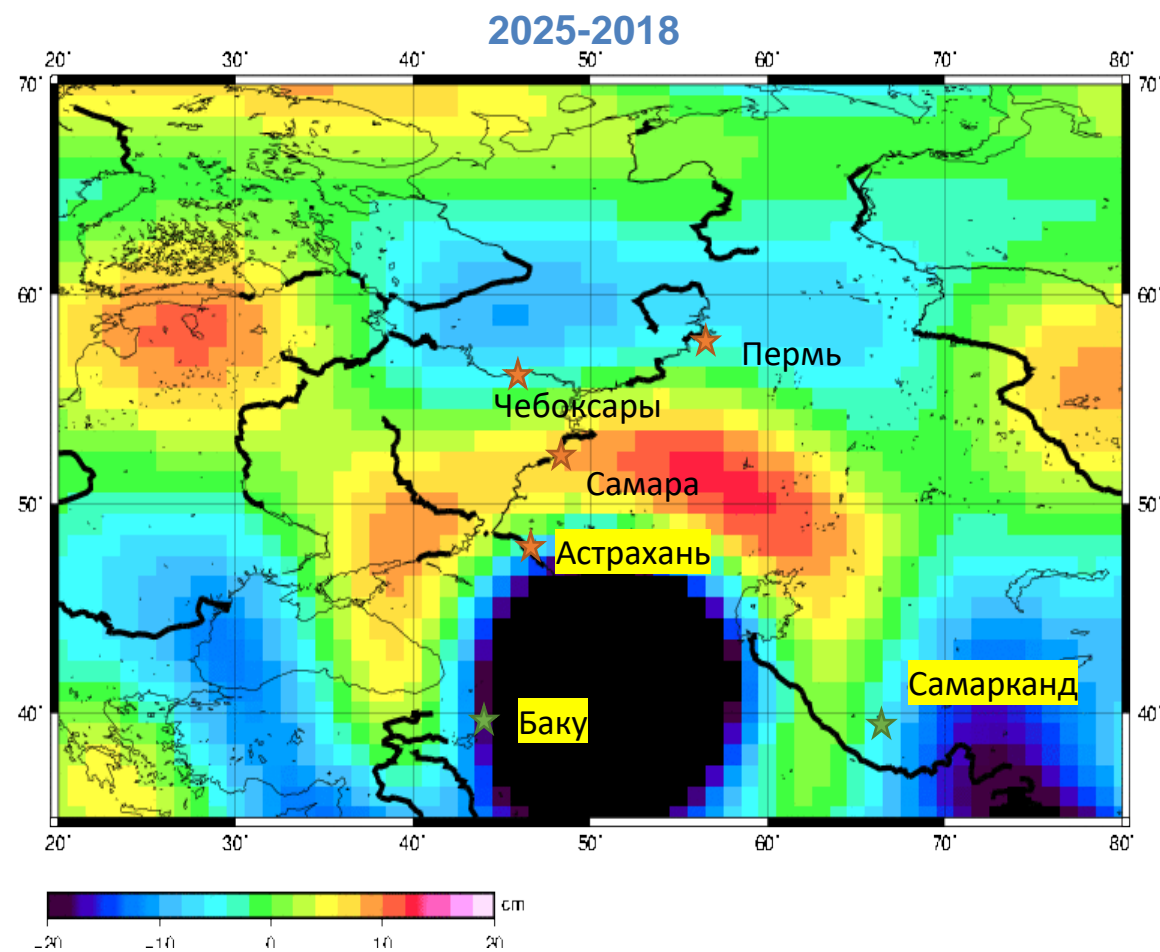
2025-2018



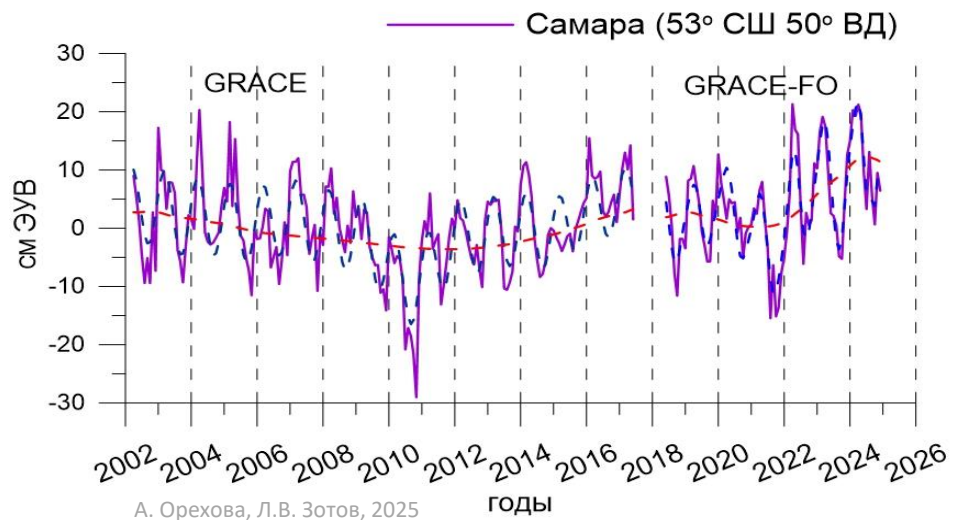
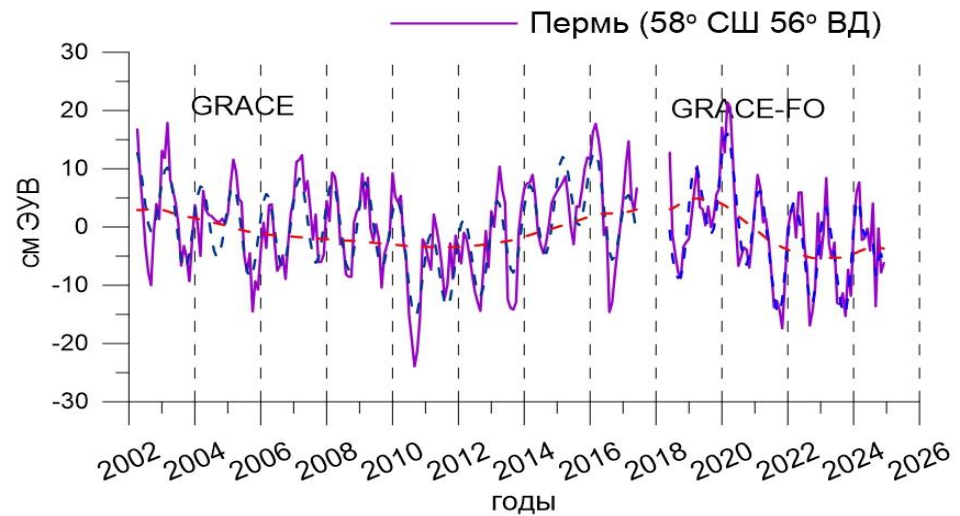
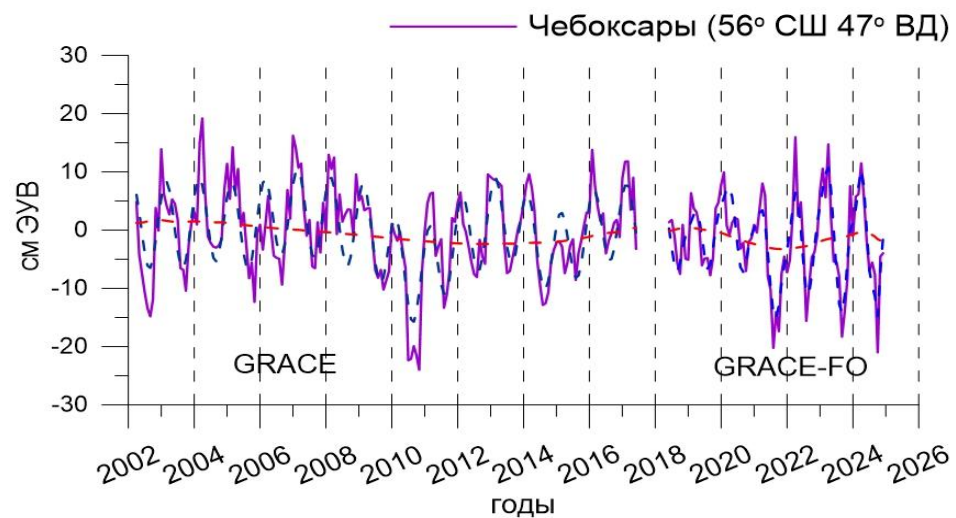
Аномалии масс по GRACE и GRACE-FO



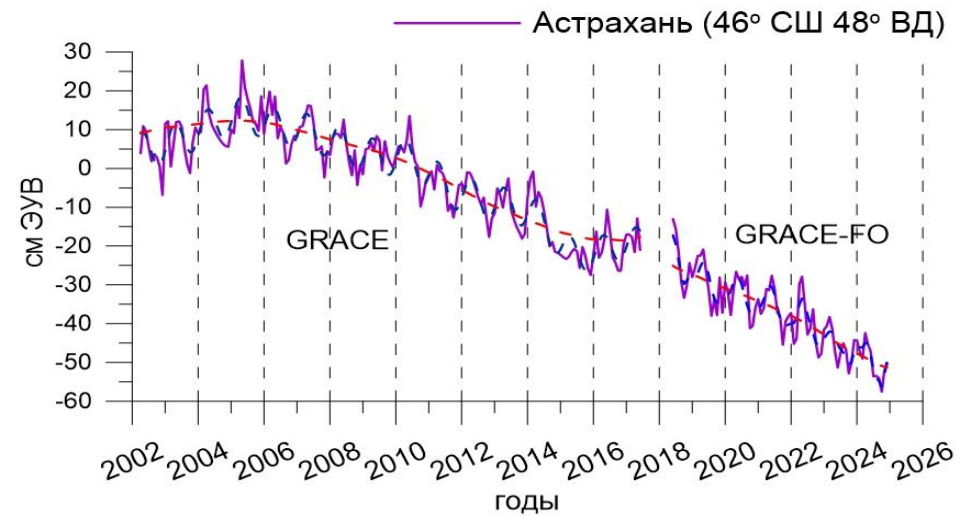
Аномалии масс по GRACE-FO от 20° до 80° В.Д. от 30° до 70° С.Ш.



Аномалии масс в городах на Волге и Каме



А. Орехова, Л.В. Зотов, 2025

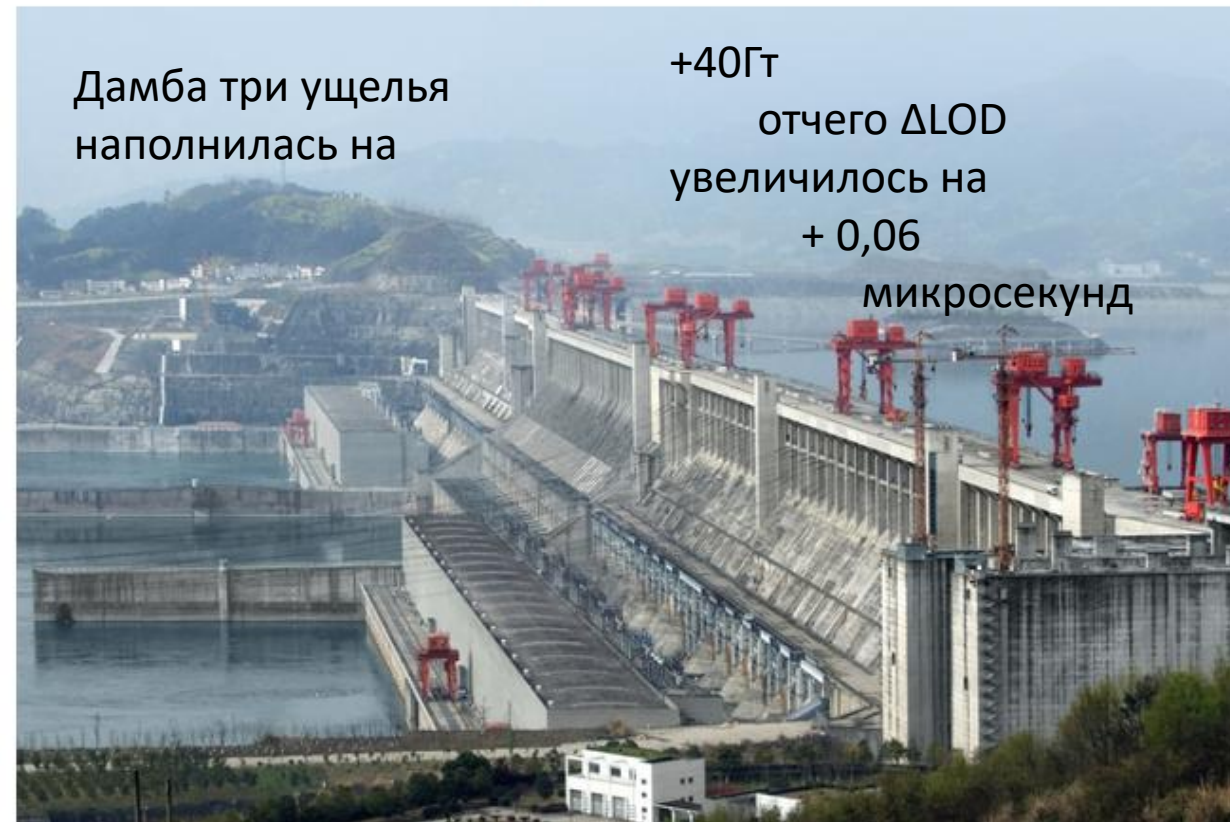




Каспийское море
теряет
-37Гт в год
отчего

Δ LOD уменьшается на
- 0.3 микросекунды в
год

Leap Second: How Chinese Dam Affects Planet Rotation Speed



Дамба три ущелья
наполнилась на

+40Гт
отчего Δ LOD
увеличилось на
+ 0,06
микросекунд

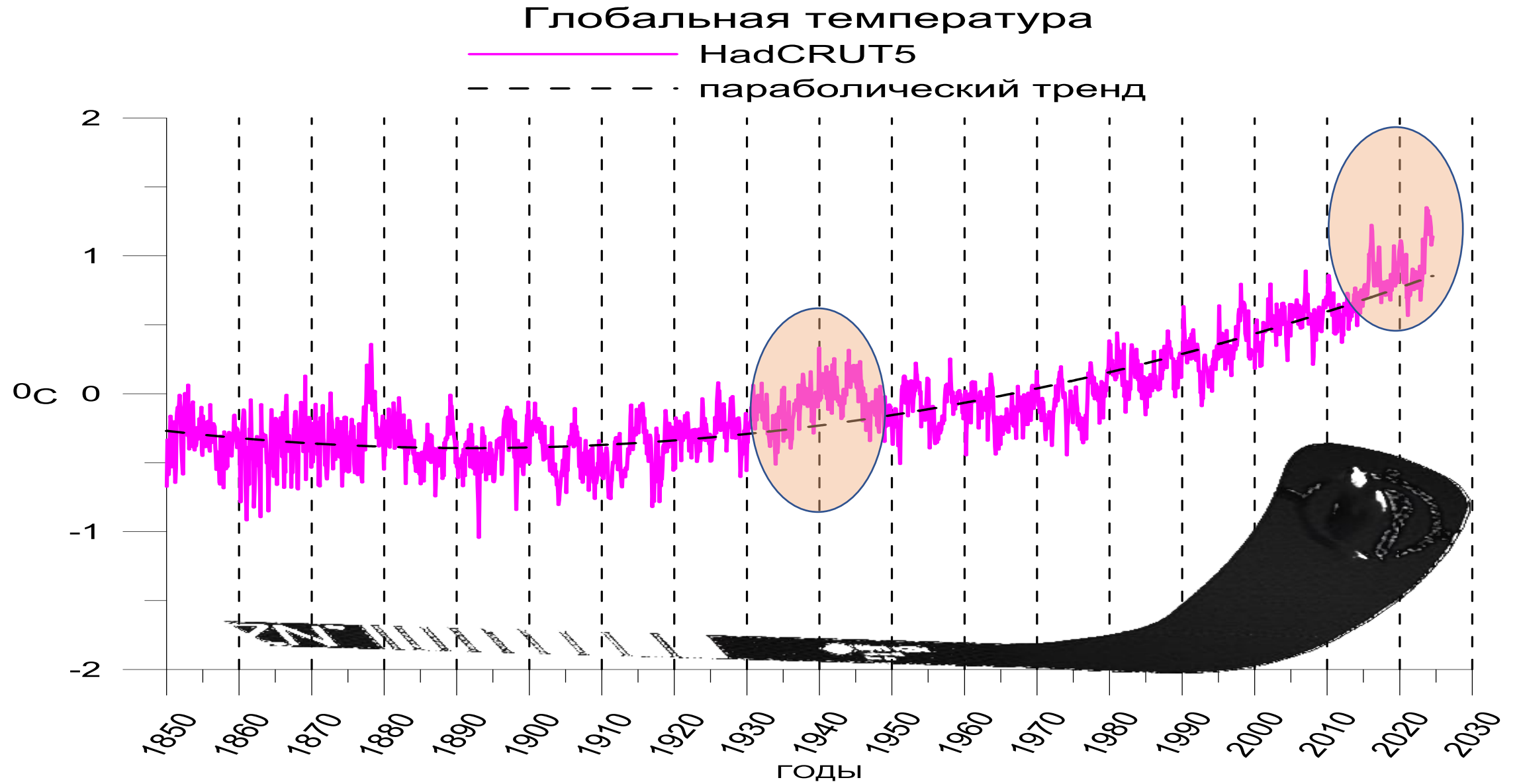
Three Gorges Dam in China

© iStock

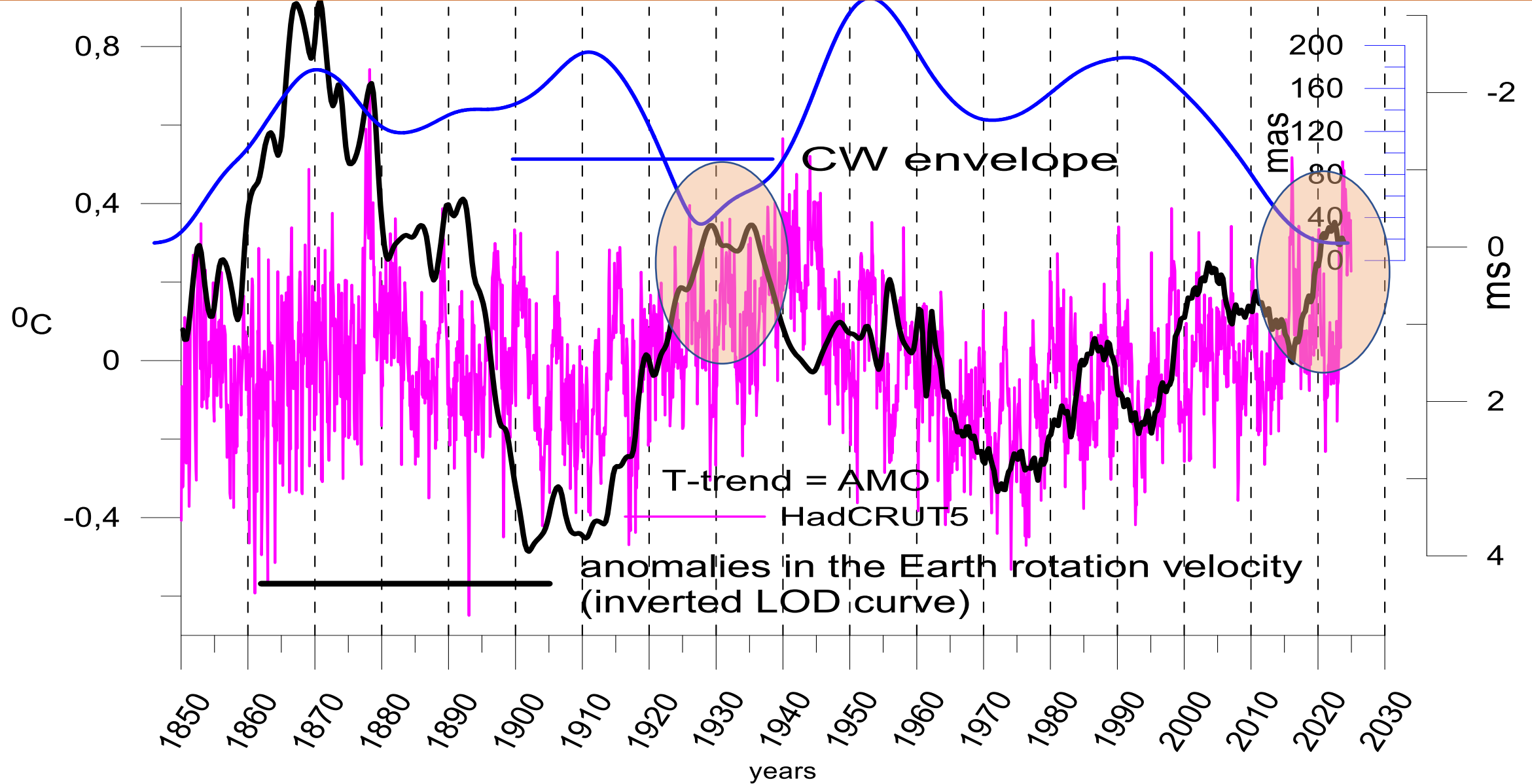
<https://www.hse.ru/en/news/research/1064488318.html>

Researchers predict that this summer, the planet may once again approach its maximum rotation speed. The causes of this acceleration are not fully understood, and there is still no definitive scientific explanation. Leonid Zotov, Professor at the School of Applied Mathematics, MIEM HSE, notes that if, in the past, the so-called 'leap second' was added on New Year's Eve, then for the first time in history, the question has arisen about whether it is time to subtract one.

Рост глобальной температуры на Земле за последние 150 лет



АМО, инвертированная LOD и огибающая Чандлеровского движения полюса



Какие связи с климатическими изменениями можно отметить:

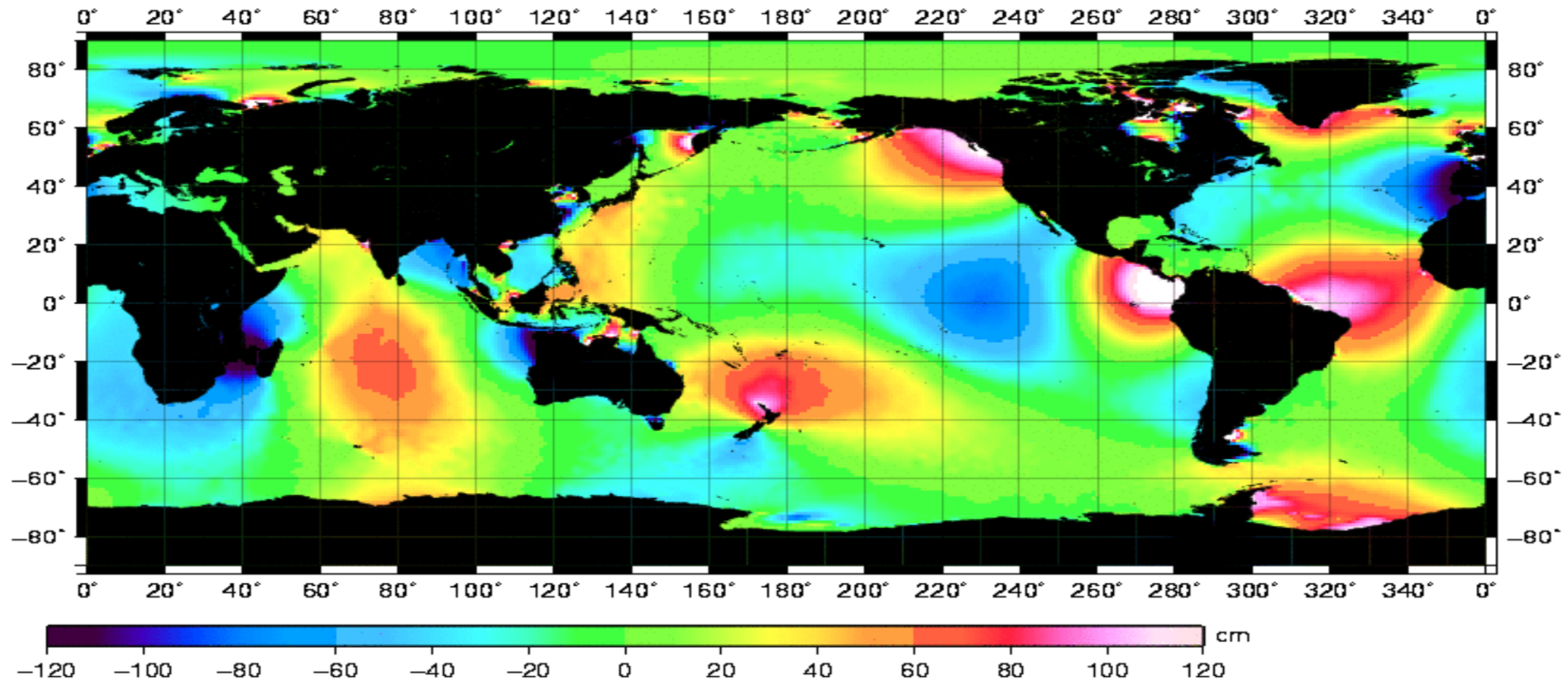
- Теоретически планета должна замедляться (а LOD увеличиваться) от влияния климата на перераспределение масс и фигуру Земли, её тензор инерции. Этот фактор тормозит наблюдающееся сегодня ускорение вращения Земли.
- Тренды в движении полюса, похожие на клюшку глобального потепления, хорошо согласуются с измерениями космической гравиметрии GRACE и GRACE-FO, а также ЛЛС.
- Если из-за изменений климата меняется циркуляция атмосферы и океана, то по закону сохранения момента импульса это даст отклик в вариации ПВЗ.
- По данным выделяется синхронизация длительных циклов ЧДП и Δ LOD с климатическими колебаниями, такими как Атлантическая многолетняя осцилляция, Эль-Ниньо Южное Колебание и др.

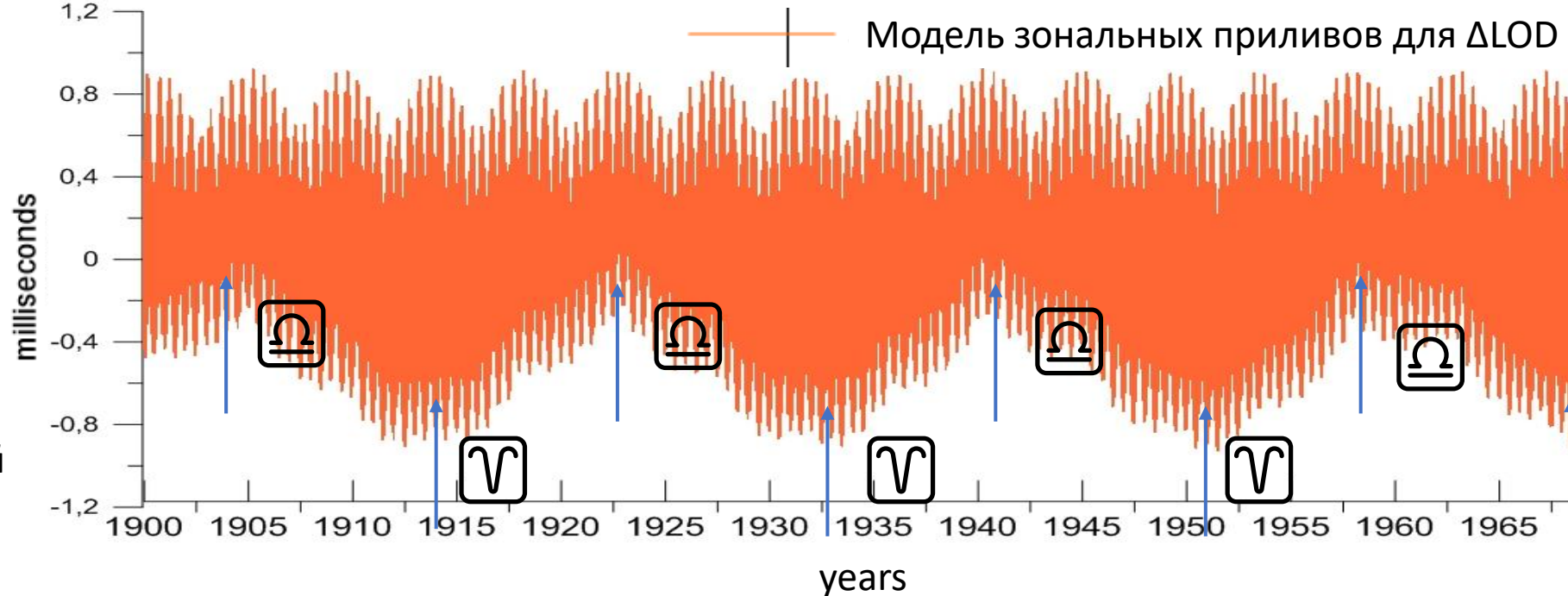
Что у нас особый интерес:

- Глубинные причины сходства периодичностей климата и вращения Земли на шкале времени в 150 лет
- Возможность выведения несколько подзабытых классических разделов геодезии и астрономии на поле весьма актуальной повестки изменений климата.
- Предсказательный потенциал тех корреляций, которые проявляются в наблюдательных рядах ПВЗ и климата
- Фундаментальные проблемы разработки математических методов обнаружения причин, скрывающихся под смесью различных факторов, в частности, выявление роли Луны, как фактора геофизических явлений

Модель прилива в океане

tide Jan 2010 11.00 day

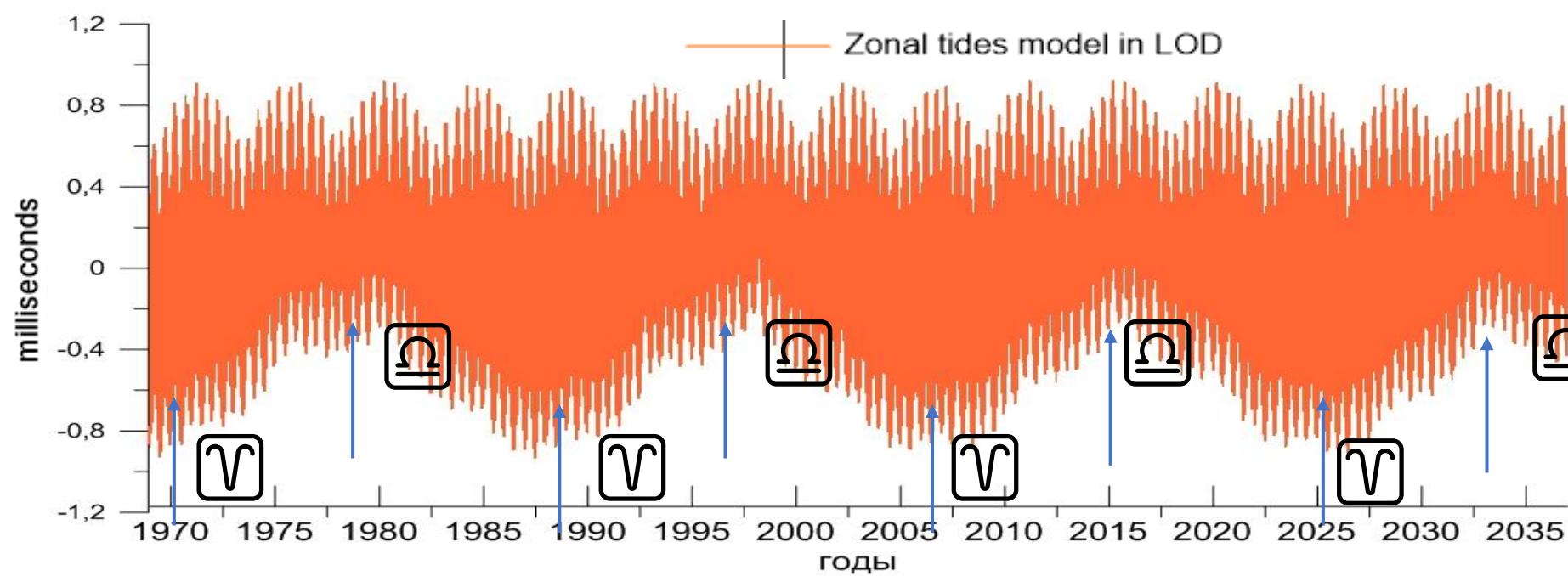




Нижняя
огибающая
связана с

18.6-летней
прецессией
орбиты

Луны
и движением
узлов



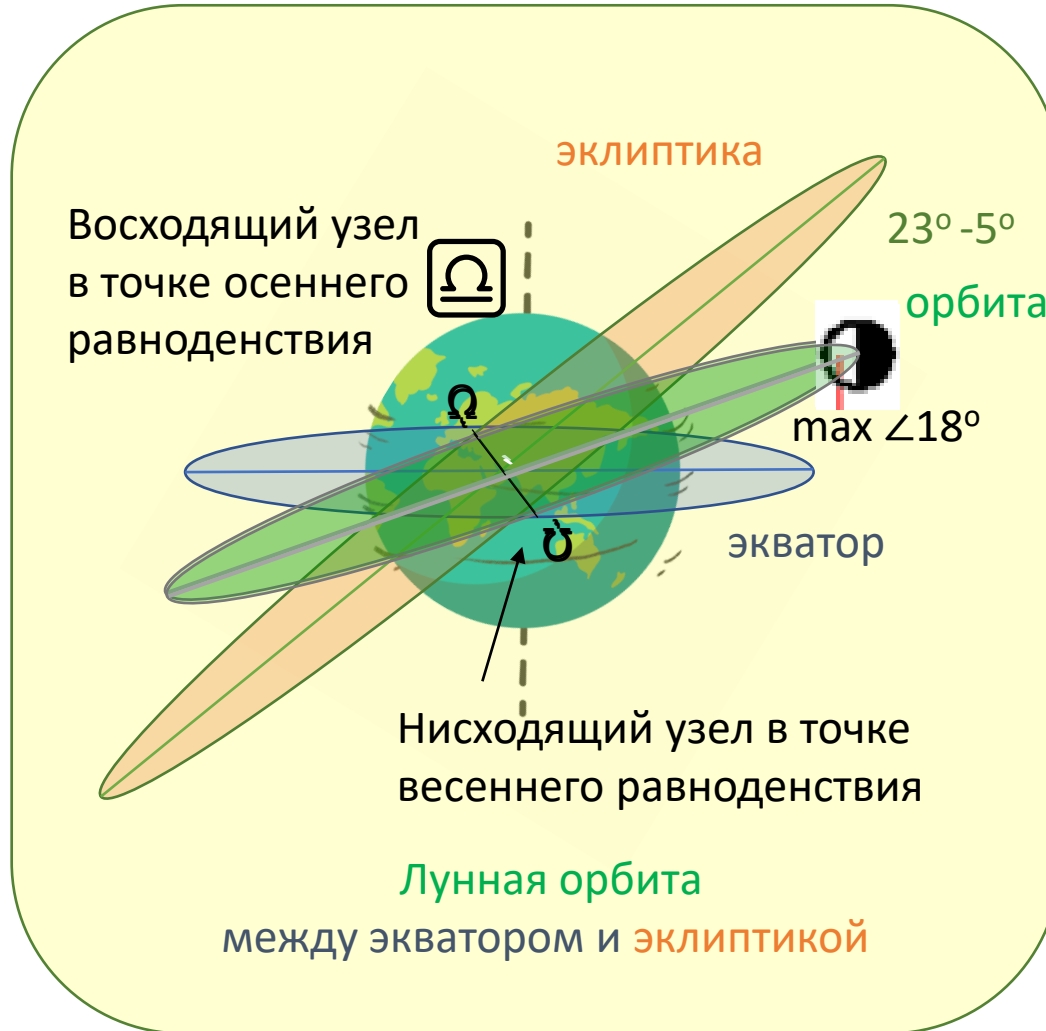
Восходящий
узел ♊ В

♊

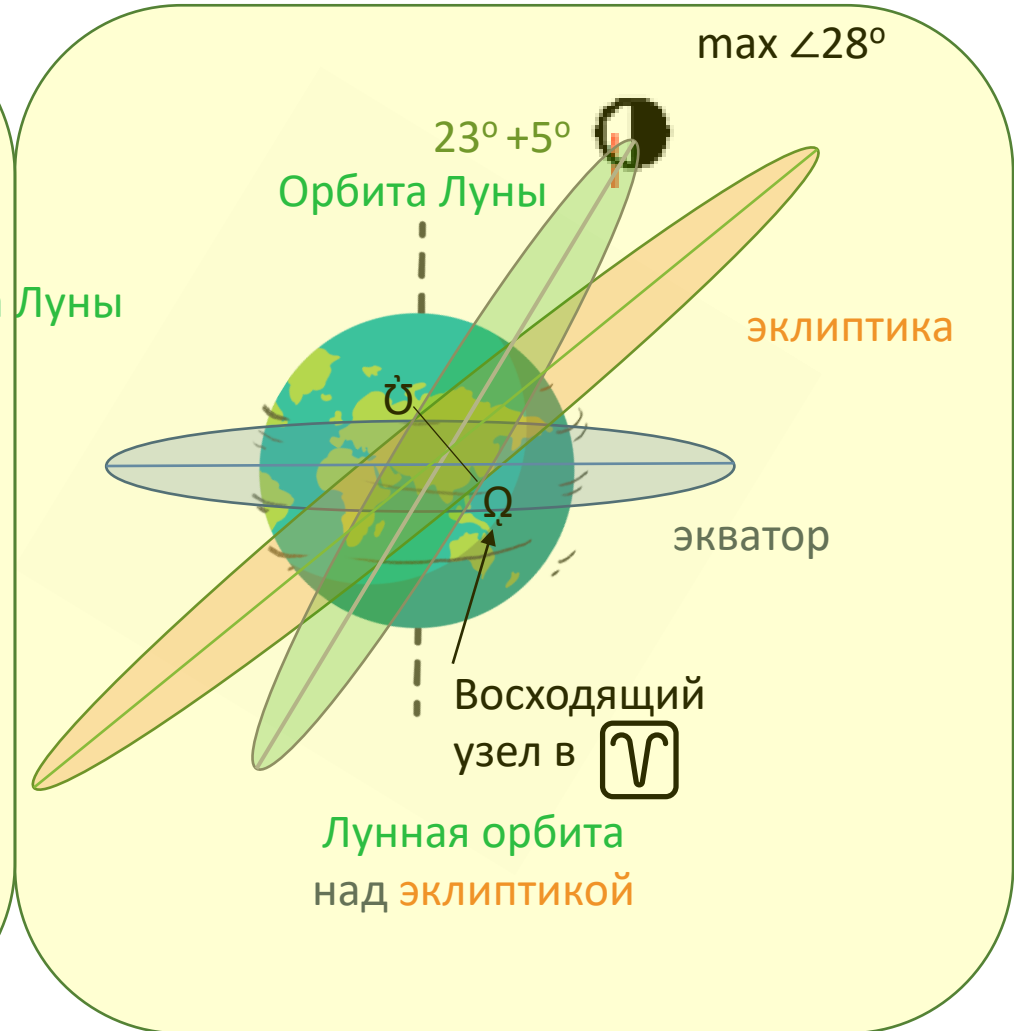
18.6-летней
прецессией
орбиты

Луны
и движением
узлов

18.6—летняя прецессия орбиты Луны



1979, 1997,
2015, 2033



1988, 2007
2024

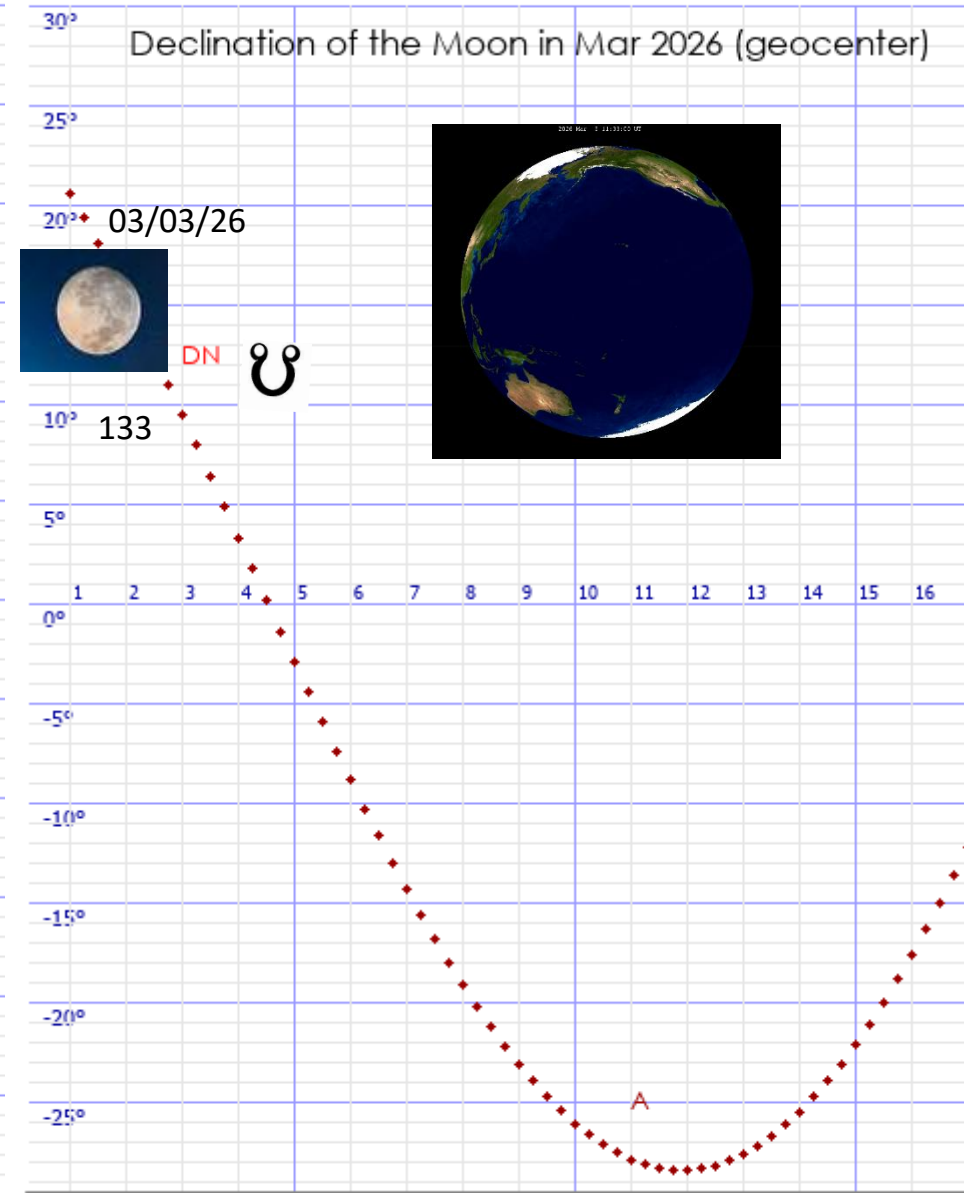
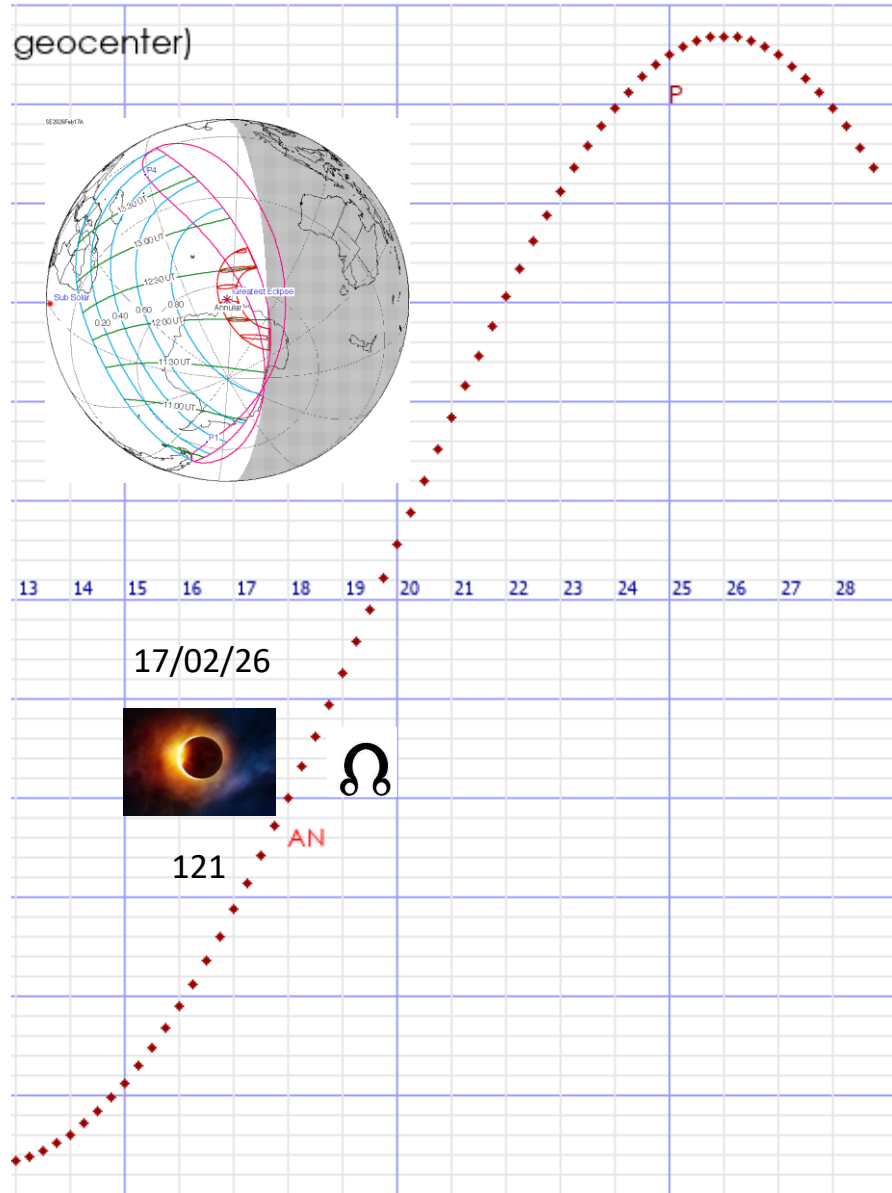
<https://astropage.ru/guide/moon/decl/>

Выберите месяц и год:

МАРТ

2026

Вывести



A Luni-Solar Connection to Weather and Climate

II: Extreme Perigean New/Full Moons and El Niño Events

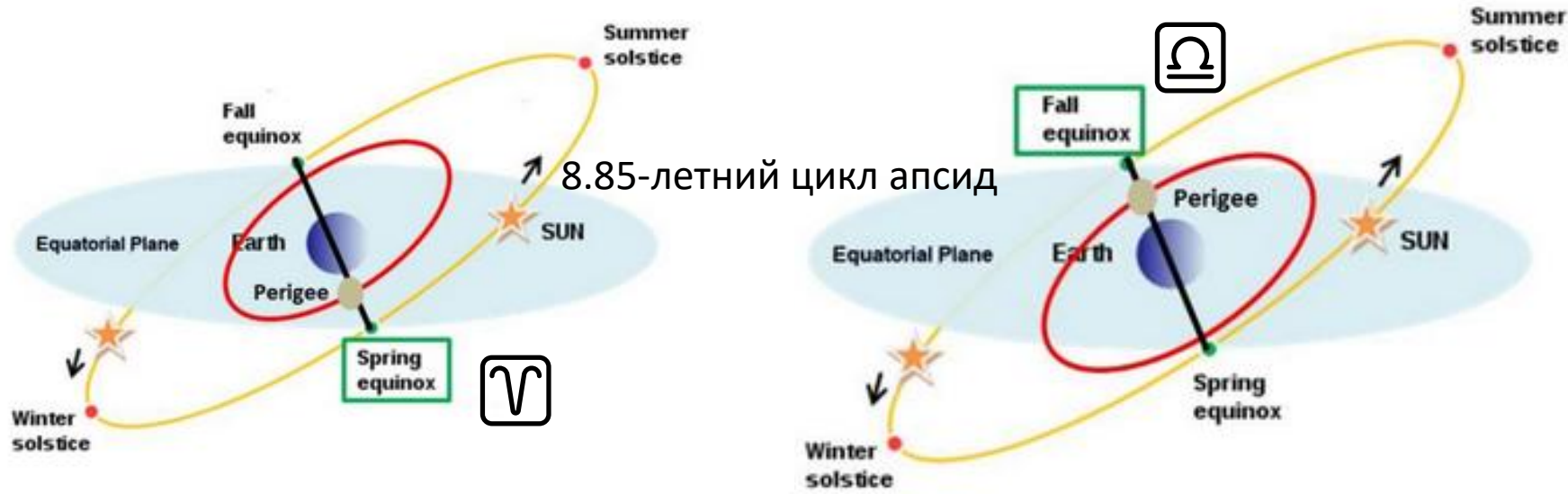
Ian R.G. Wilson*¹ and Nikolay S. Sidorenkov²

Перигей в



- 1980
- 1998
- 2006
- 2015
- 2024
- 2033

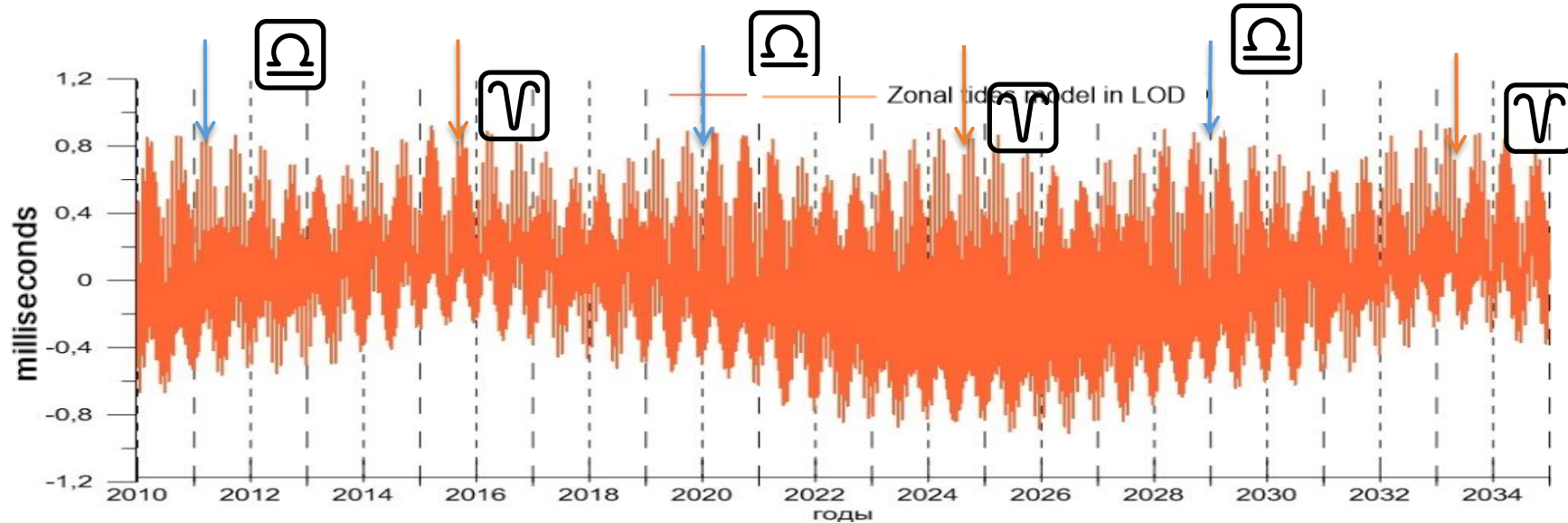
Верхняя
огibaющая
отражает
движение
линии апсид



Перигей в

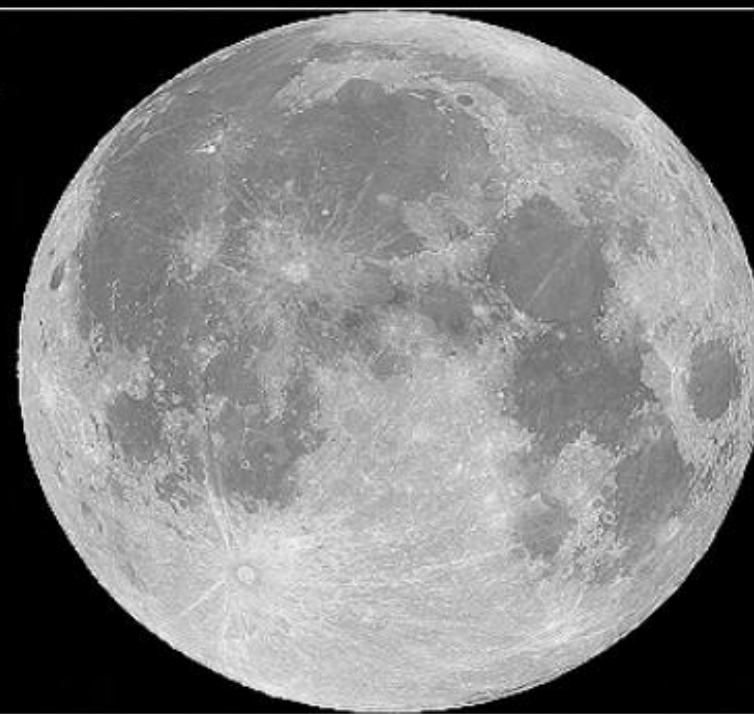


- 1984
- 1993
- 2011
- 2020
- 2029



Апогей

Перигей

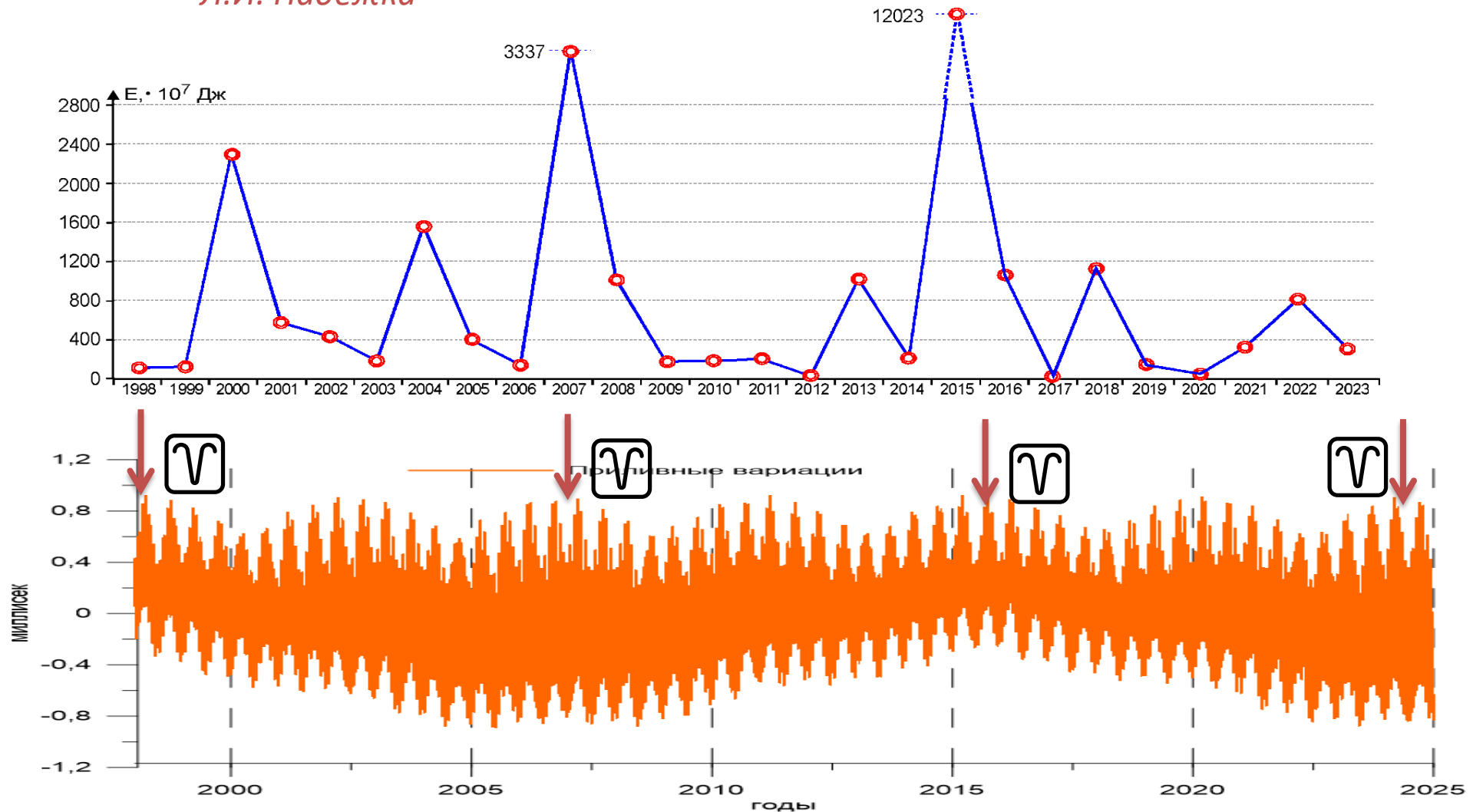


01 июня 2026 г
406.3 тыс км

24 декабря 2026 г
356.8 тыс км

*Временное распределение сейсмической энергии,
выделившейся при землетрясениях,
произошедших на территории ВКМ (1998 – 2023 гг.)*

*Материалы
Л.И. Надежка*



ГЕОАСТРОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ПОГОДА

[Главная](#)[Графики](#)[Публикации](#)[Контакты](#)

Навигация

[Главная](#)[Графики](#)[Публикации](#)[Контакты](#)

Новые работы



Геодинамические причины
декадных колебаний
климата.

[Подробнее](#)

Сидоренков Николай Сергеевич.

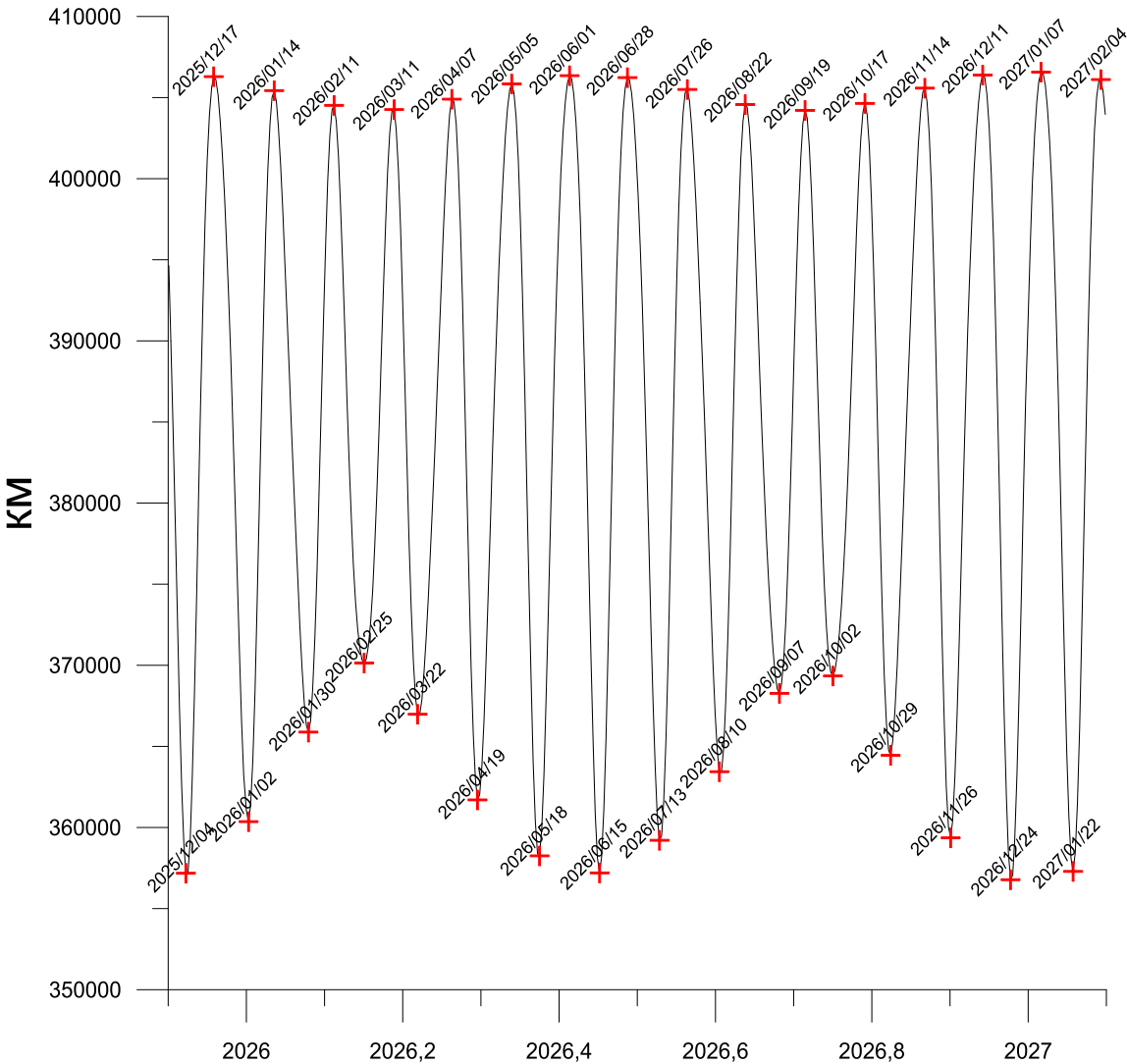
Родился 14 декабря 1937 года в деревне Елисеево Калужской области Спас-Деменского района Павлиновского сельсовета в семье колхозника. В 1961 году с отличием закончил Ленинградский гидрометеорологический институт...

Проблемой неравномерности вращения Земли увлекся на IV курсе. К моменту окончания института была опубликована первая научная работа...

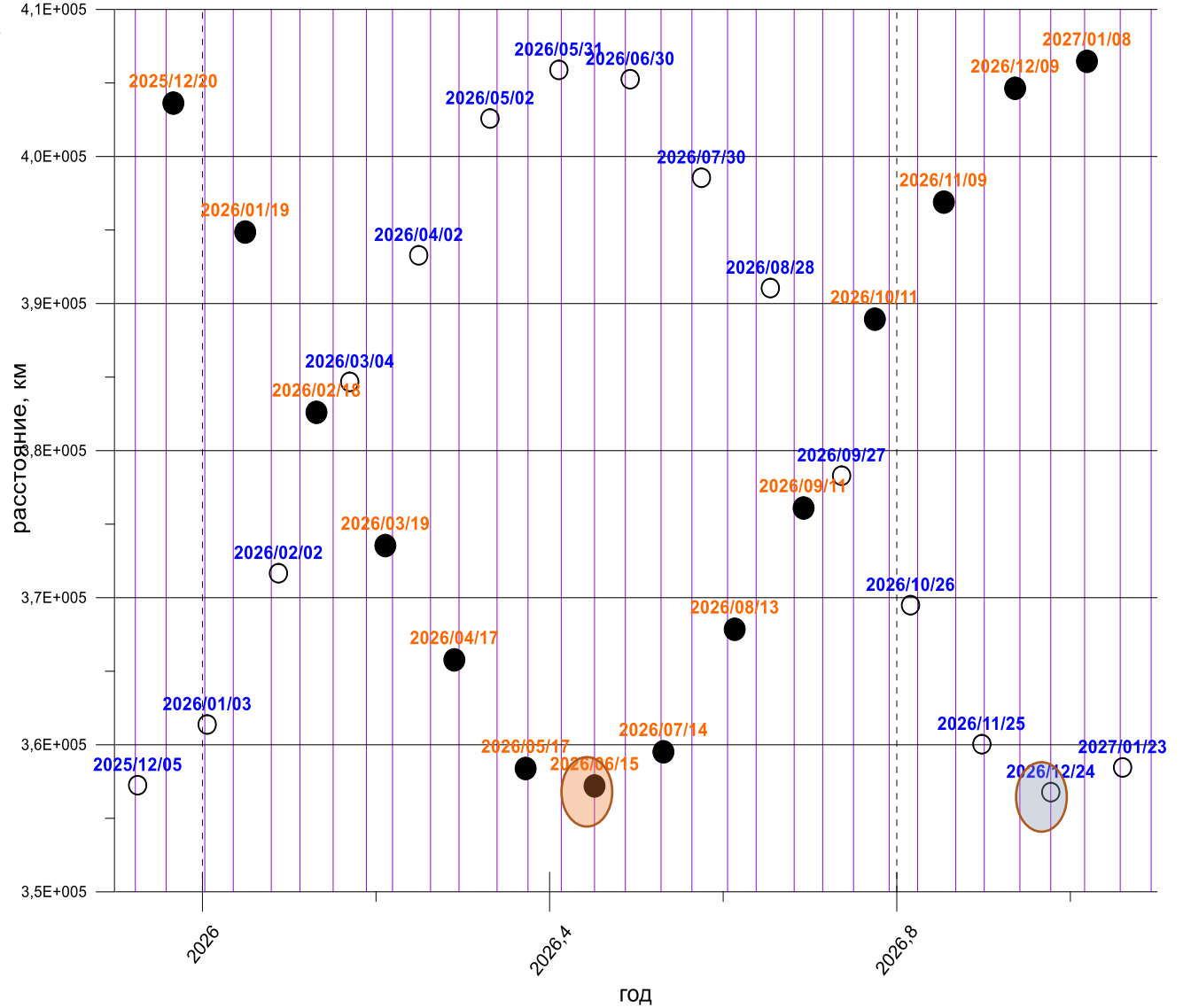
С 1996 года заведующий Лабораторией планетарной циркуляции и гелиогеофизических исследований гидрометцентра России. В последние 15 лет имел гранты Международного научного фонда, РФФИ и трижды был лауреатом конкурса научно-популярных статей в РФФИ ([подробнее](#))

“ На фото: Н.С.Сидоренков на фоне вулкана Этна, 2005 г.
Этна — действующий стратовулкан, расположенный на восточном побережье Сицилии. Высота 3329 м над у.м.

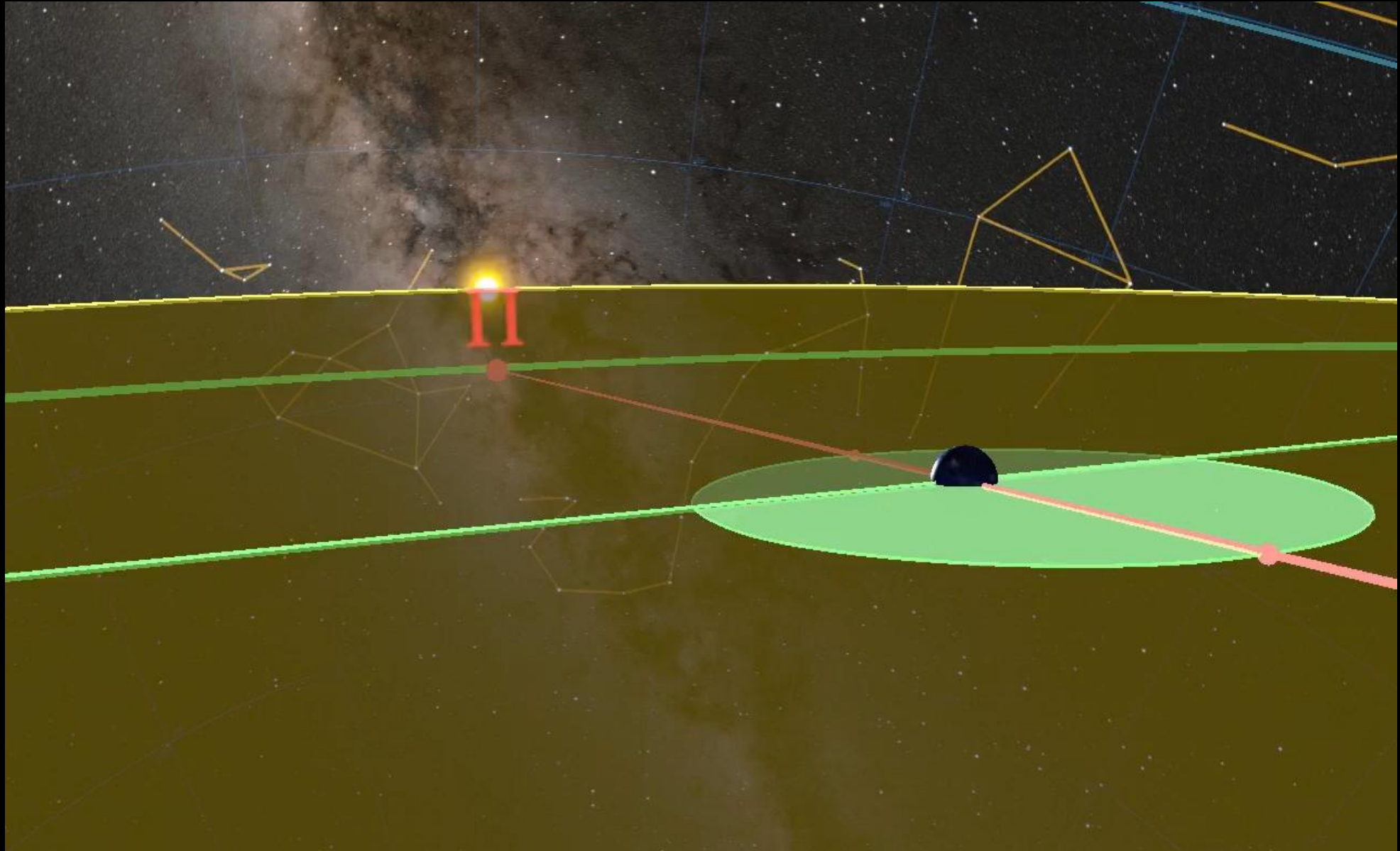
Расстояние до Луны в 2026 г



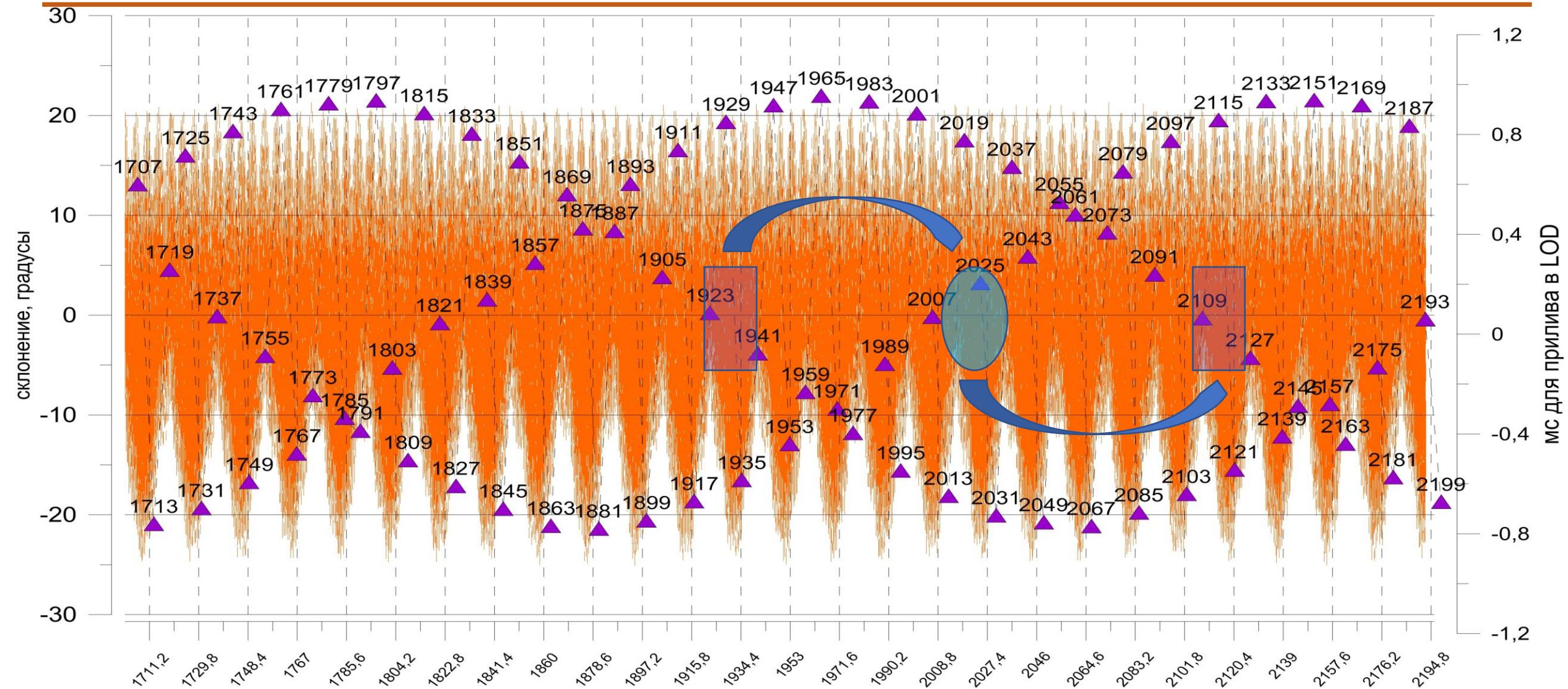
Расстояние в новолуния и полнолуния



Движение линии узлов и линии апсид лунной орбиты

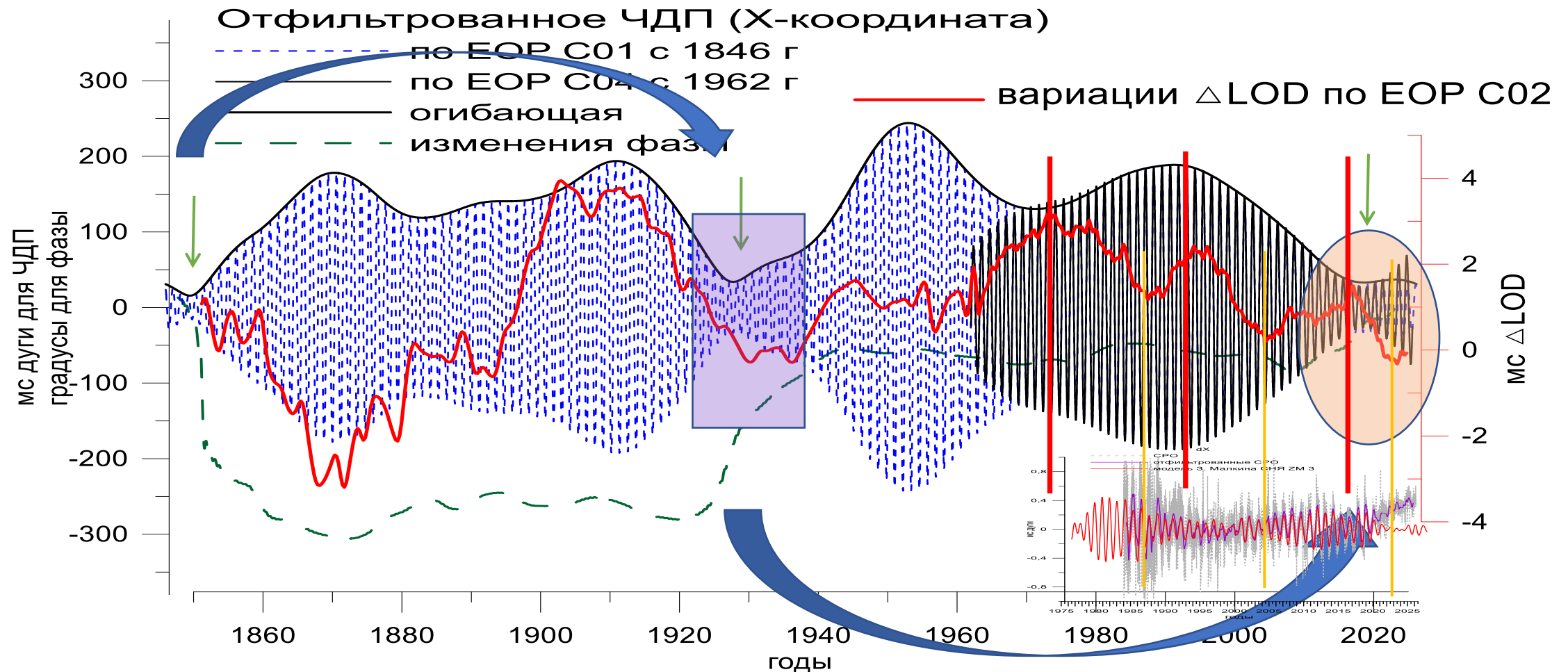


Встречи перигея и узлов каждые 6 лет и их склонения



Zotov L., N. Sidorenkov, Ch. Bizouard, Earth rotation variations and the Moon apsidal-nodal effects, A. Kostrov et al.(eds.), Problems of Geocosmos, Springer, P. 289-312, 2026, https://doi.org/10.1007/978-3-031-92928-1_21

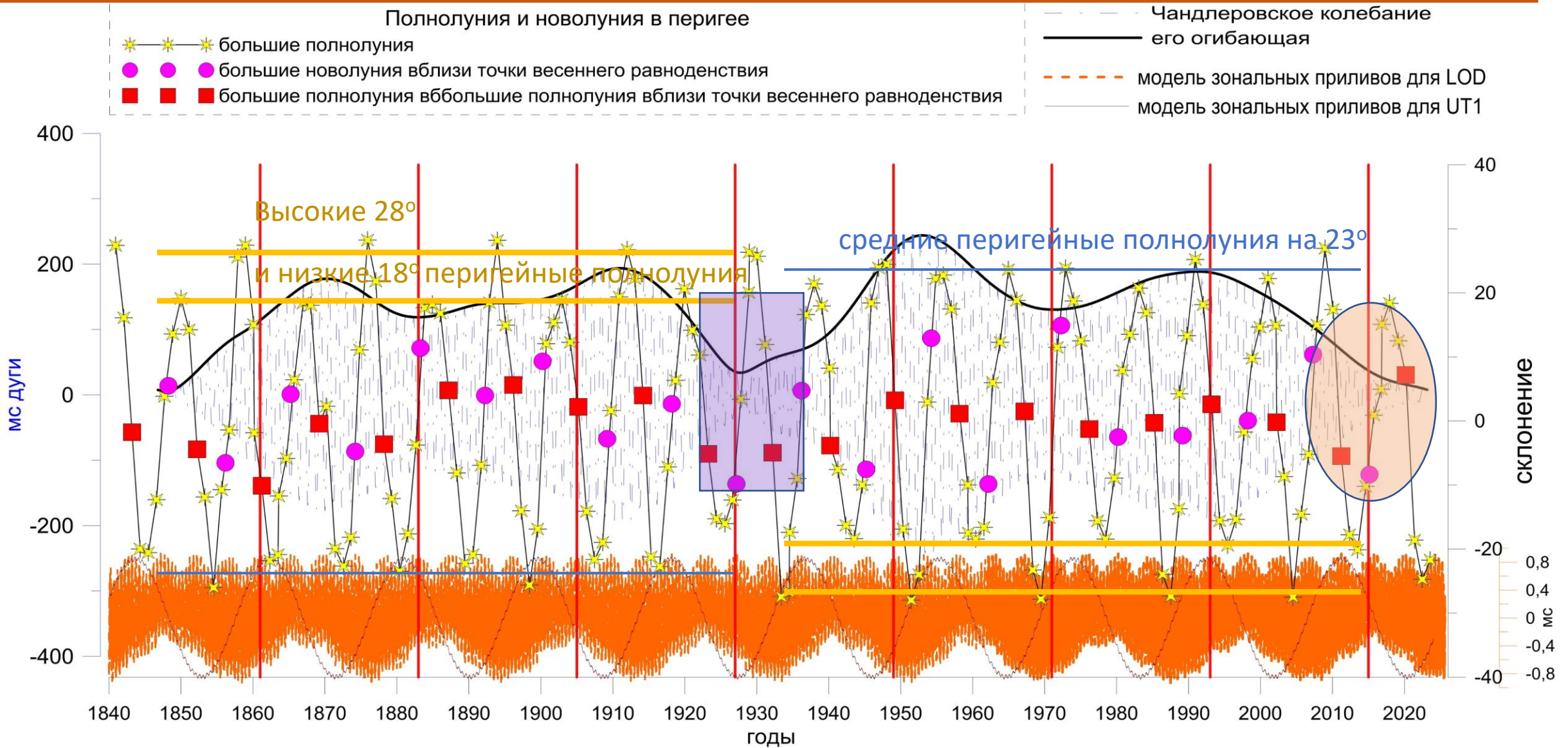
Возможно что аномалии LOD и ЧДП случаются с 90-летними интервалами вследствие апсидально-нодальных эффектов



L.Zotov, Anomalies in the Earth rotation and Syzygies in Perigee, at Industry 4.0

VIII, Iss. 5, p. 166-168, 2023 WEB ISSN 2534-997X; PRINT ISSN 2534-8582

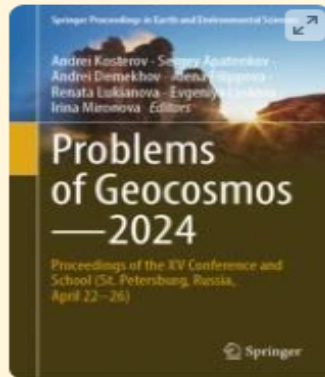
90-летний цикл встреч линий апсид узлов и равноденствий



Выводы

- Исчезновение Чандлеровского колебания в 1930-е и 2020-е годы произошло синхронно с глубокими минимумами LOD
- Данные ЛЛС, GRACE и GFO по перераспределению масс (из-за изменений климата) объясняют малую часть (до 0,2 мс) изменчивости LOD (из J_2) и почти весь дрейф полюса (из C_{21} , S_{21})
- Интегральный момент импульса атмосферы ААМ и океана ОАМ способен до некоторой степени объяснить изменения ЧДП, а теории динамо в ядре – декадные изменения LOD, но перестройки в этих оболочках также требуют своего объяснения
- Мы полагаем, что апсидально-нодальные эффекты ответственны за одновременные аномалии в ЧДП и LOD, а синхронизация геофизических процессов приливами на длительных интервалах времени может быть весьма важна для планеты
- На основании имеющихся корреляций между климатическими осцилляциями и аномалиями движения полюса и LOD, мы полагаем, что если Лунные причины последних будут выведены на свет, это поможет выявить важную роль лунного фактора в геофизических, океанологических и климатических явлениях, что послужит их лучшему прогнозированию

[Home](#) > Conference proceedings



Problems of Geocosmos—2024

Proceedings of the XV Conference and School (St. Petersburg, Russia, April 22–26)

Conference proceedings | © 2026

✓ Access provided by MA Group AG

[Download book PDF](#) ↓

[Download book EPUB](#) ↓

Zotov L., N. Sidorenkov, Ch. Bizouard, Earth rotation variations and the Moon apsidal-nodal effects, A. Kosterov et al.(eds.), Problems of Geocosmos, Springer, P. 289-312, 2026, https://doi.org/10.1007/978-3-031-92928-1_21



Спасибо за внимание!

УДК 521.92

Оригинальная / Original Article

DOI

**ОСОБЕННОСТИ ВРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ И ФАКТОРЫ КЛИМАТА
ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ**

© 2025 г. Л. В. Зотов^{1,2} *, Н. С. Сидоренков³

¹*Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики,
109028 Москва, Покровский б-р д.11, Российская Федерация*

²*Государственный астрономический институт им. П.К, Штернберга МГУ
им. М.В. Ломоносова, 119234 Москва, Университетский пр. д 13,
Российская Федерация*

³*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр, 123376 Москва,
Большой Предтеченский пер д 13, стр. 1, Российская Федерация*

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ
И МАТЕМАТИКИ
имени А.Н. Тихонова
Национальный исследовательский университет
Высшая школа экономики

Зотов Лвонид Валентинович

**ВРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ
И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

Монография

Зотов Л.В. ВРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
Zotov L.V. EARTH ROTATION AND CLIMATE PROCESSES 地球自转与气候变化过程

Москва – 2022

Динамическая модель движения полюса

$$\frac{i}{\sigma_c} \frac{dp(t)}{dt} + p(t) = \chi(t)$$

$$p = p_1 + ip_2$$

$$\chi = \chi_{mass} + \chi_{motion}$$

$$\sigma_c = 2\pi f_c (1 + i/2Q)$$

$$f_c = \frac{1}{433} \text{ days}^{-1} \quad Q = 175$$

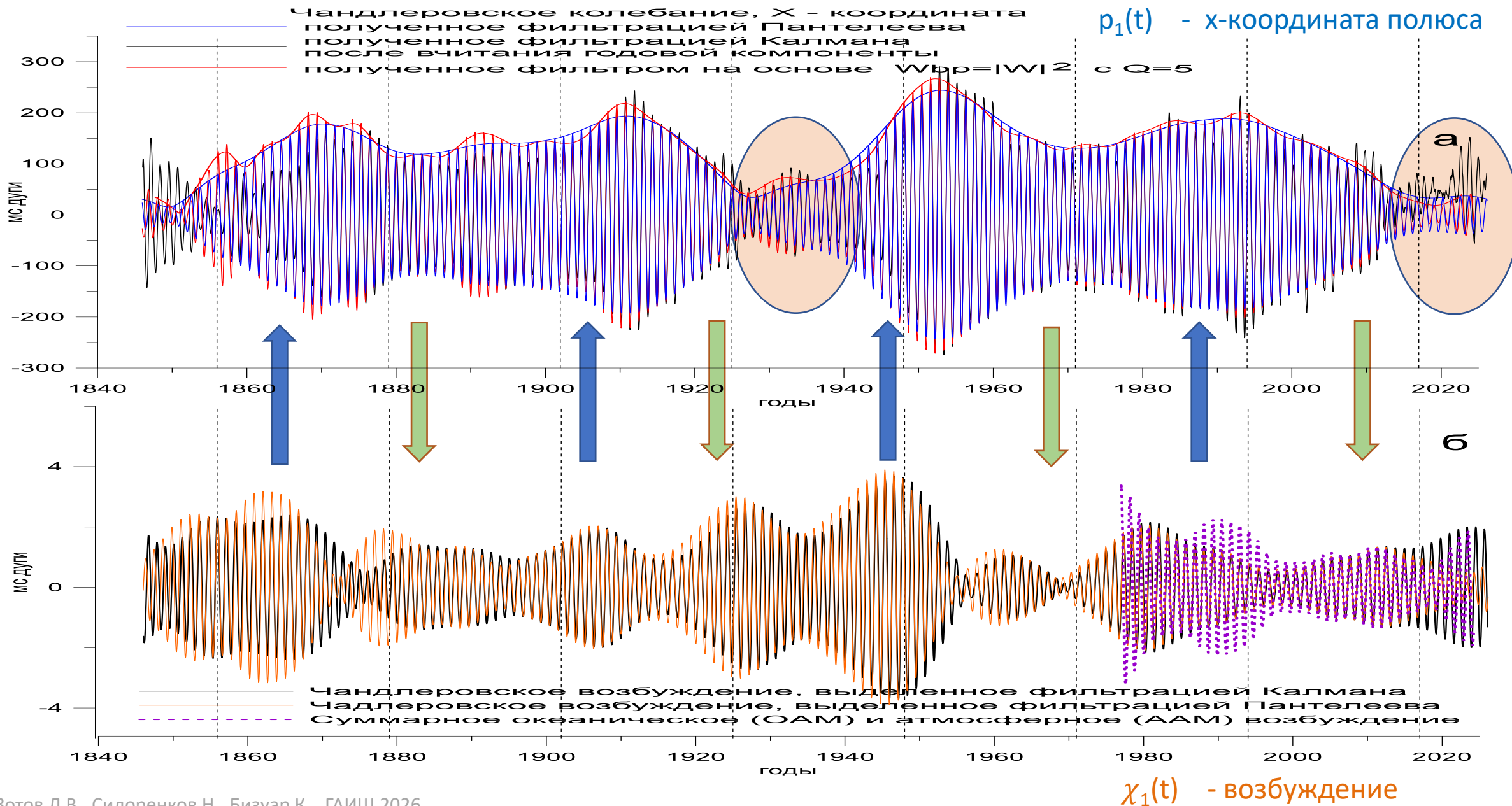
$$\frac{-\omega \hat{p}(\omega)}{\sigma_c} + \hat{p}(\omega) = \hat{\chi}(\omega)$$

$$\frac{\sigma_c - \omega}{\sigma_c} \hat{p}(\omega) = \hat{\chi}(\omega)$$

$$\hat{p}(\omega) = W(\omega) \hat{\chi}(\omega)$$

$$W(\omega) = \frac{\sigma_c}{\sigma_c - \omega}$$

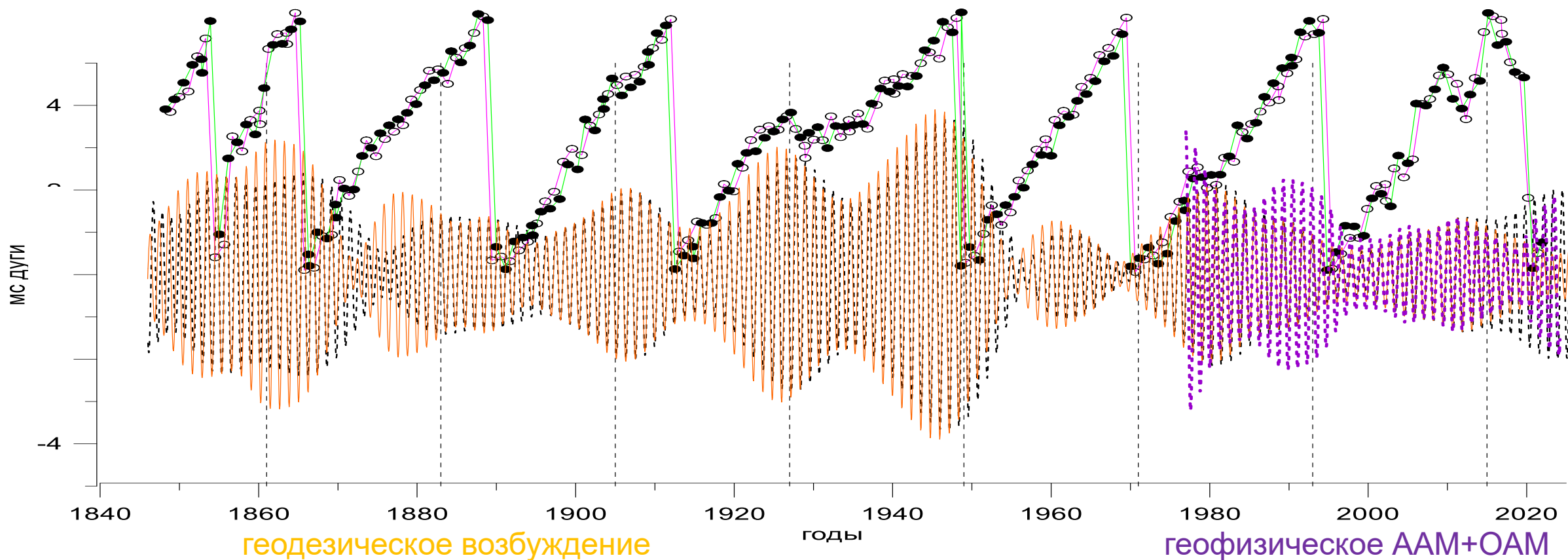
ЧДП p и его возбуждение χ



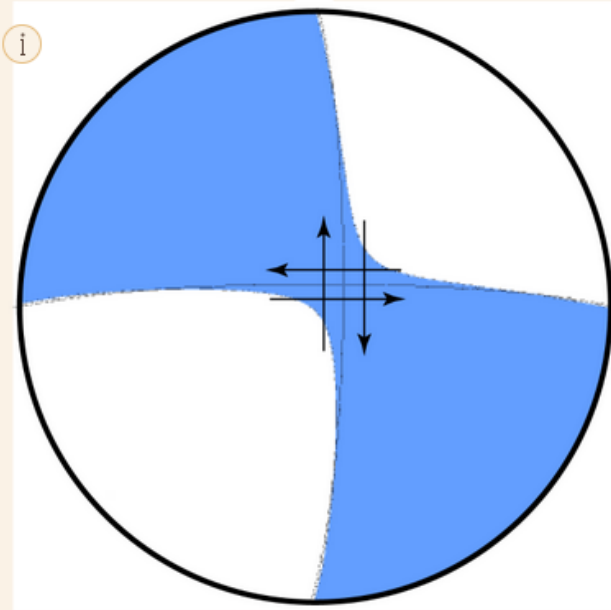
Модуляция 433-суточного ЧДП 412-суточным циклом больших полнолуний

$$\frac{1}{411.7} - \frac{1}{\text{от } 431 \text{ до } 434} \approx \frac{1}{\text{от } 25 \text{ до } 21 \text{ года}}$$

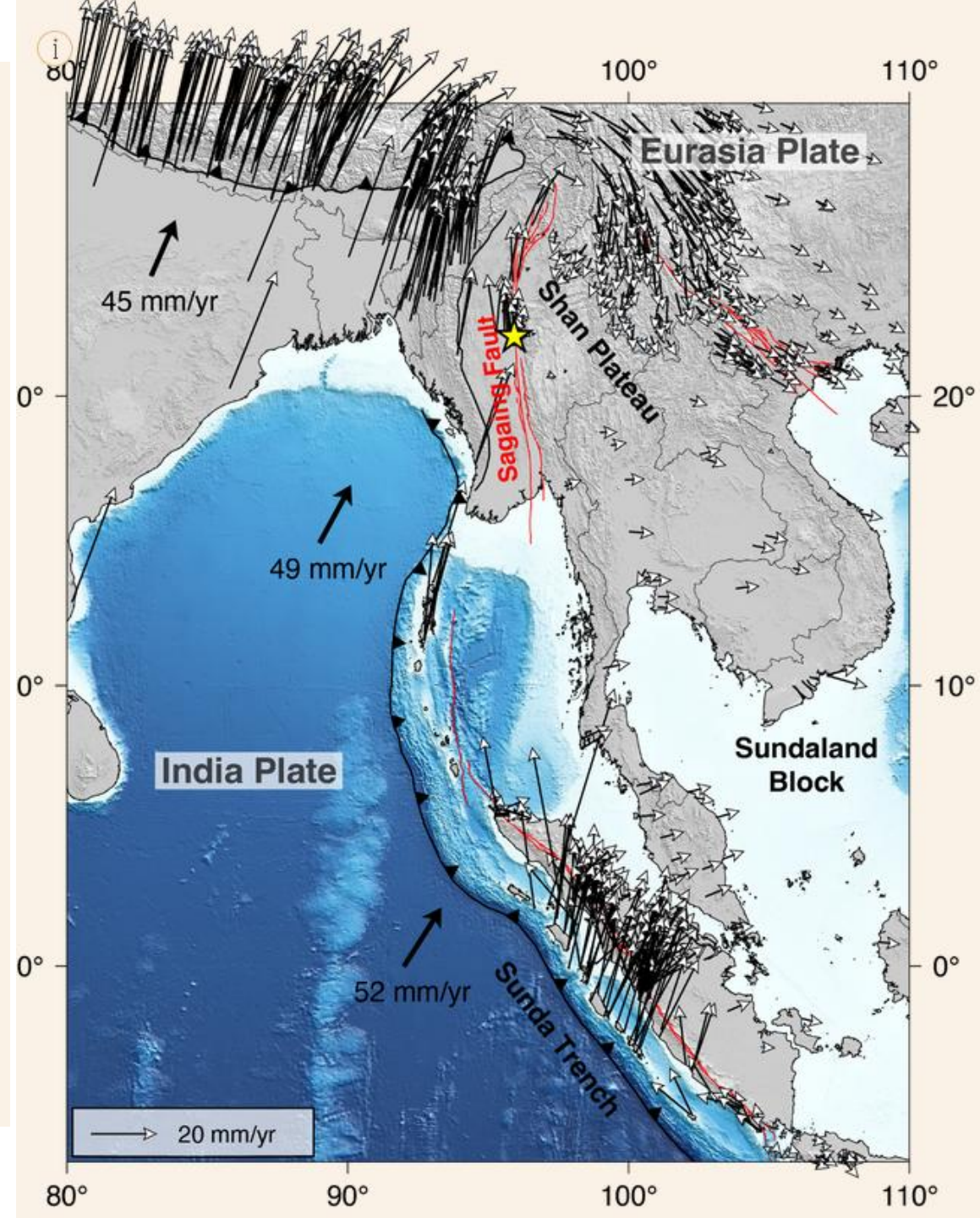
- Чандлеровское возбуждение, выделенное фильтрацией Калмана
- Чандлеровское возбуждение, выделенное фильтрацией Пантелеева
- Суммарное океаническое (ОАМ) и атмосферное (ААМ) возбуждение
- — угол в радианах между направлением на луну в полнолуние в перигее и положением чандлеровского полюса в 0 часов UT на дату
- — то же для новолуний



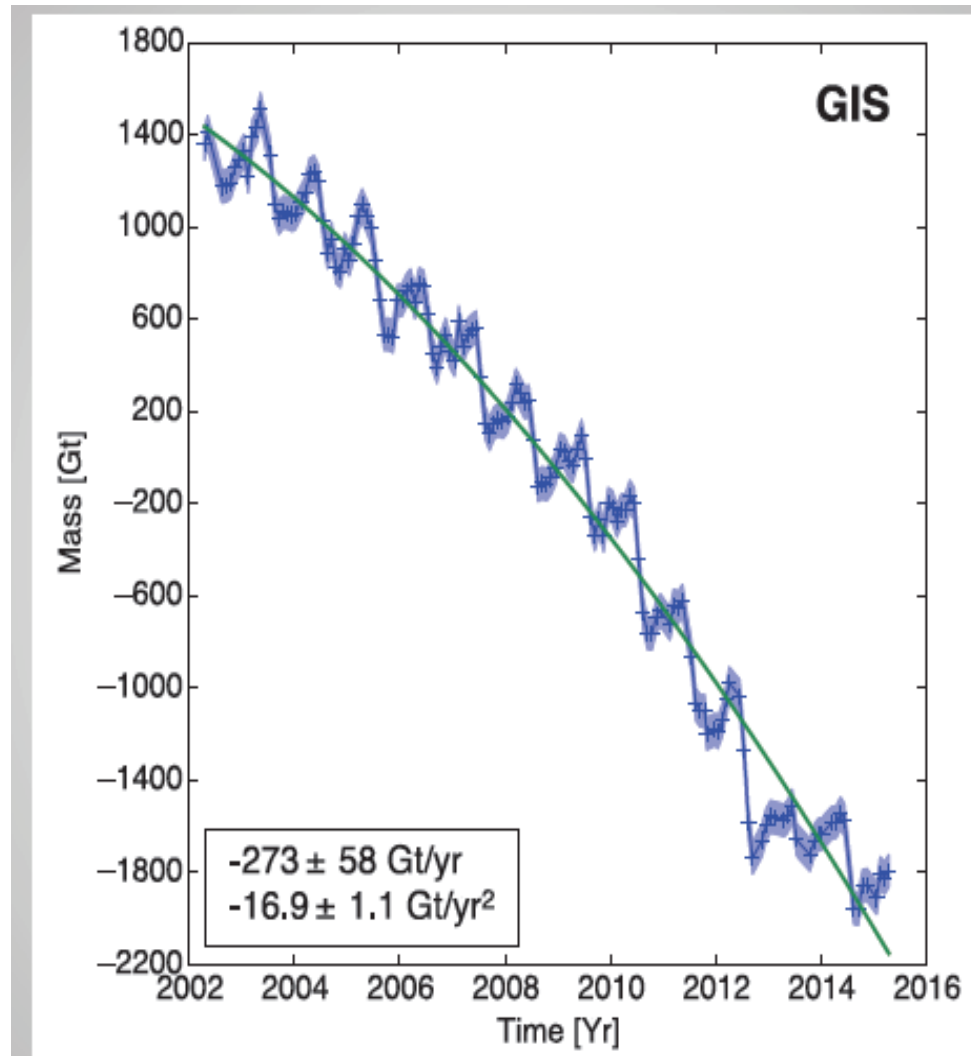
28 March 2025, M 7.7 Mandalay, Burma (Myanmar) Earthquake



Focal mechanism of the 28 March 2025, M 7.7 Mandalay earthquake determined from W-phase inversion (Duputel et al, 2012). See Appendix for a tutorial on focal

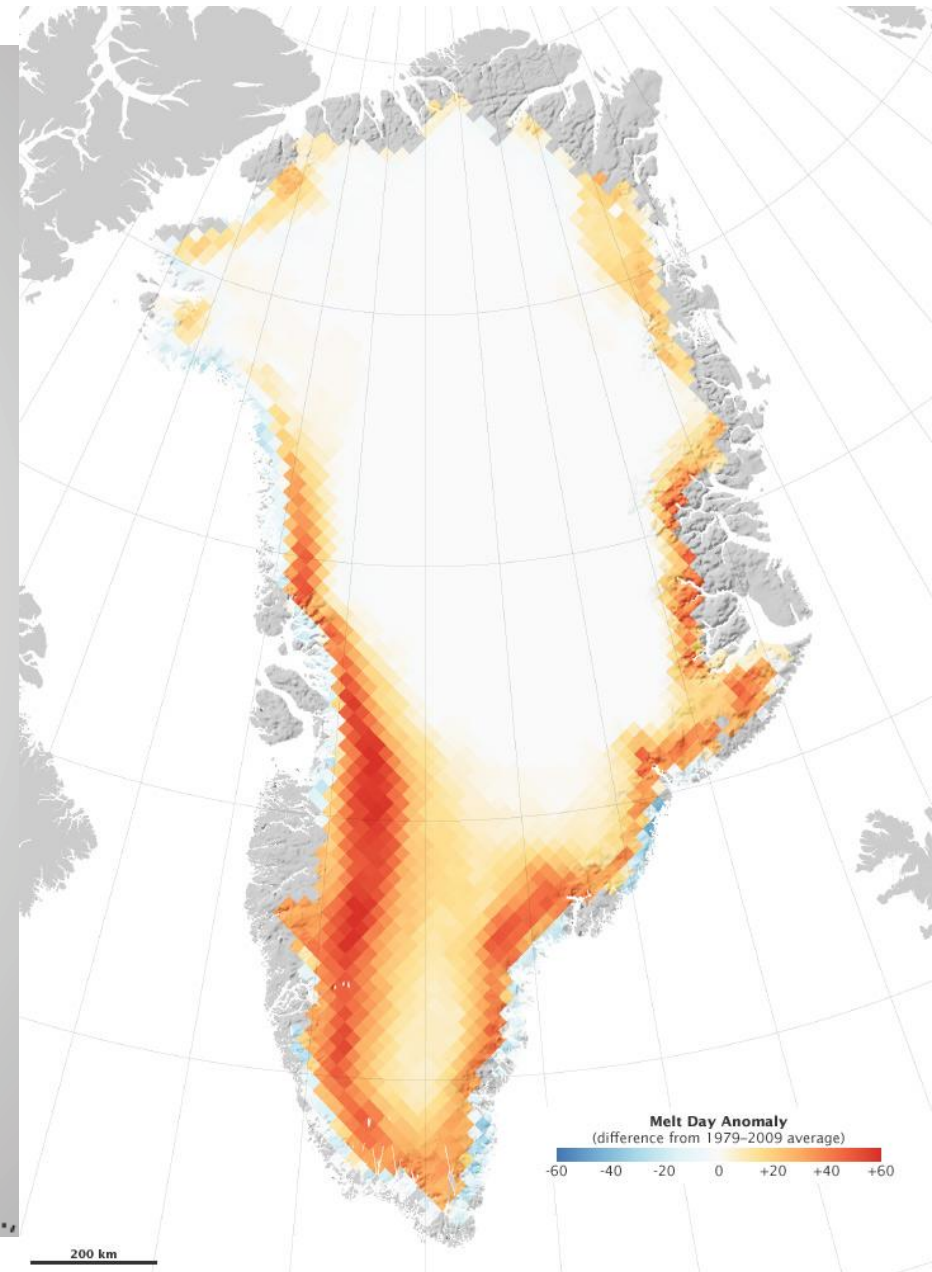


Гренландия 1979-2017

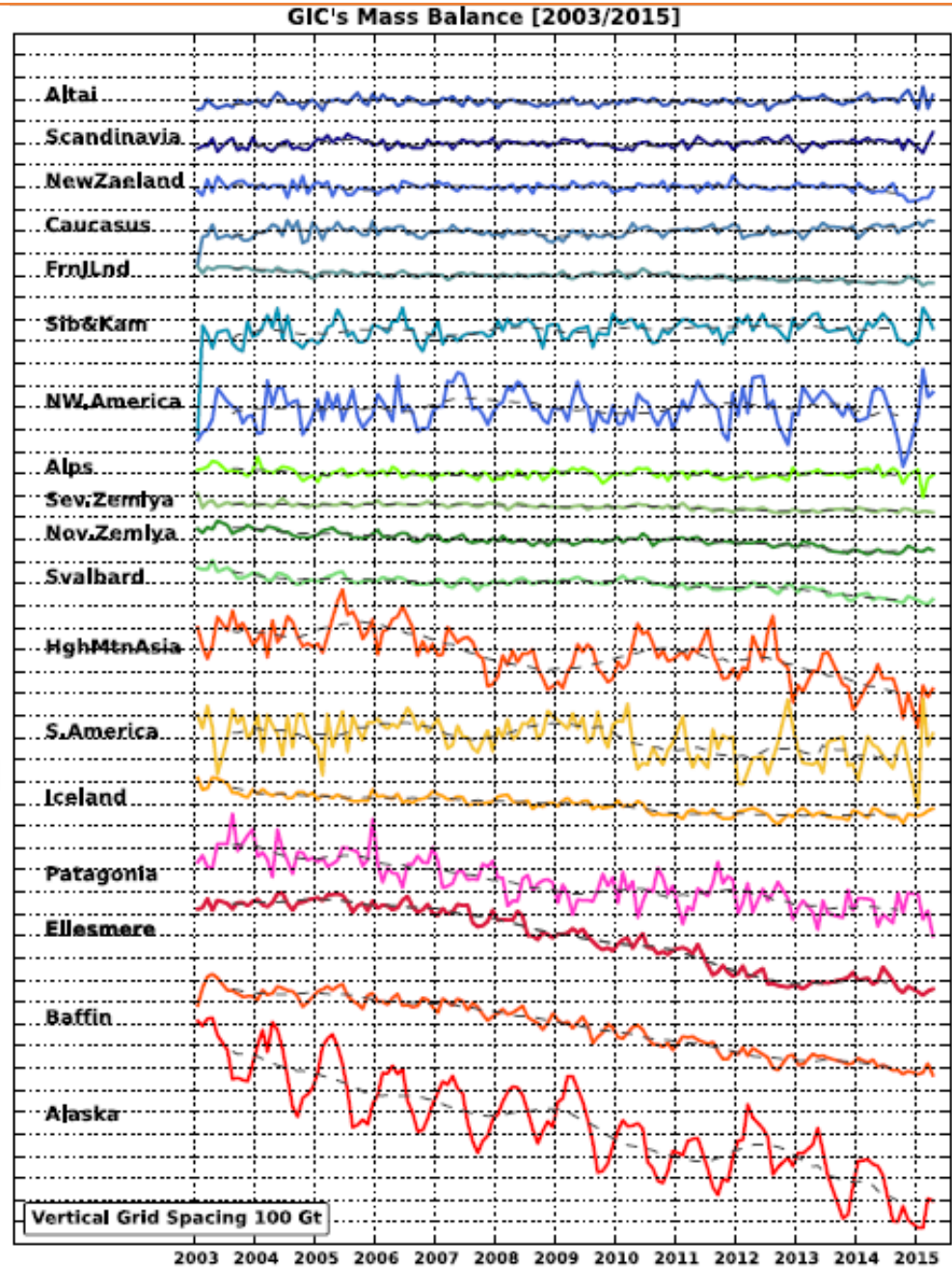
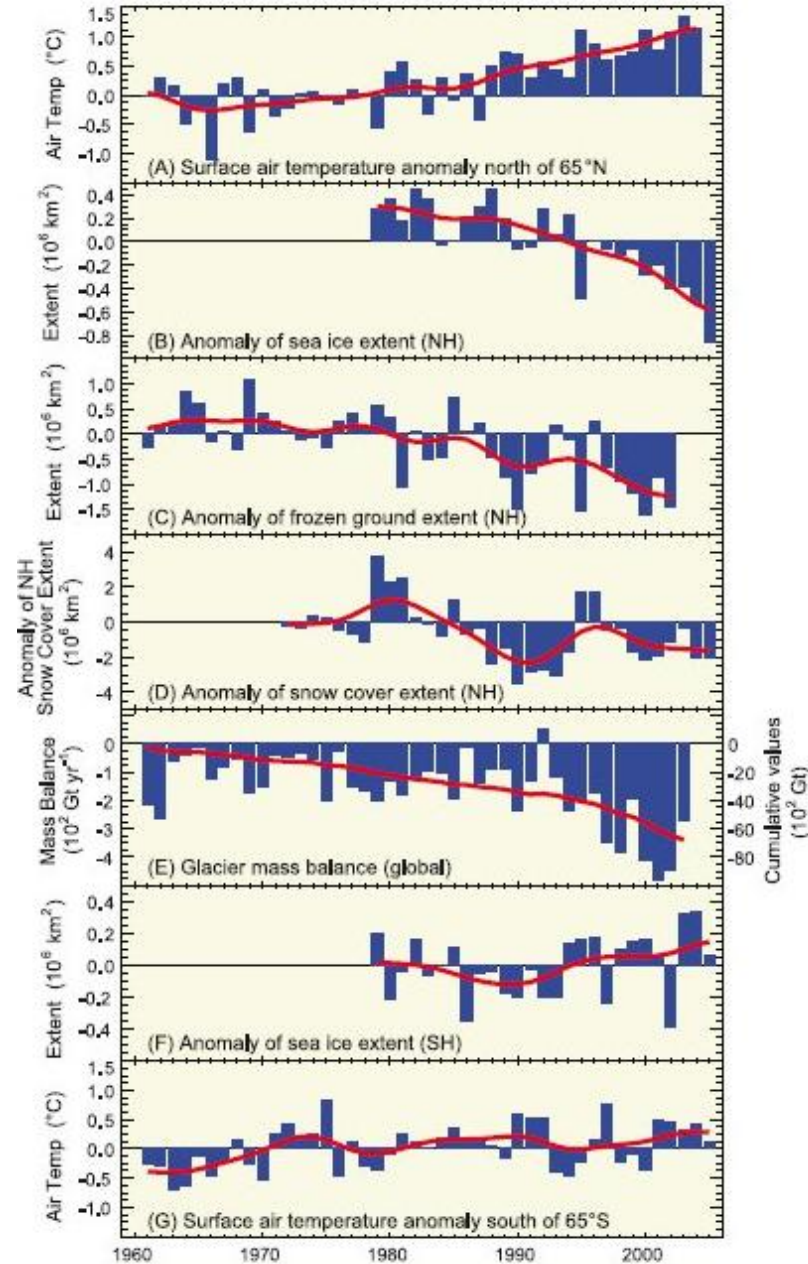


Greenland ice sheet and surrounding glaciers/ice caps

Updated from Velicogna et al.,



Ледники



Отчет Межправительственной группы экспертов по изменению климата МГЭИК

[REPORTS](#)[SYNTHESIS REPORT](#)[WORKING GROUPS](#)[ACTIVITIES](#)[NEWS](#)[FOLLOW](#)[SHARE](#)[CALENDAR](#)

Sixth Assessment Report

The Working Group I contribution was released on 9 August 2021. The Working Group II and III contributions were released on 28 February and 4 April 2022 respectively. The Synthesis Report was released on 20 March 2023.

Вклад в потепление различных компонент радиационного баланса

Change in effective radiative forcing from 1750 to 2019

