

XV International Conference and School «Problems of Geocosmos — 2024»

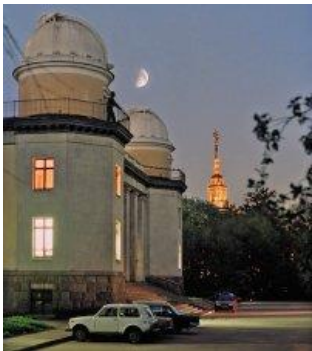
Chandler wobble changes in 2020s

Leonid Zotov^{1,2} Nikolay Sidorenkov³

Christian Bizouard⁴

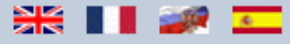
¹SAI MSU ²MIEM NRU HSE ²Hydrometcenter of Russia

⁴Paris Observatory



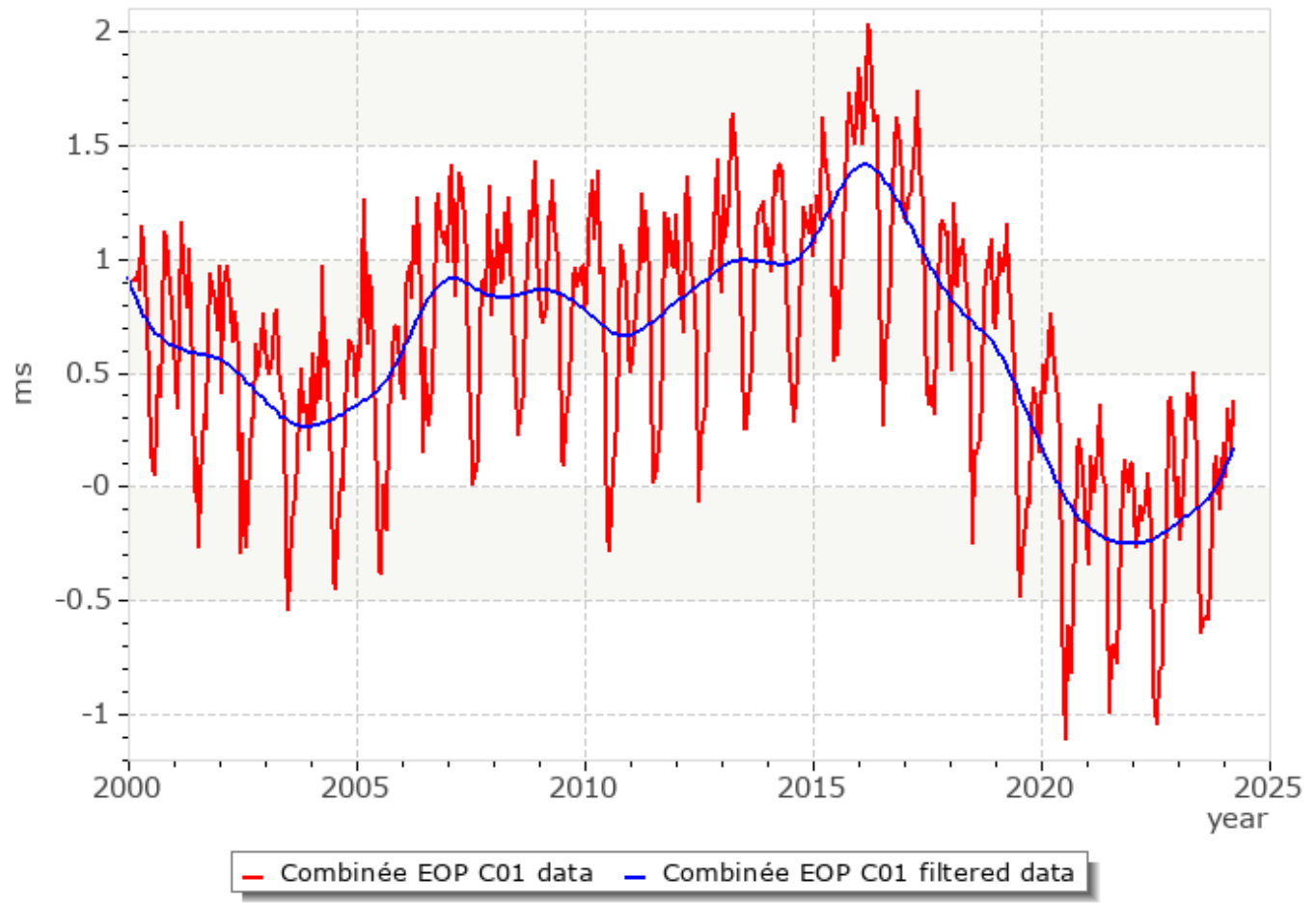
Geocosmos-24
Snt Petersburg
26 April 2024



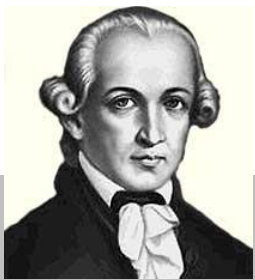


- EOP TIME SERIES ▾
- FTP products**
- Reference C04 series**
Each day since 1962
- Reference C01 series**
Each 0.05 year from 1846
- EOP series & analysis**
- EOP series & comparison
- Bulletins B, C, D**
- Last days for EOP
- Rotation matrix/vector
- WEB Service
- EOP series: synoptic
- THEORY AND MODELLING ▾
- GEOPHYSICAL EXCITATION ▾
- LINKS ▾

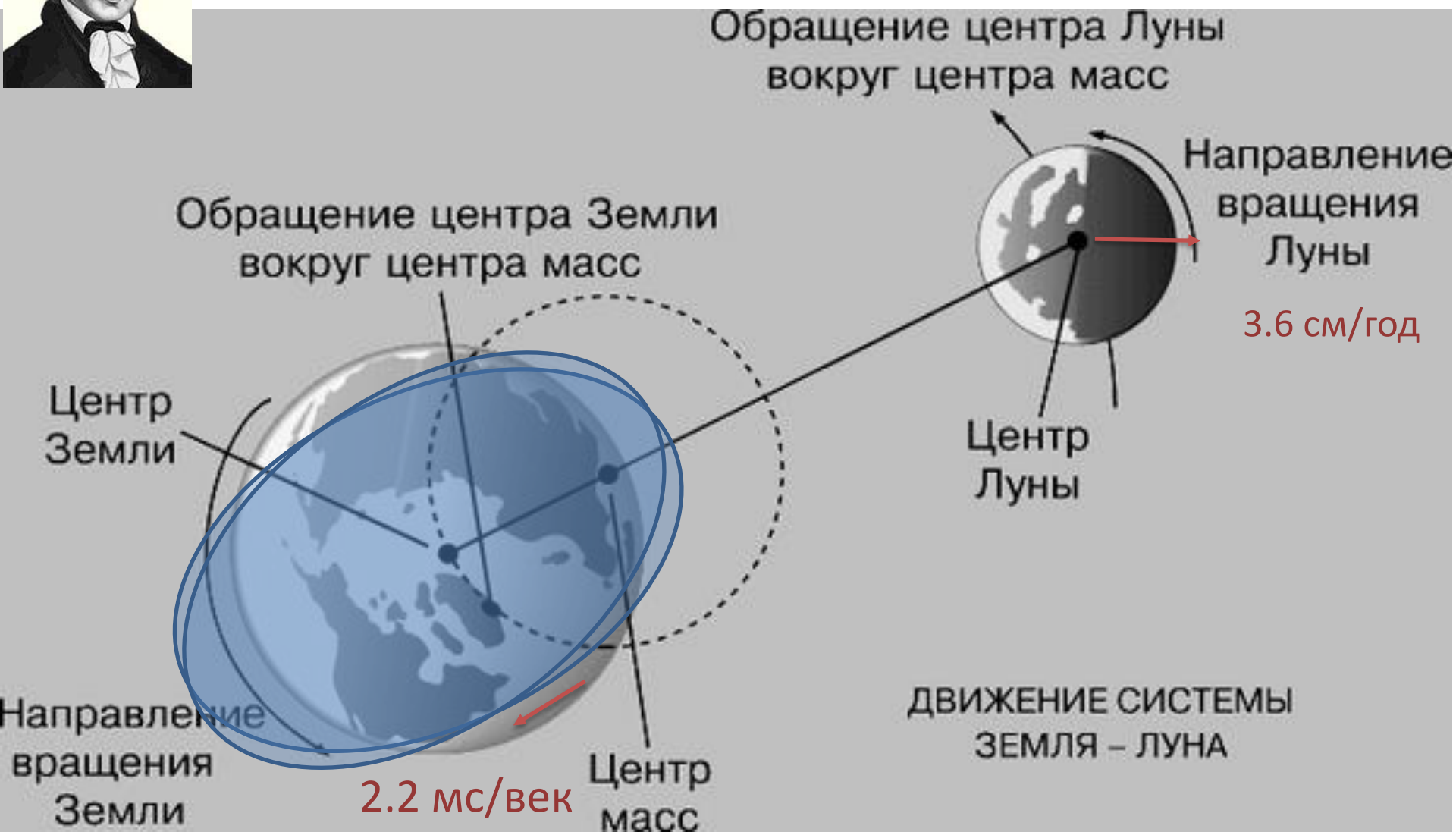
filtrage de Vondrak - Durée du jour / 86400 s SI



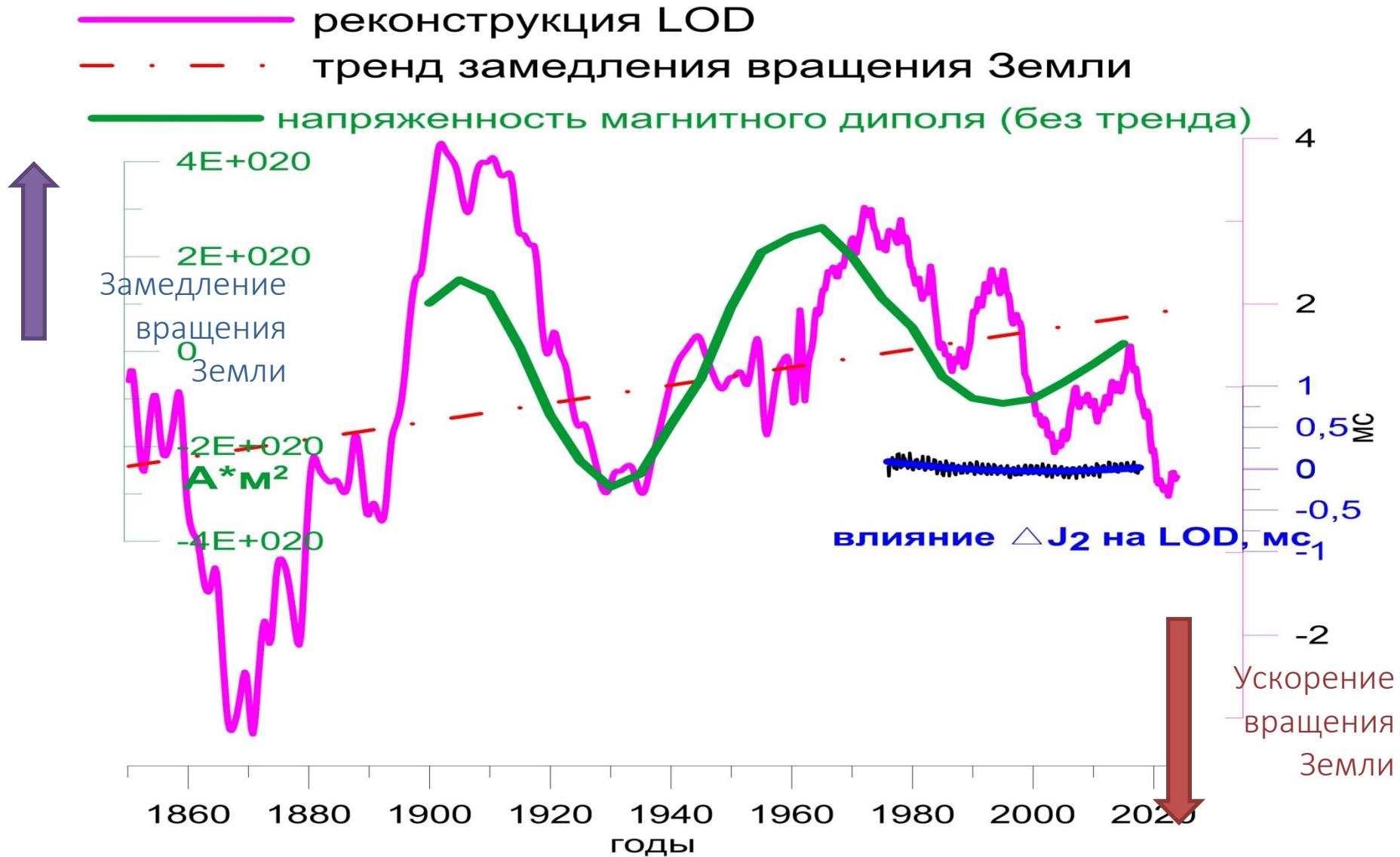
Last leap second: **31 December 2016** TAI - UTC: **37 s** Next leap second: **Not scheduled**



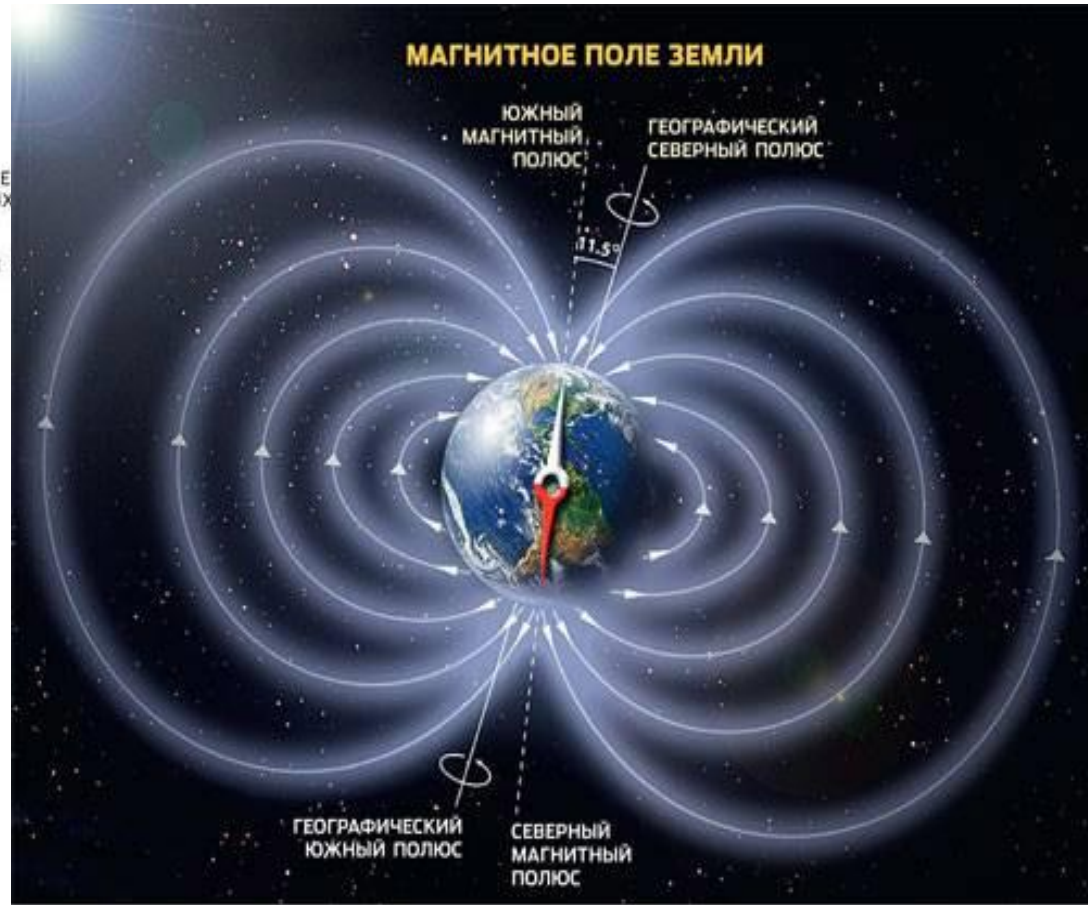
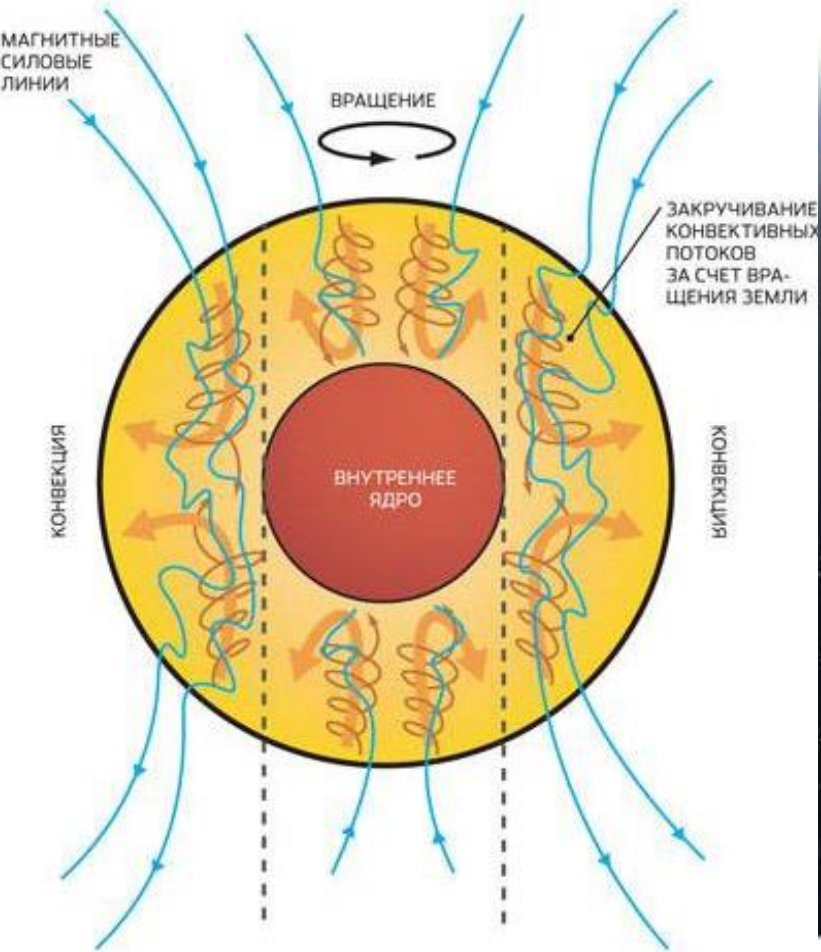
Иммануил Кант предсказал
торможение Земли в 1754 г



Длительность суток (LOD), сжатие J_2 и магнитное поле



Геомагнитное динамо



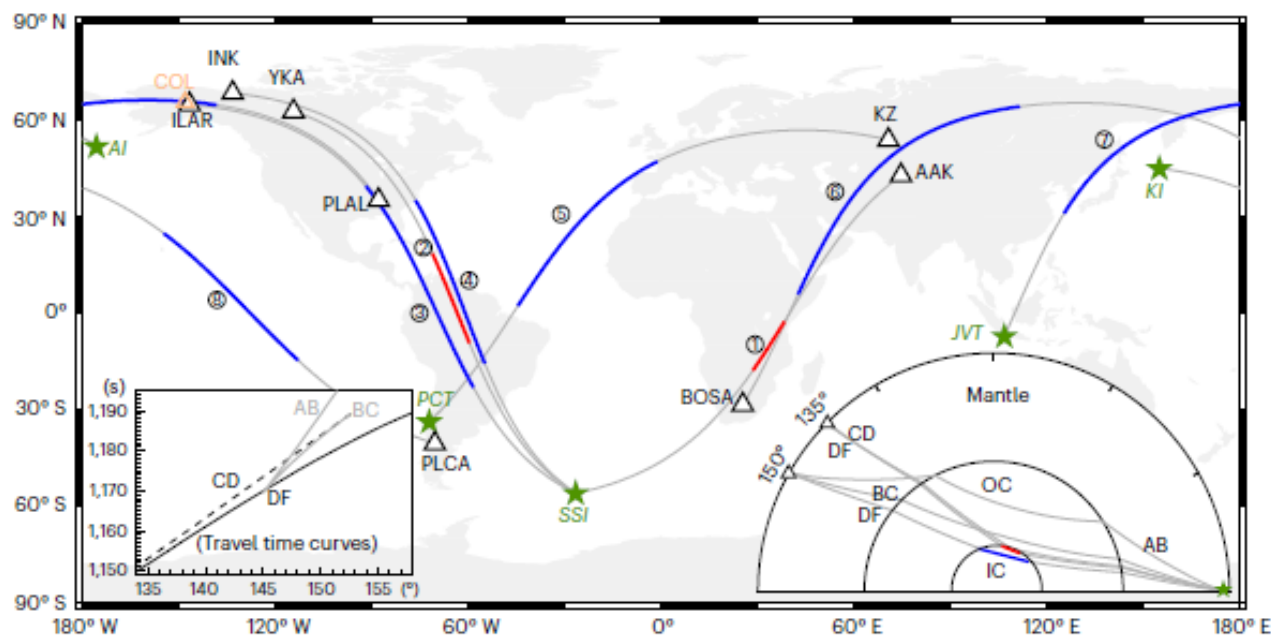


Fig. 1 | Sismic raypaths used in the study. There are eight different paths from repeating earthquakes (stars) to seismic stations or arrays (triangles), including: (1) SSI to station AAK; (2) SSI to Yellowknife array (YKA); (3) SSI to ILAR array; (4) SSI to station INK; (5) Peru–Chile trench (PCT) to 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.

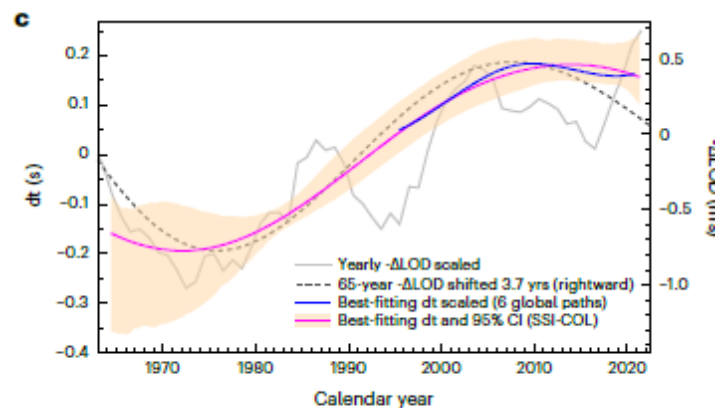


Fig. 4 | Global temporal change of DF's travel time (dt) and the comparison with the Δ LOD. Note that the dt is proportional to the amount of the Inner-core

<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).

[nature](#) > [news & views forum](#) > article

NEWS & VIEWS FORUM | 27 March 2024

Melting ice solves leap-second problem – for now

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.

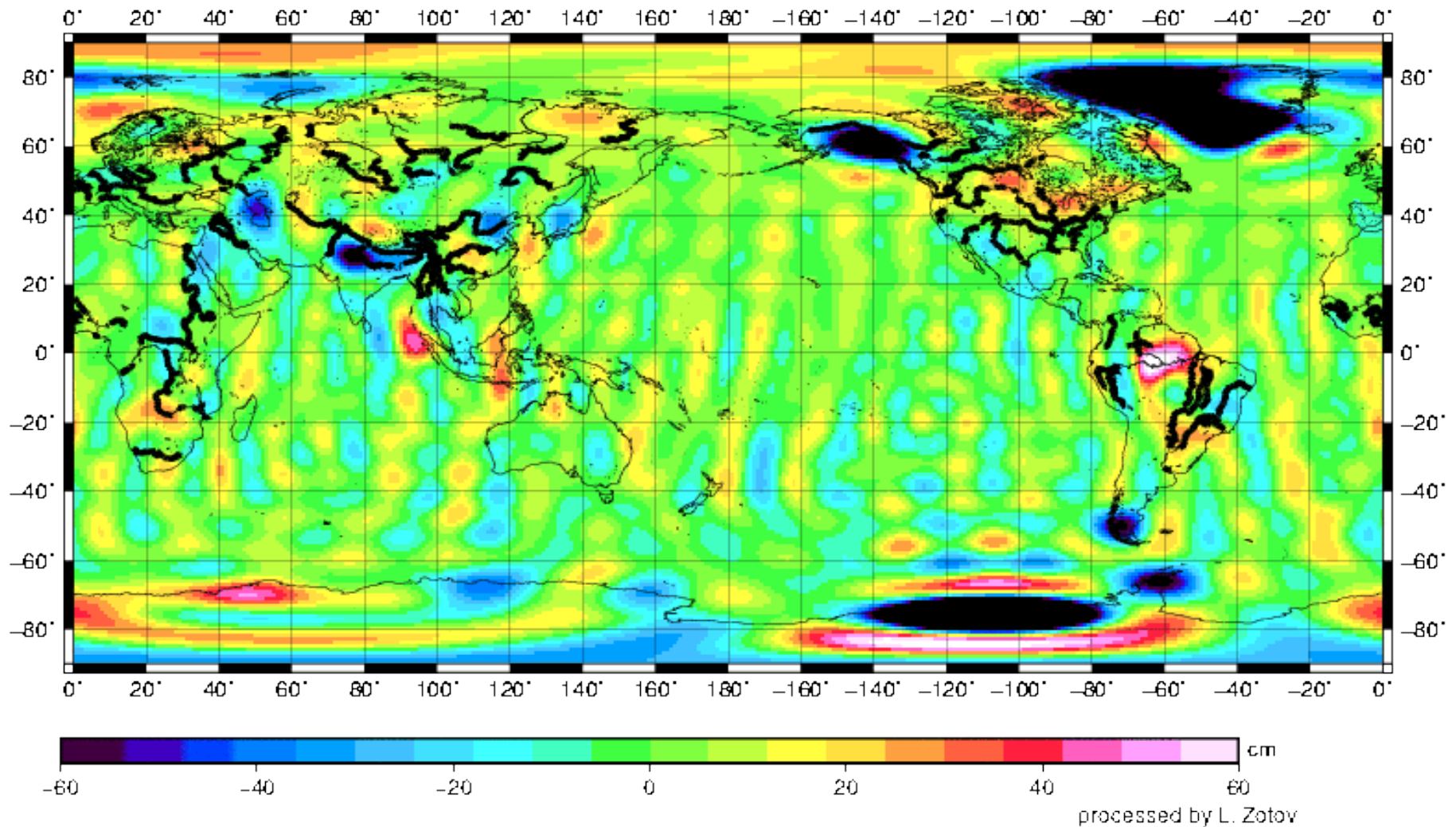
By [Patrizia Tavella](#)  & [Jerry X. Mitrovica](#) 



THE TOPIC IN BRIEF

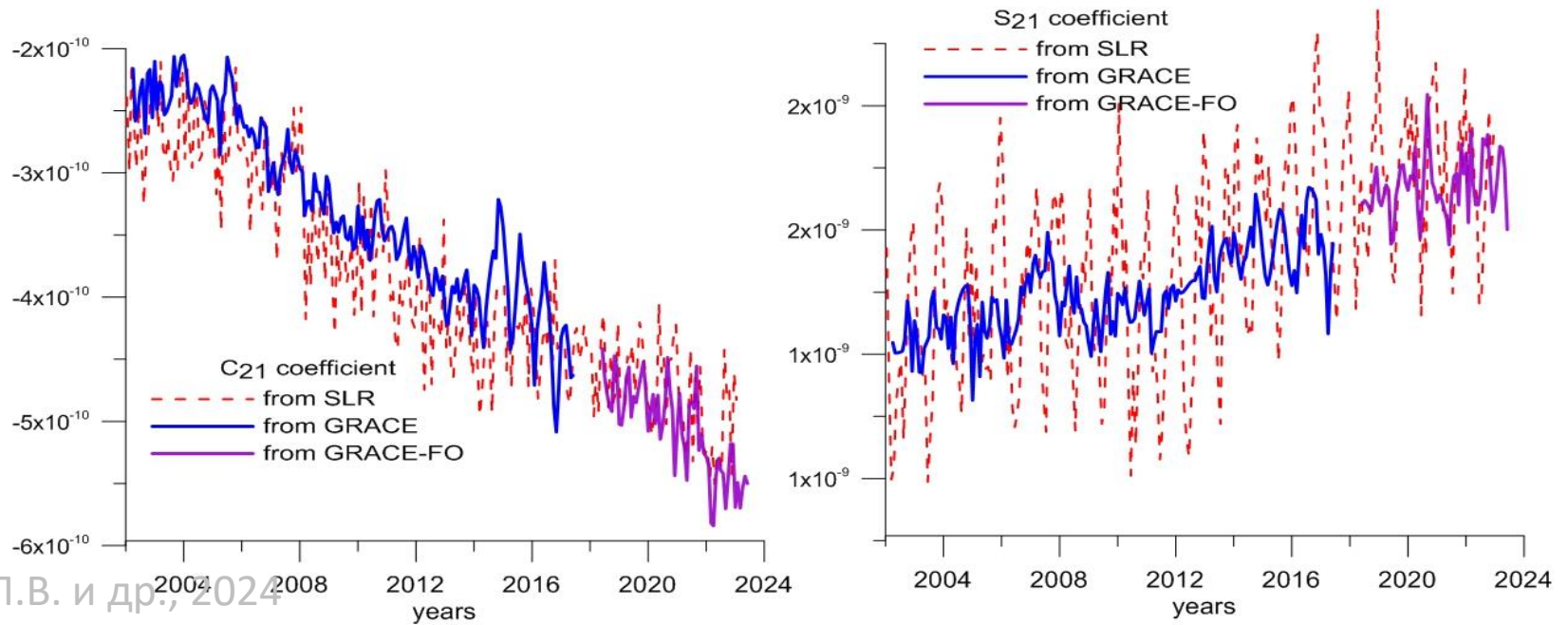
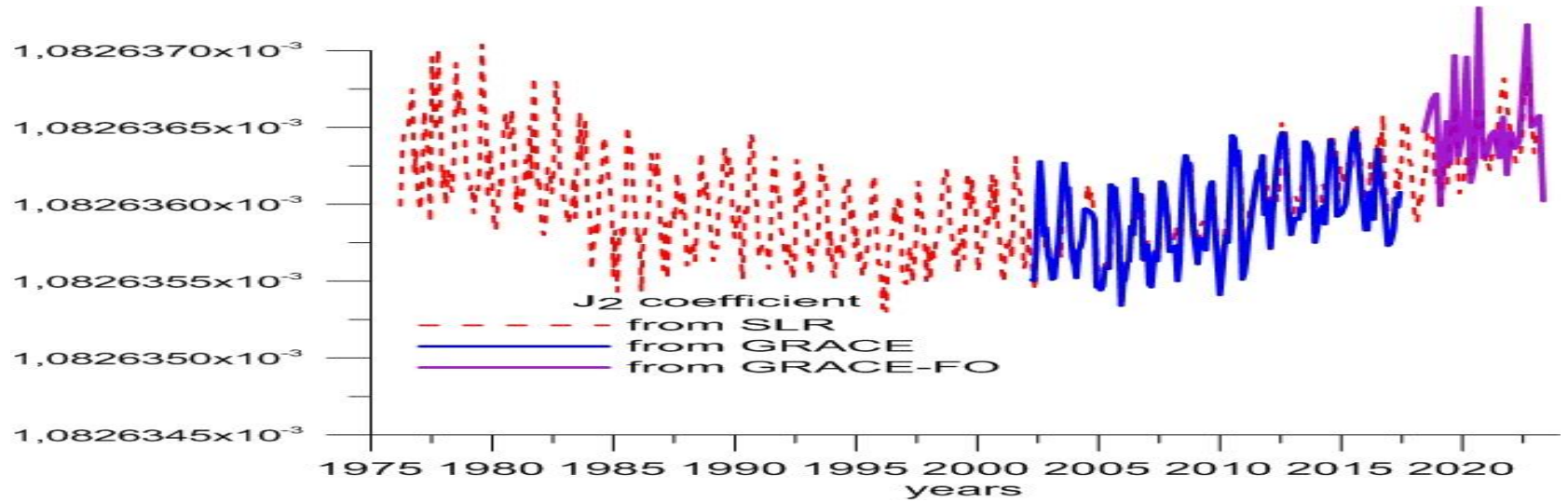
Климатические тренды в данных миссии GRACE

2017-2003 RL 06



Изменения масс вследствие климатических и других факторов

Тренды в коэффициентах грав. поля




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

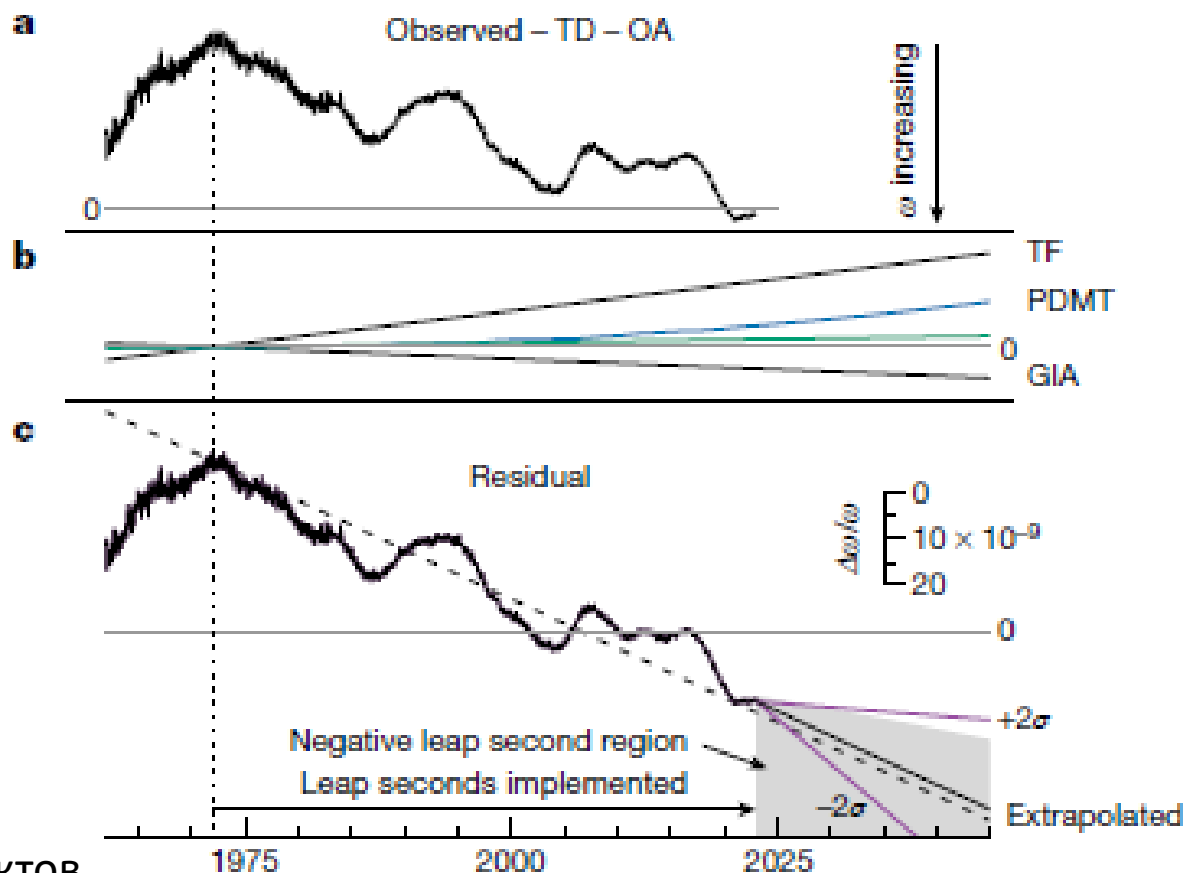
 Check for updates

Вверху – кривая LOD
длительности суток

TF – приливное трение
GIA – послеледниковое
поднятие

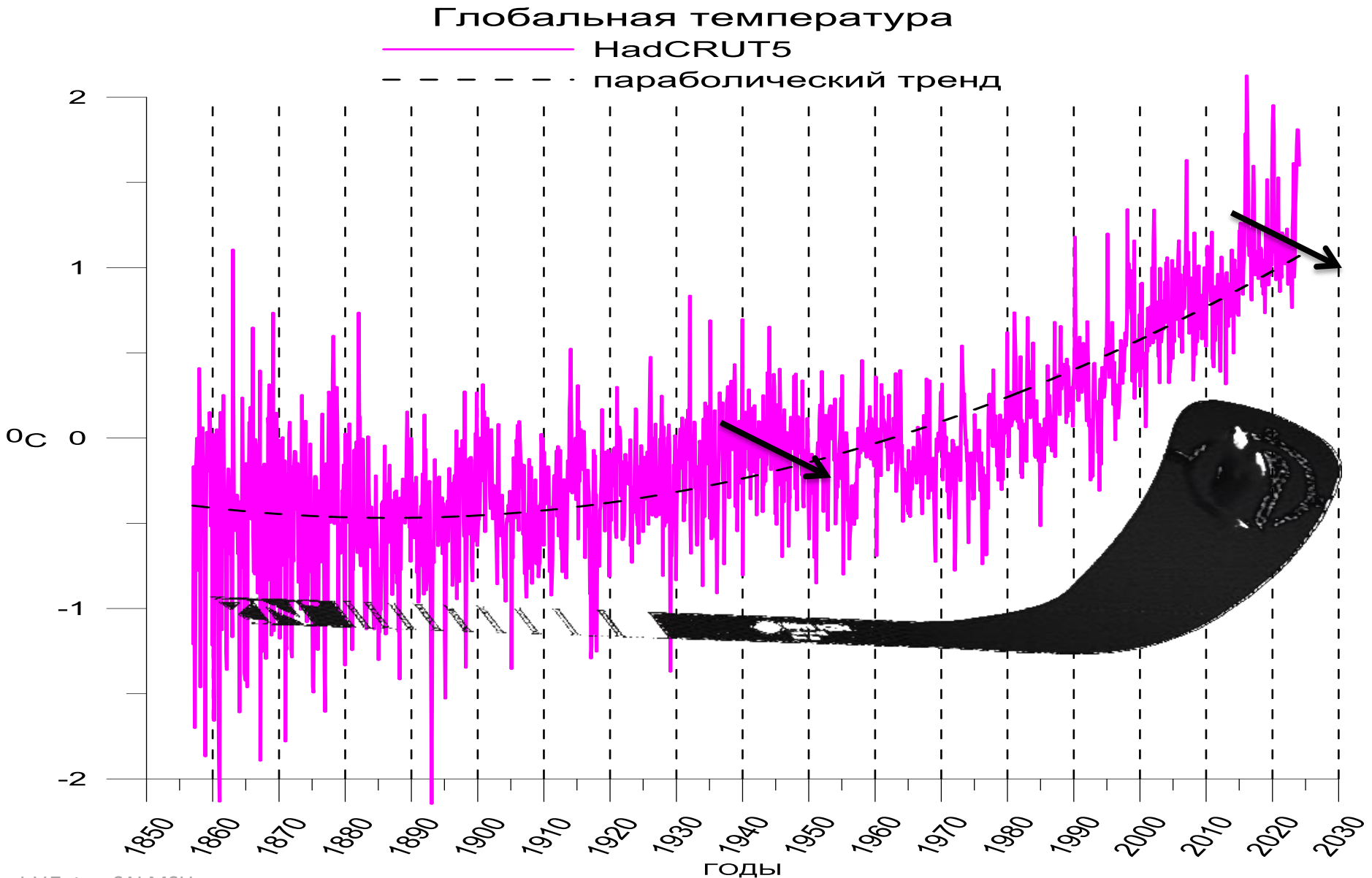
PDMT – перенос масс сегодня

внизу – как шла бы LOD за
вычетом климатических эффектов



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

Глобальная температура на Земле

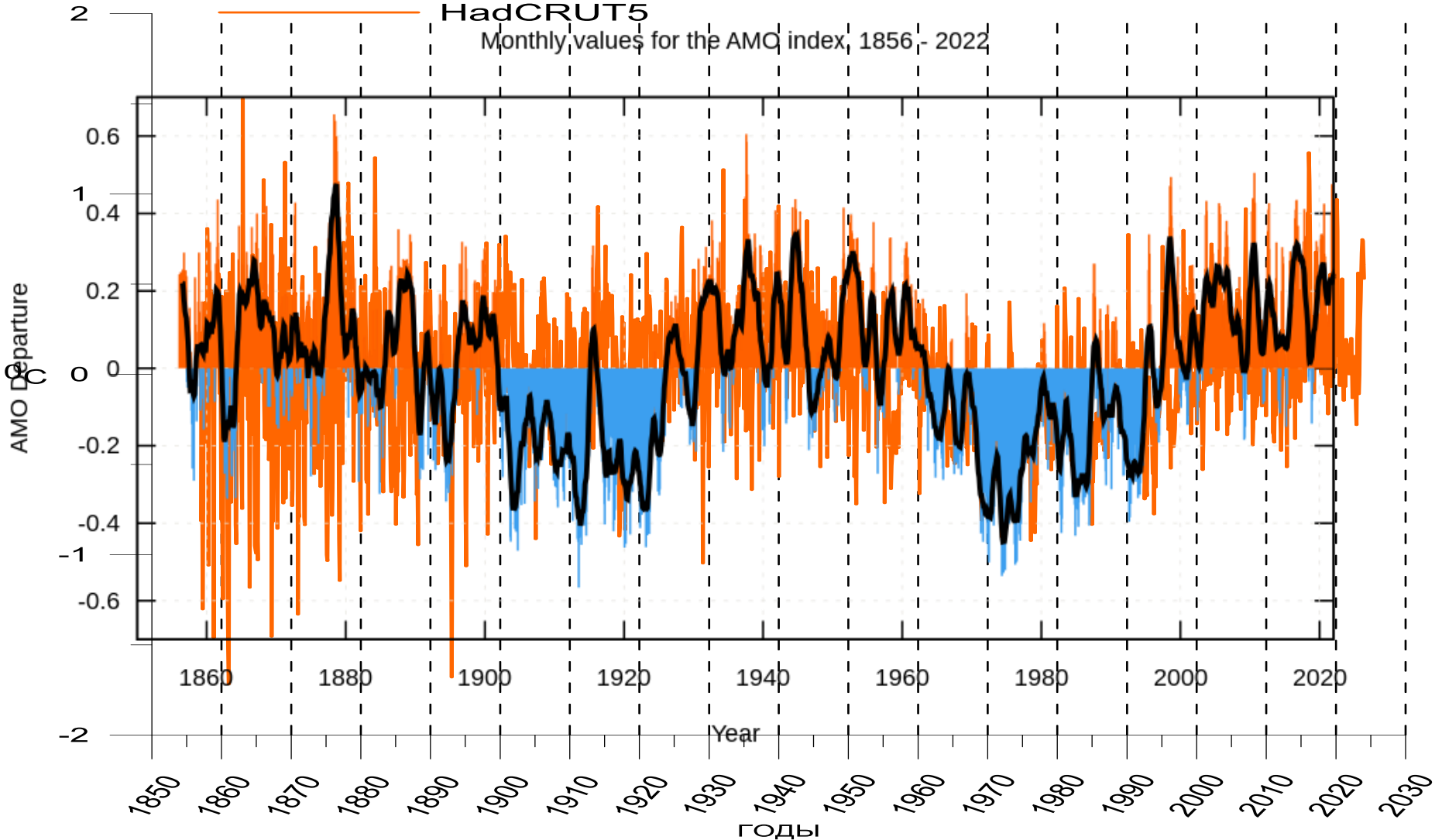


Многолетнее атлантическое колебание АМО

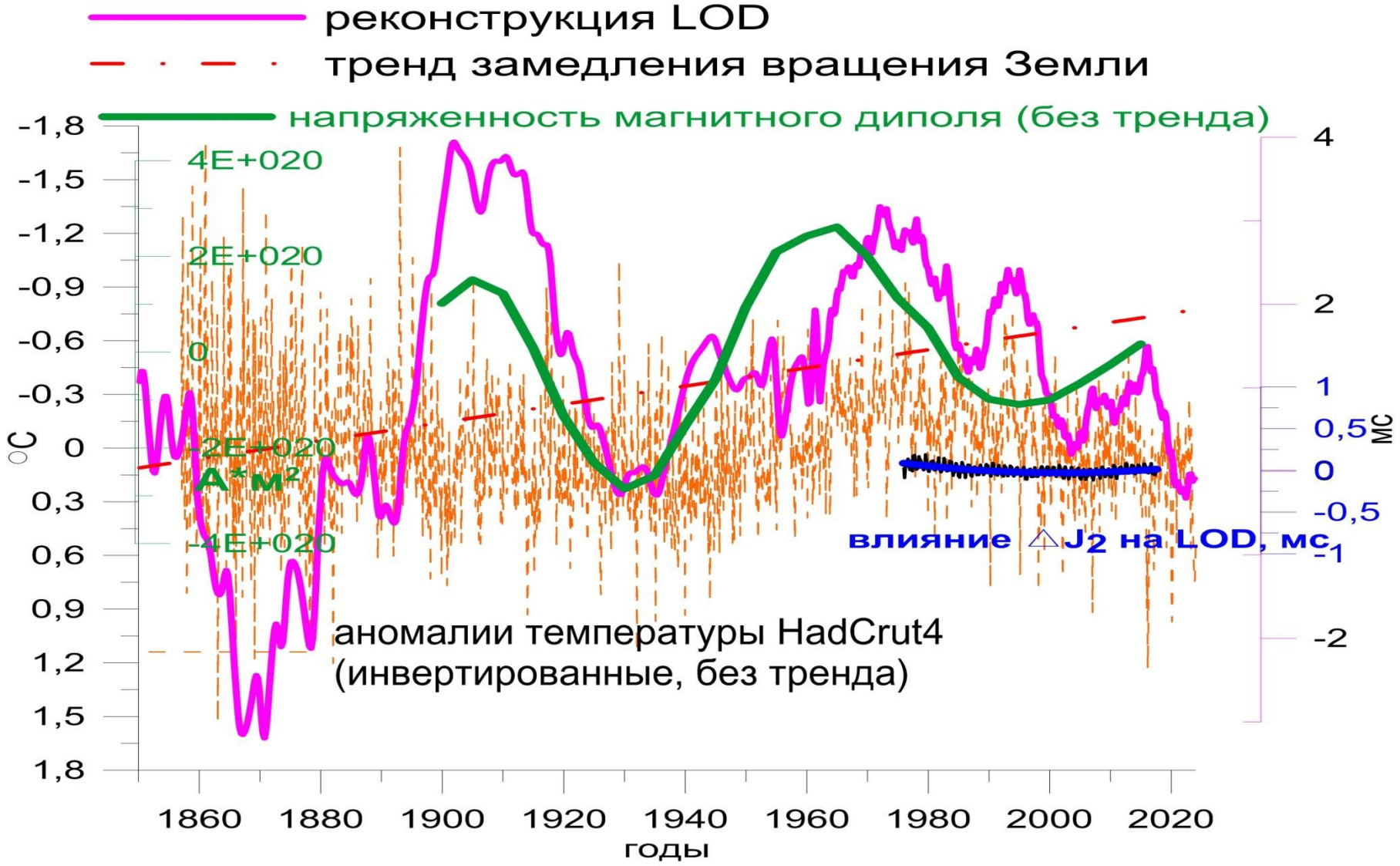
Т-тренд - многолетнее атлантическое колебание

HadCRUT5

Monthly values for the AMO index, 1856 - 2022

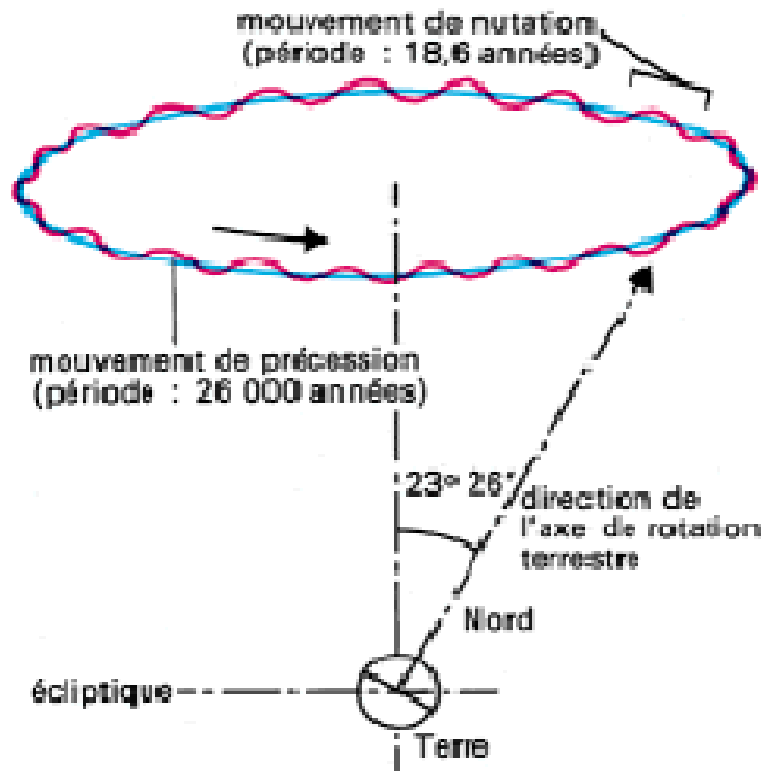


Длительность суток (LOD), температура T, сжатие J₂ и магнитное поле

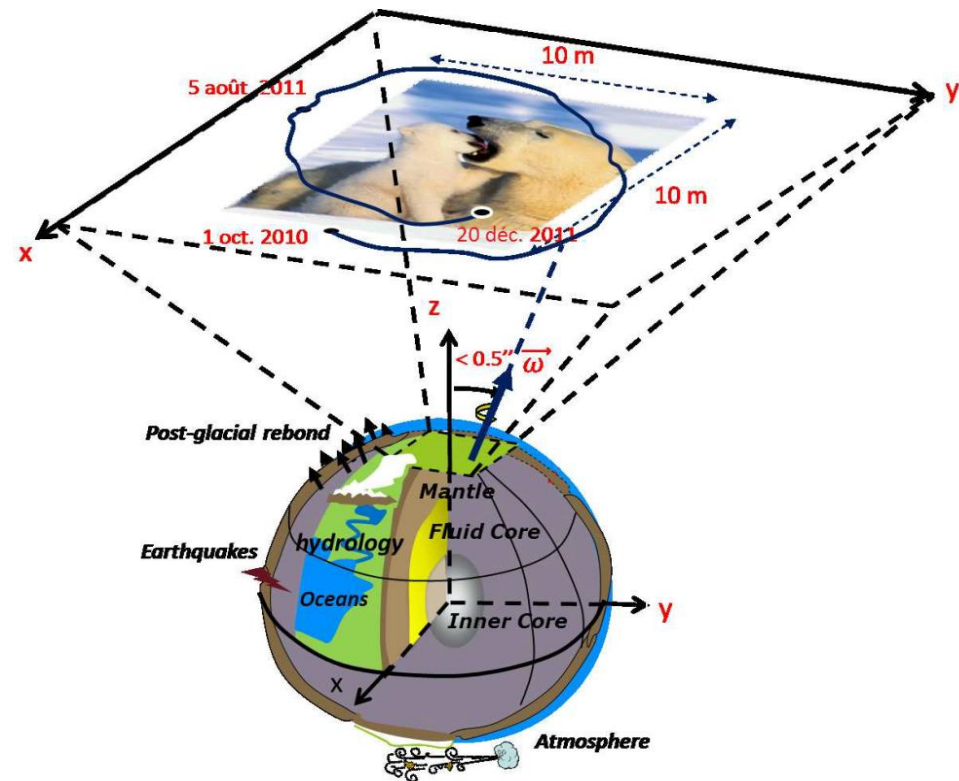


Нутации и движения полюса

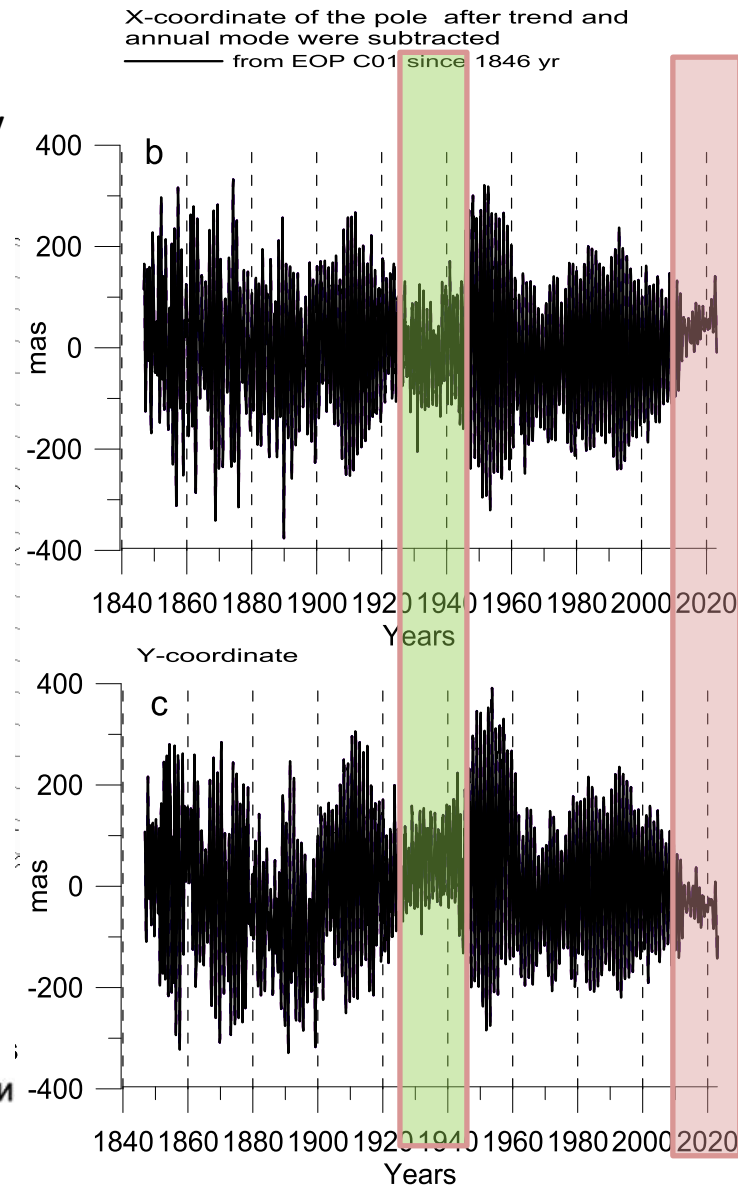
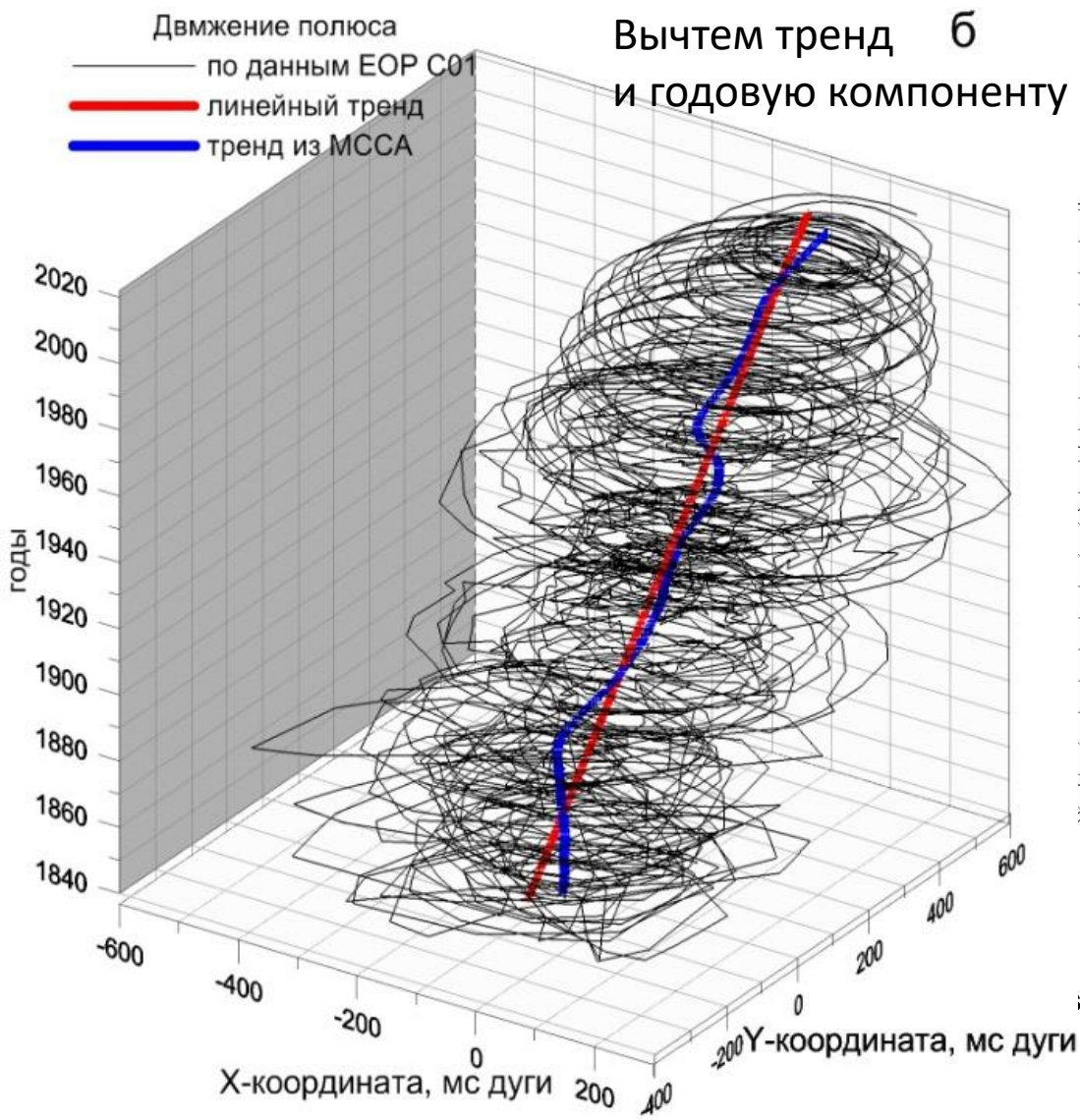
Прецессия (вековая) и нутация (периодическая) земной оси с периодами 25 700, 18.6, 1, 0.5 лет, обусловленные внешним моментом сил от Луны и Солнца



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



Движение полюса с 1846 по 2024 из бюллетеня EOP C01



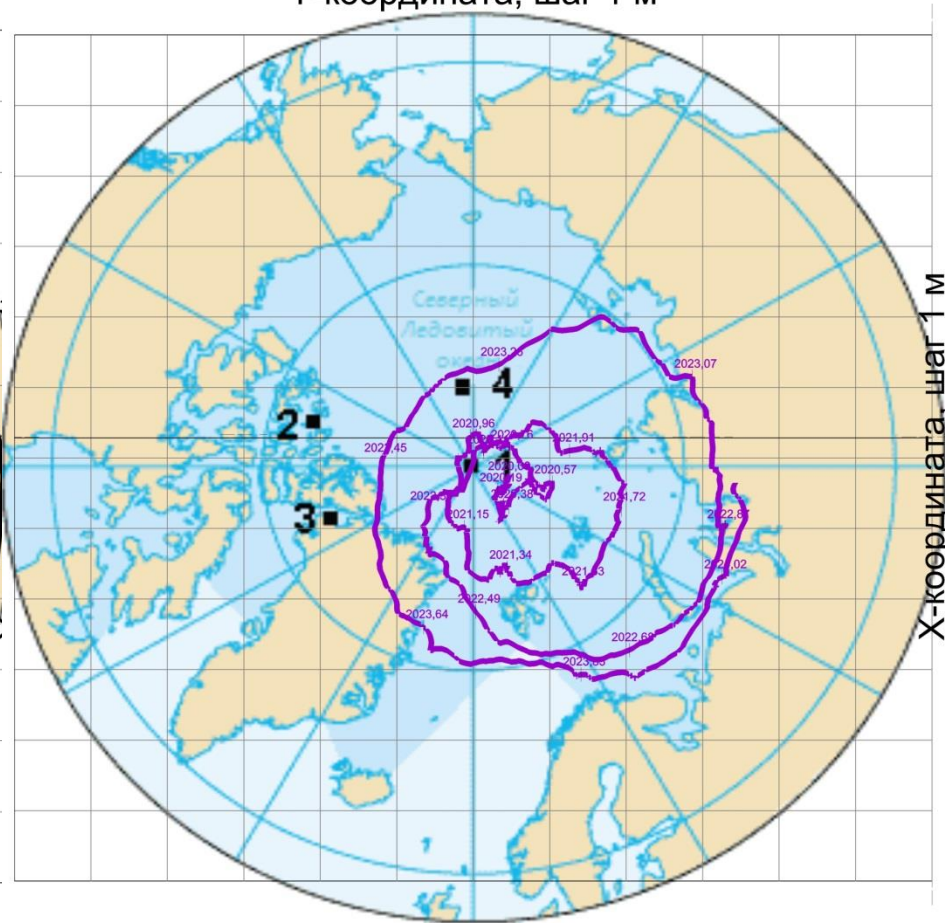
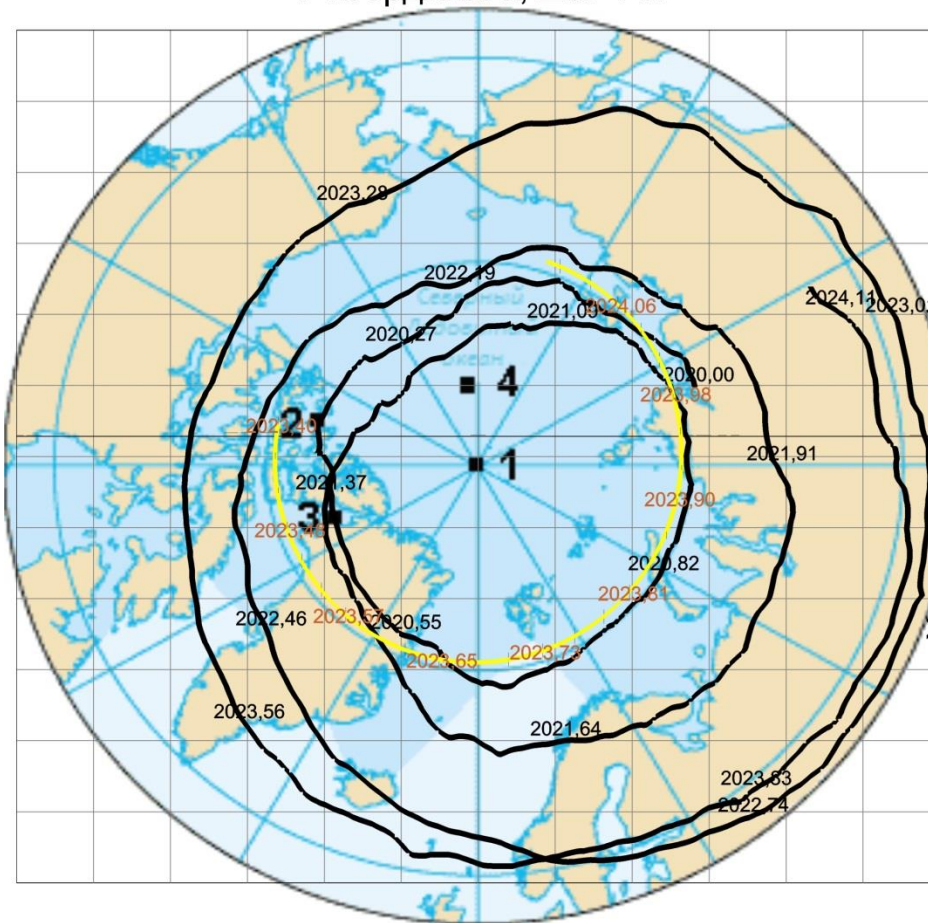
Движение полюса с 2020 по 2022 из бюллетеня EOP C04

Движение полюса
— по данным EOP C01
+— годовое колебание

Чандлеровское колебание полюса
+— ДП за вычетом годового колебания

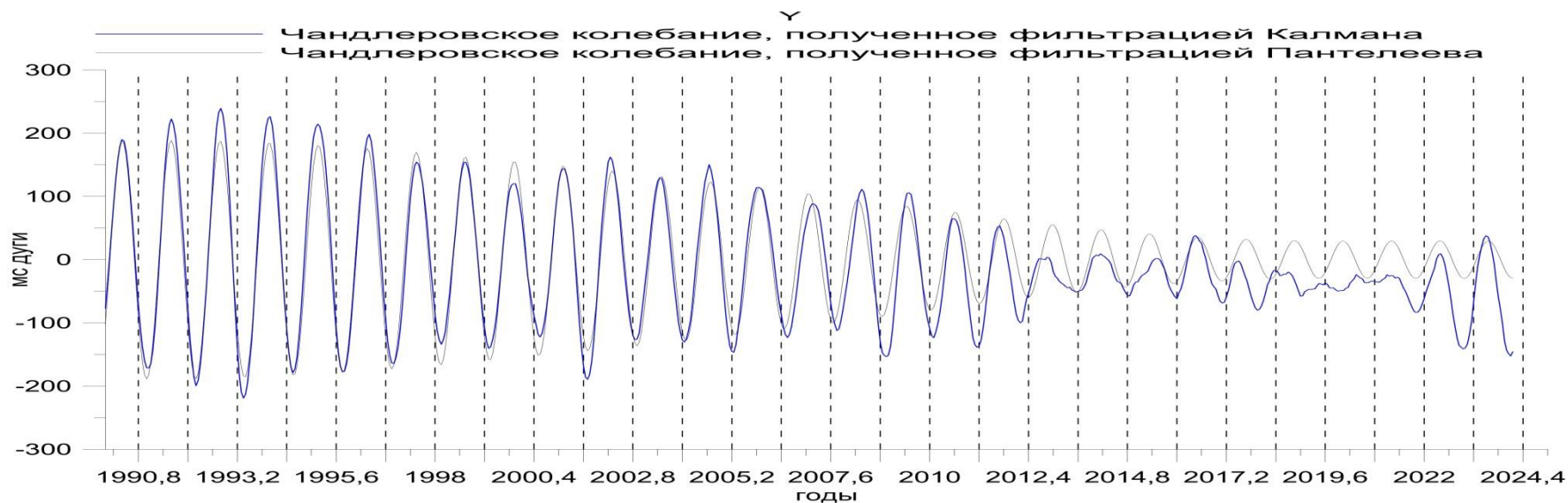
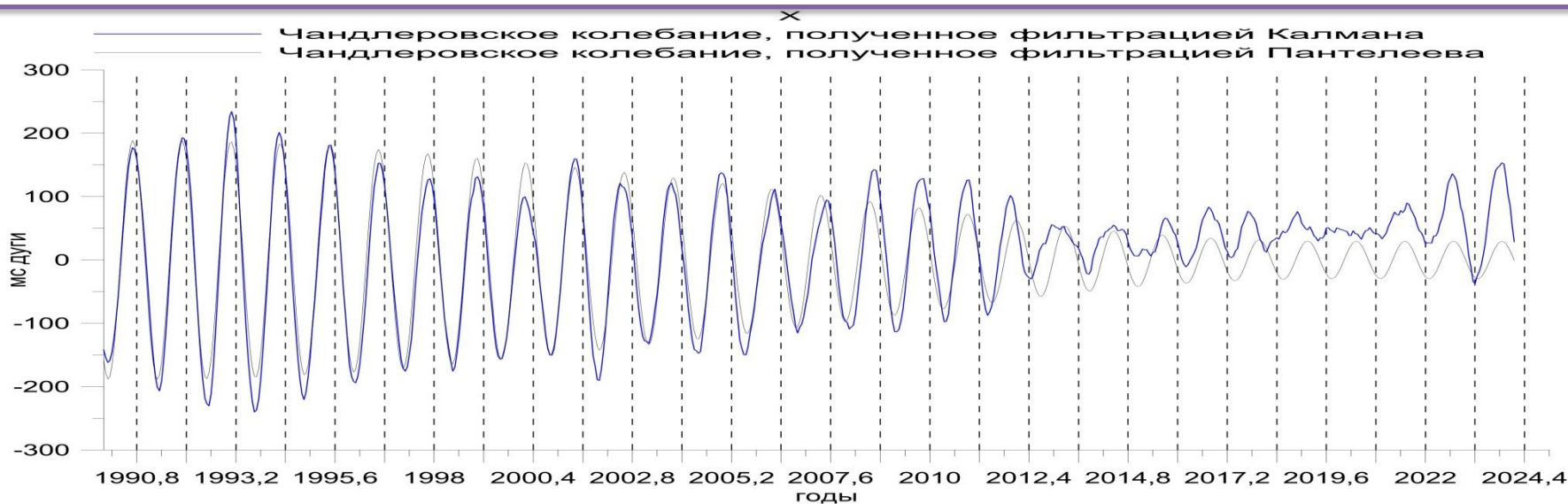
Y-координата, шаг 1 м

Y-координата, шаг 1 м



X-координата, шаг 1 м

Чандлеровское колебание сегодня



ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

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

$$p = p_1 + ip_2$$

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

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

$$f_c = \frac{1}{433} \text{ сут}^{-1} \quad Q = 100$$

Во временной области

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

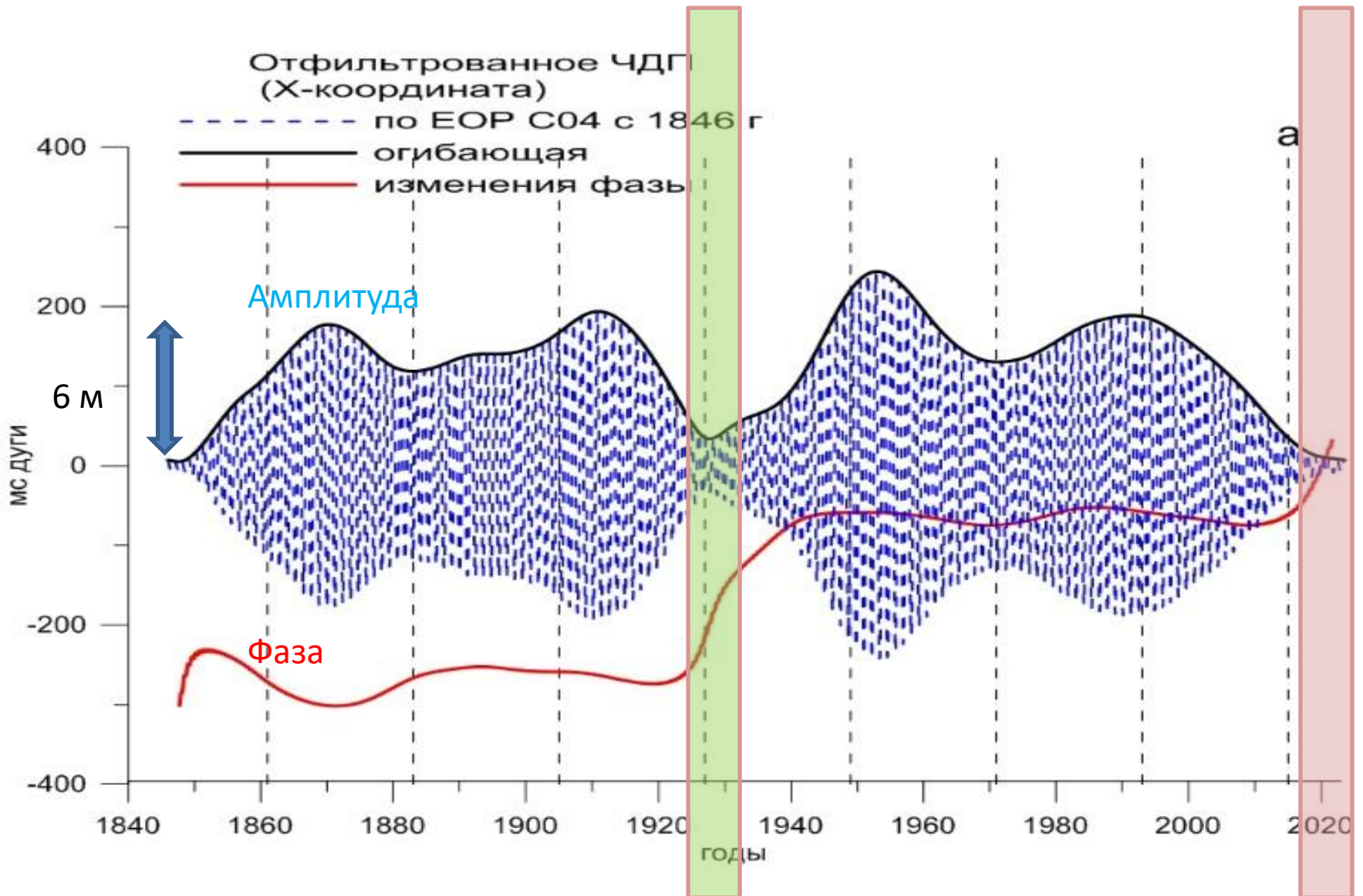
$$\frac{\sigma_c - \omega}{\sigma_c} \hat{p}(\omega) = \hat{\chi}(\omega)$$

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

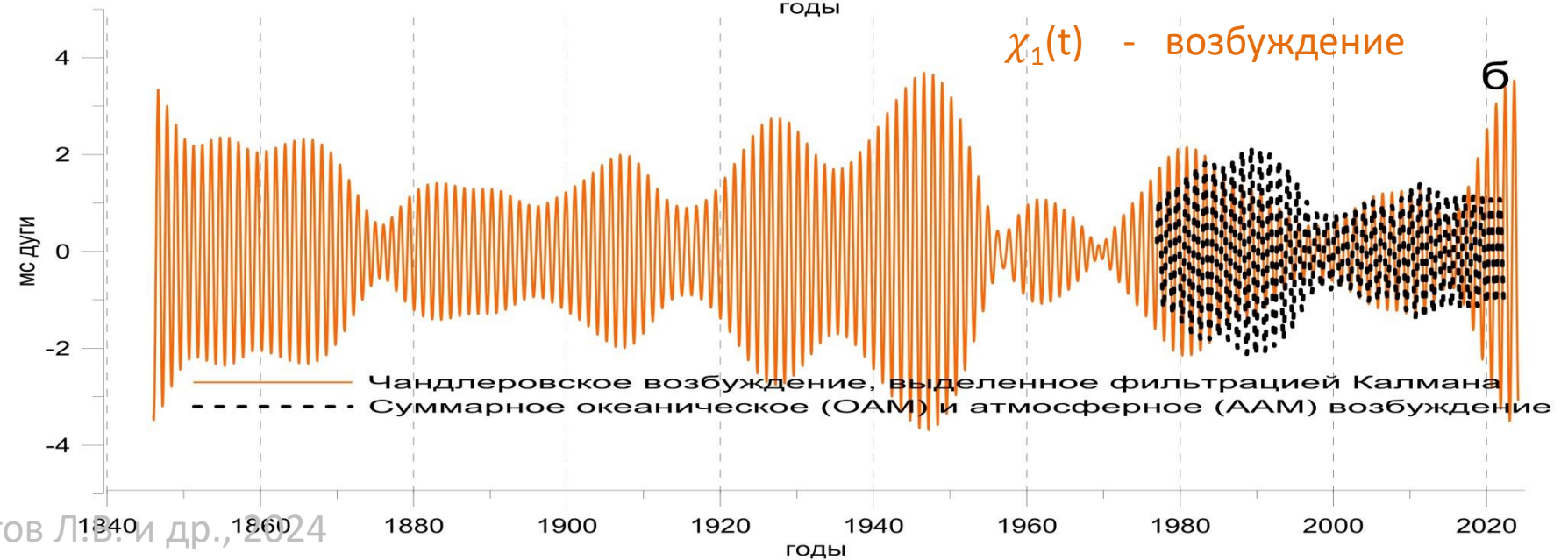
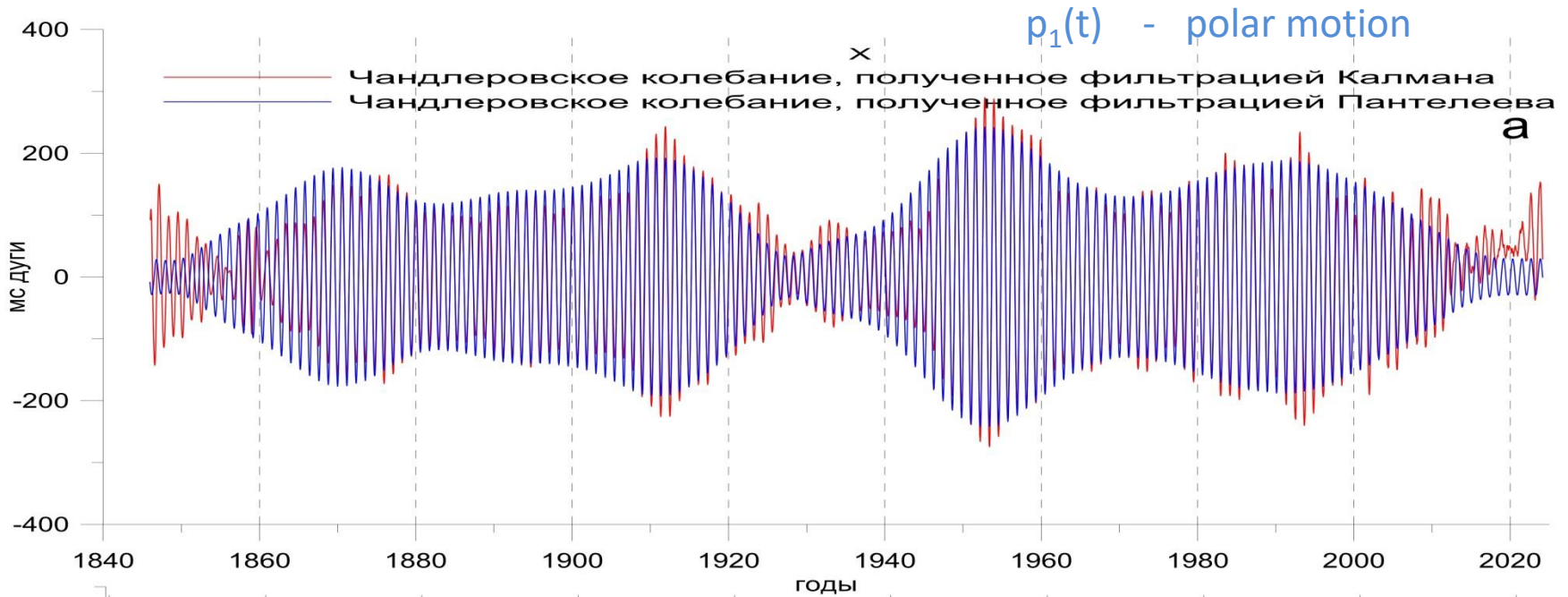
$$W(\omega) = \frac{\sigma_c}{\sigma_c - \omega}$$

В частотной области

Чандлеровское колебание полюса



Чандлеровское колебание p и его возбуждение χ



Статья

Аномалии чандлеровского колебания полюса в 2010-е годы

Л. В. Зотов, Н. С. Сидоренков², К. Ж. Бизуар³

Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физ. Астрон. 2022. № 3. С. 64

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

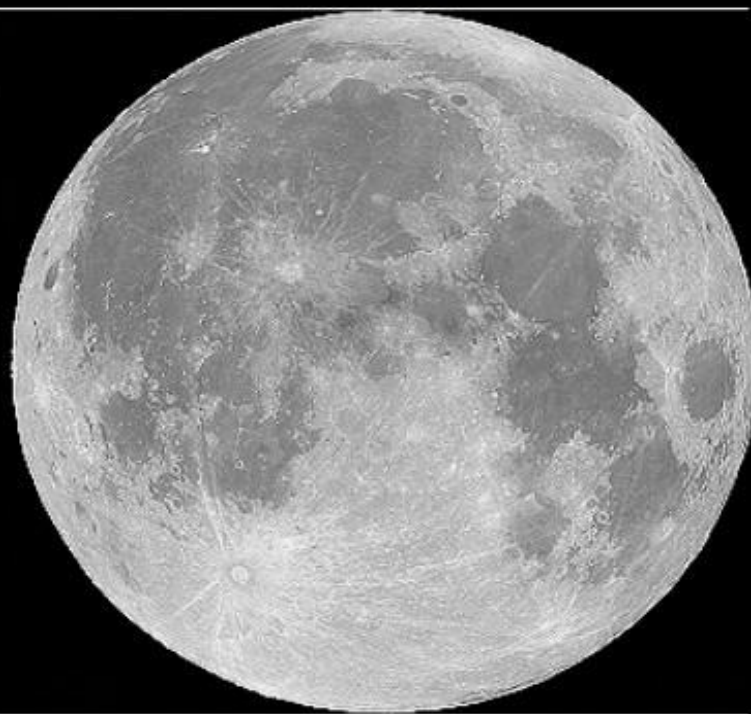
Hokkaido University: Hokkaido Daigaku

Апогей



24 марта 2024 г
406252 км

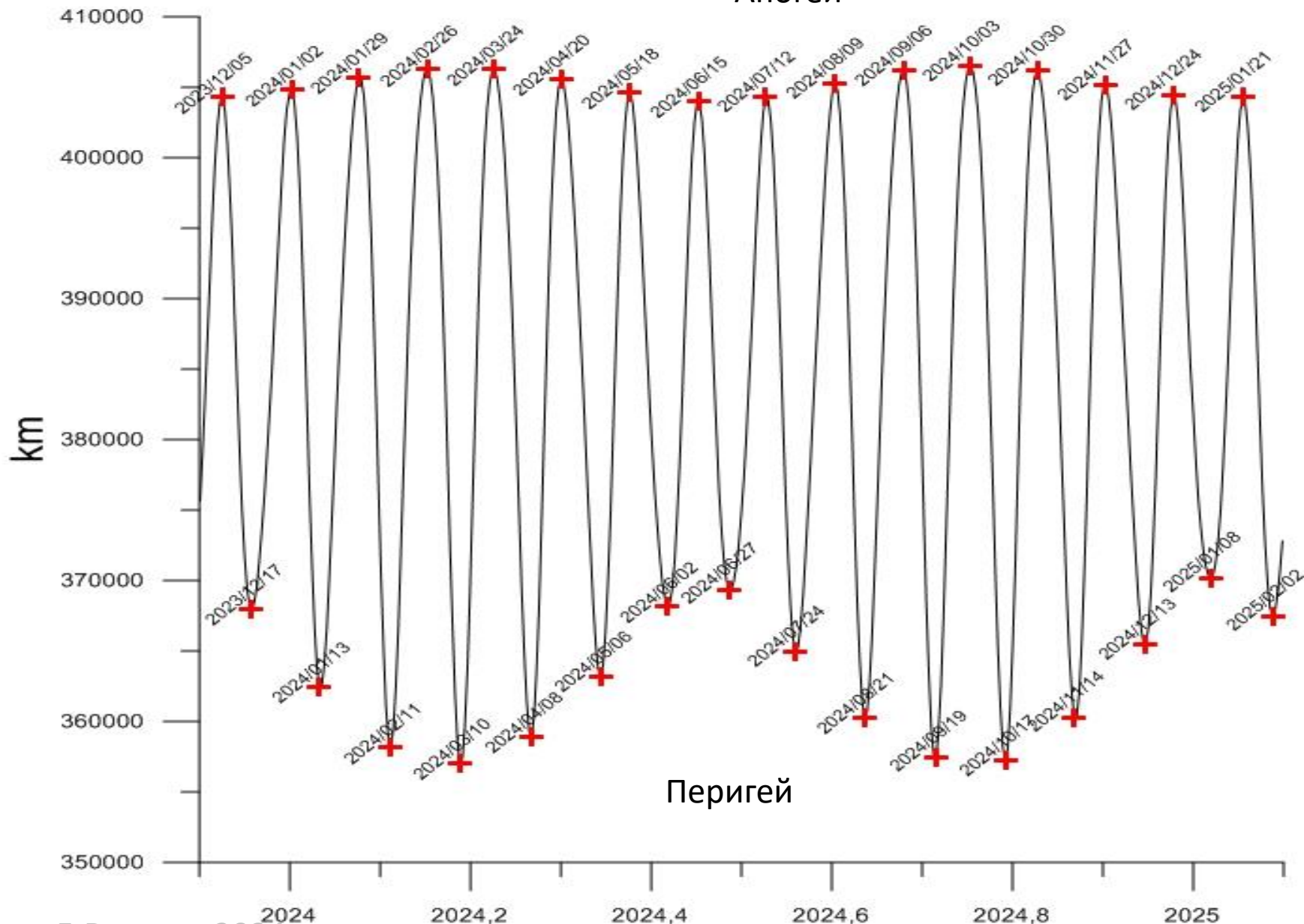
Перигей



8 апреля 2024 г
358910 тыс км

Расстояние до Луны

Апогей

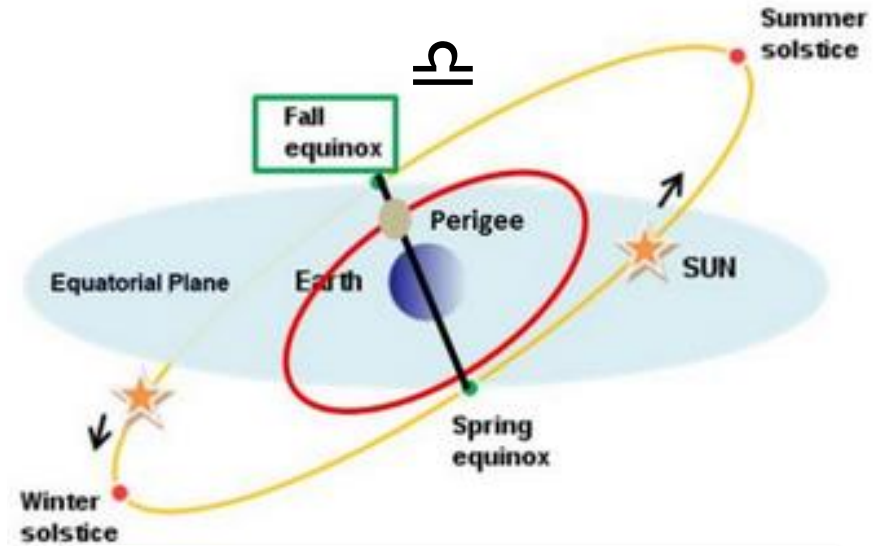
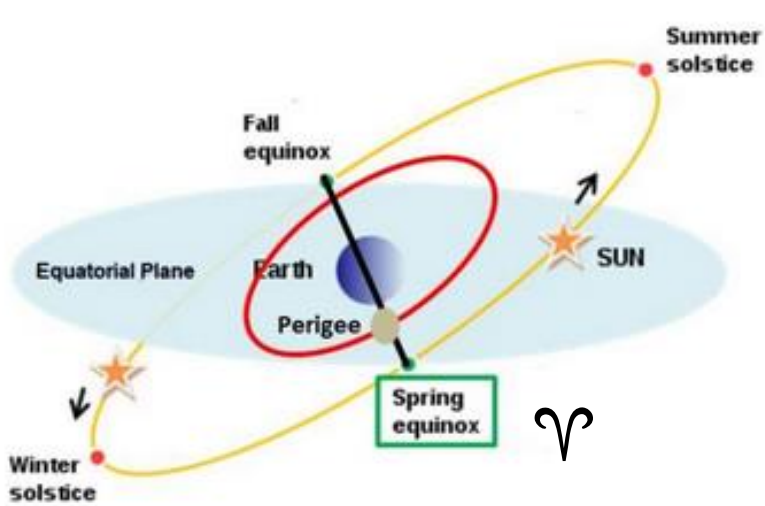


Перигей

A Luni-Solar Connection to Weather and Climate

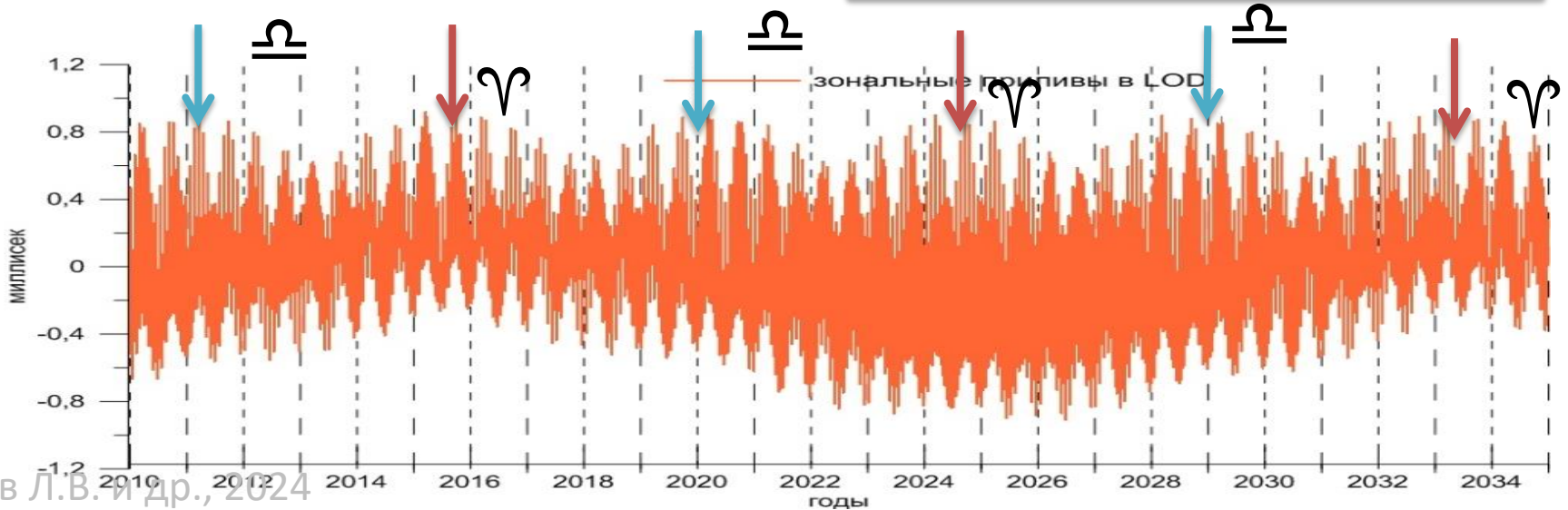
II: Extreme Perigean New/Full Moons and El Niño Events

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



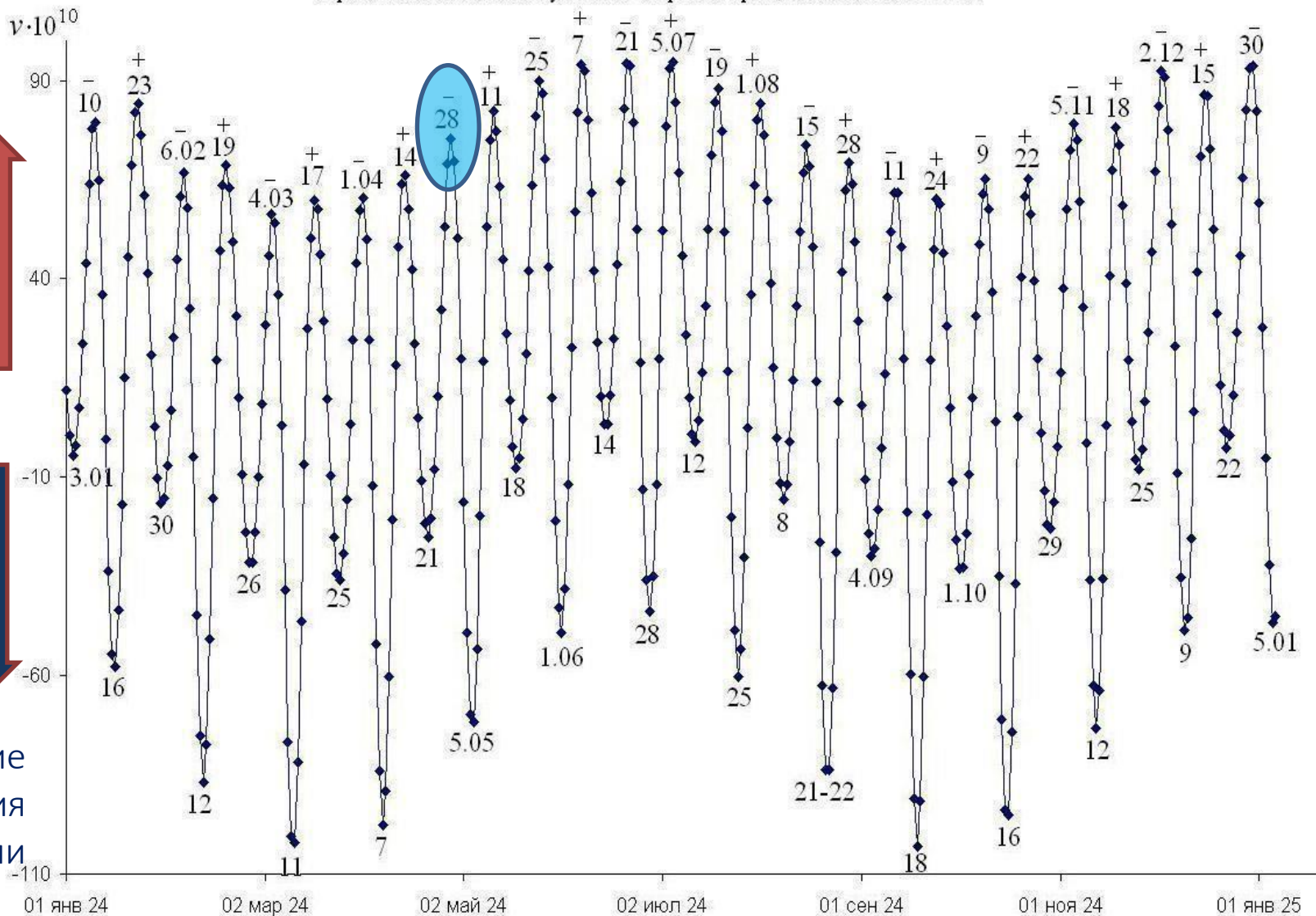
Перигей в весеннем равноденствии

Перигей в осеннем равноденствии



Ускорение
вращения
Земли

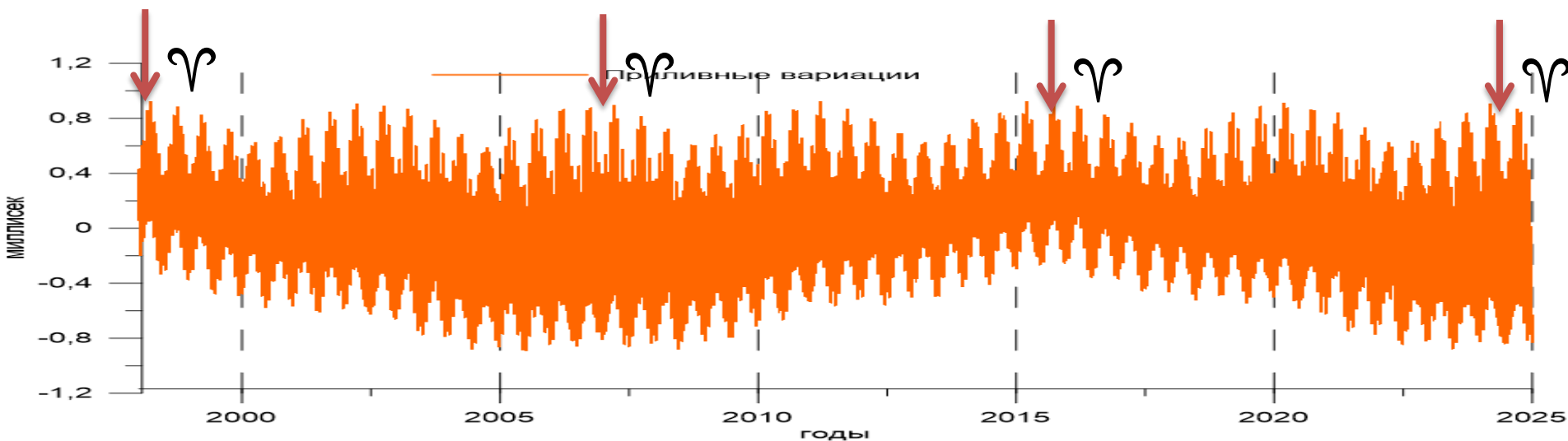
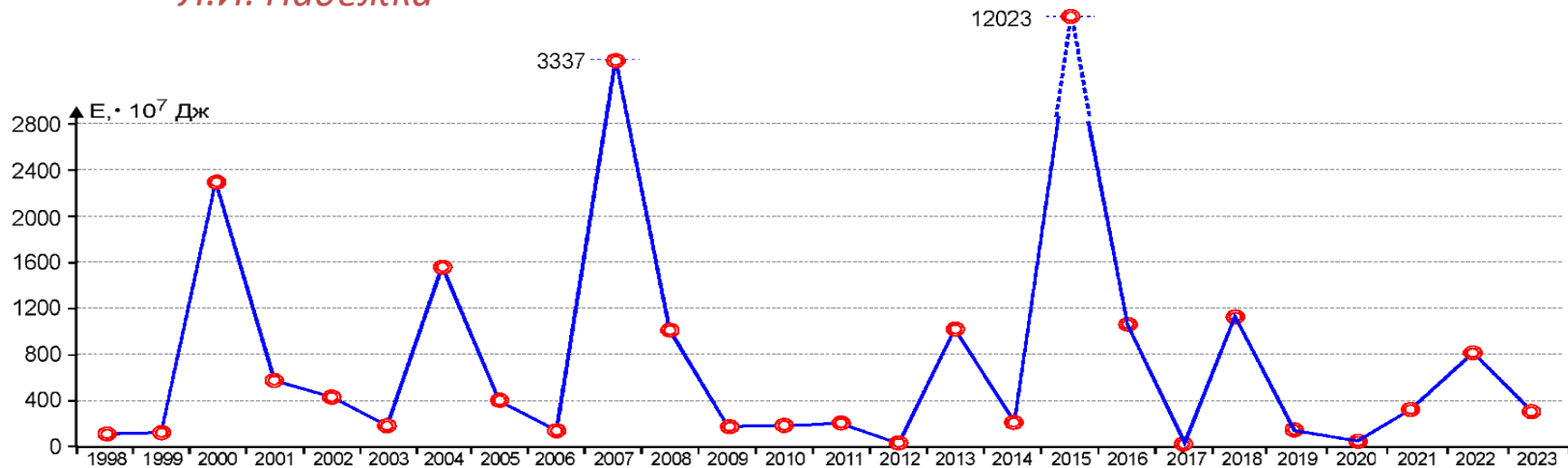
Приливные колебания угловой скорости вращения Земли в 2024 г.



замедление
вращения
Земли

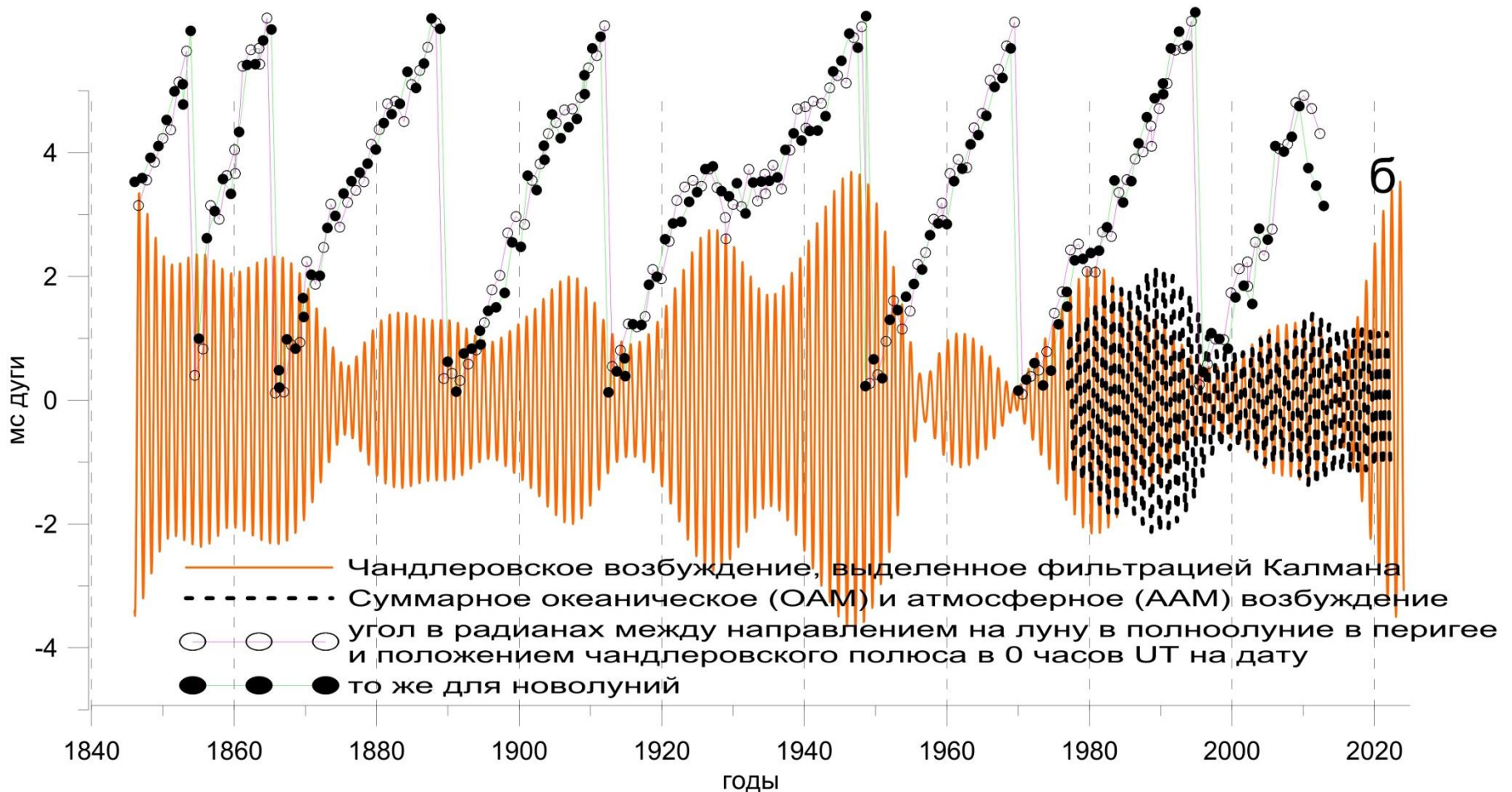
*Временное распределение сейсмической энергии,
выделившейся при землетрясениях,
произошедших на территории ВКМ (1998 – 2023 гг.)*

*Материалы
Л.И. Надежка*

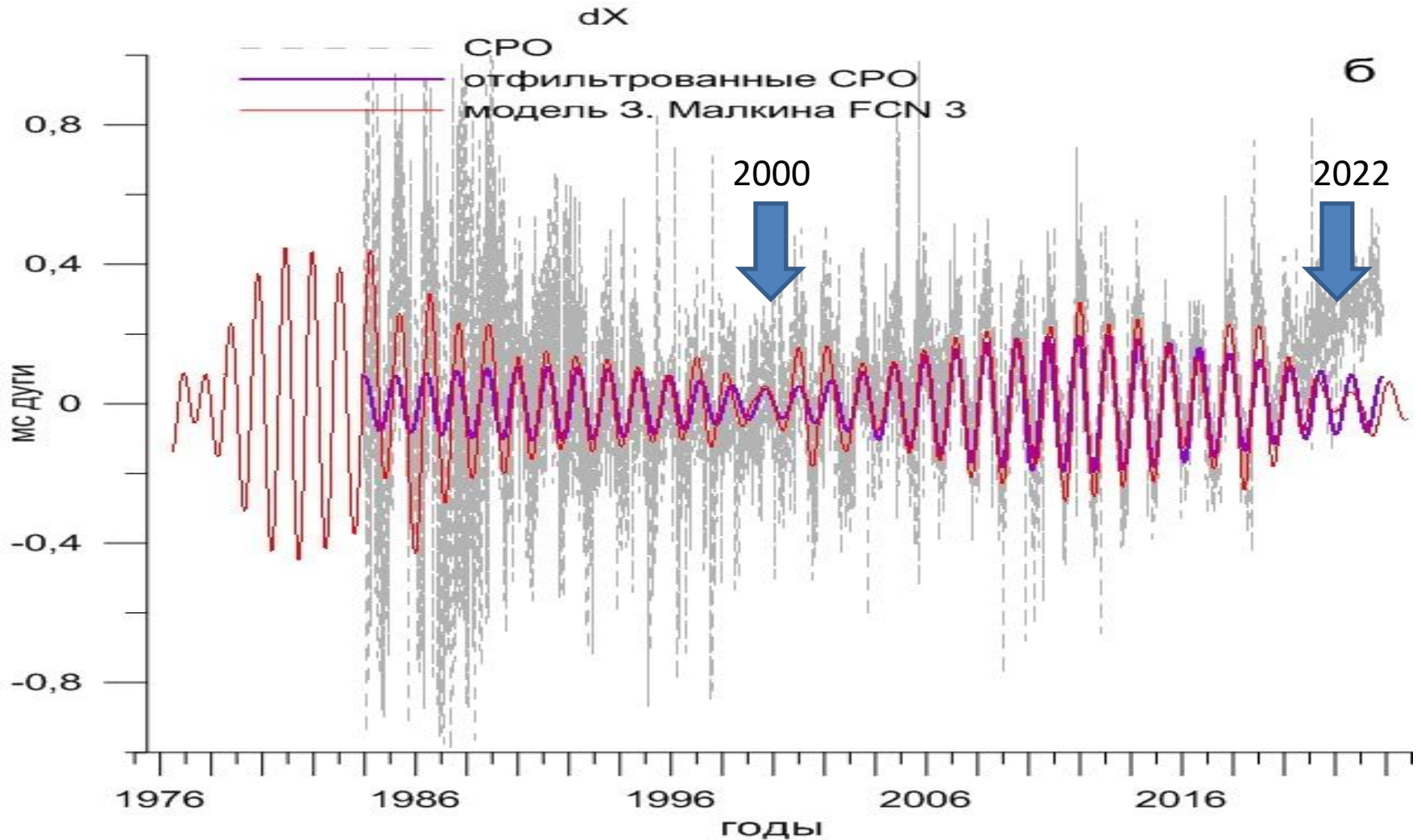


Отставание ЧДП от 412-суточного цикла больших полнолуний

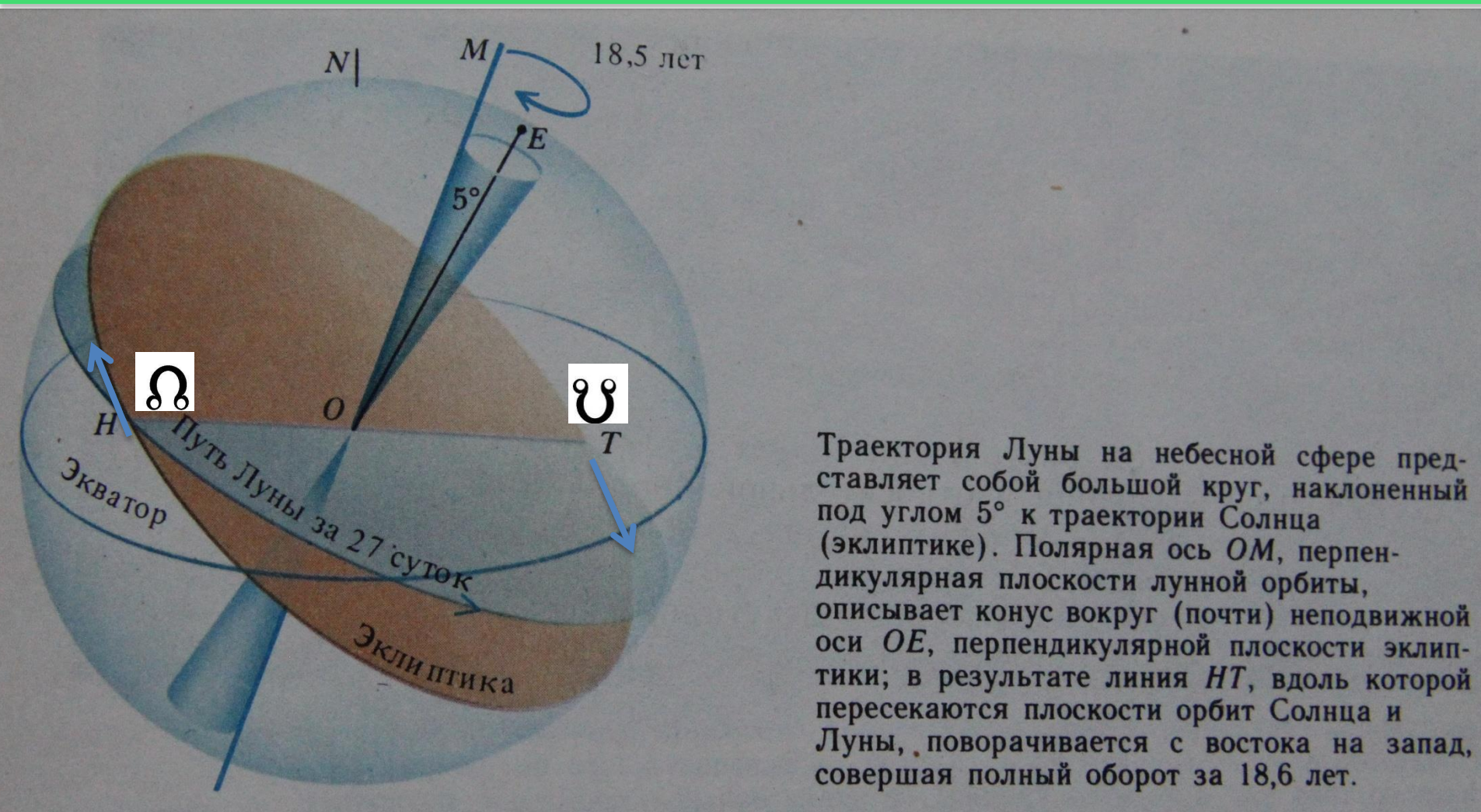
$$\frac{1}{411.7} - \frac{1}{\text{от } 431 \text{ до } 434} \approx \frac{1}{\text{от } 25 \text{ до } 21 \text{ года}}$$



Сигнал свободной нутации ядра FSN



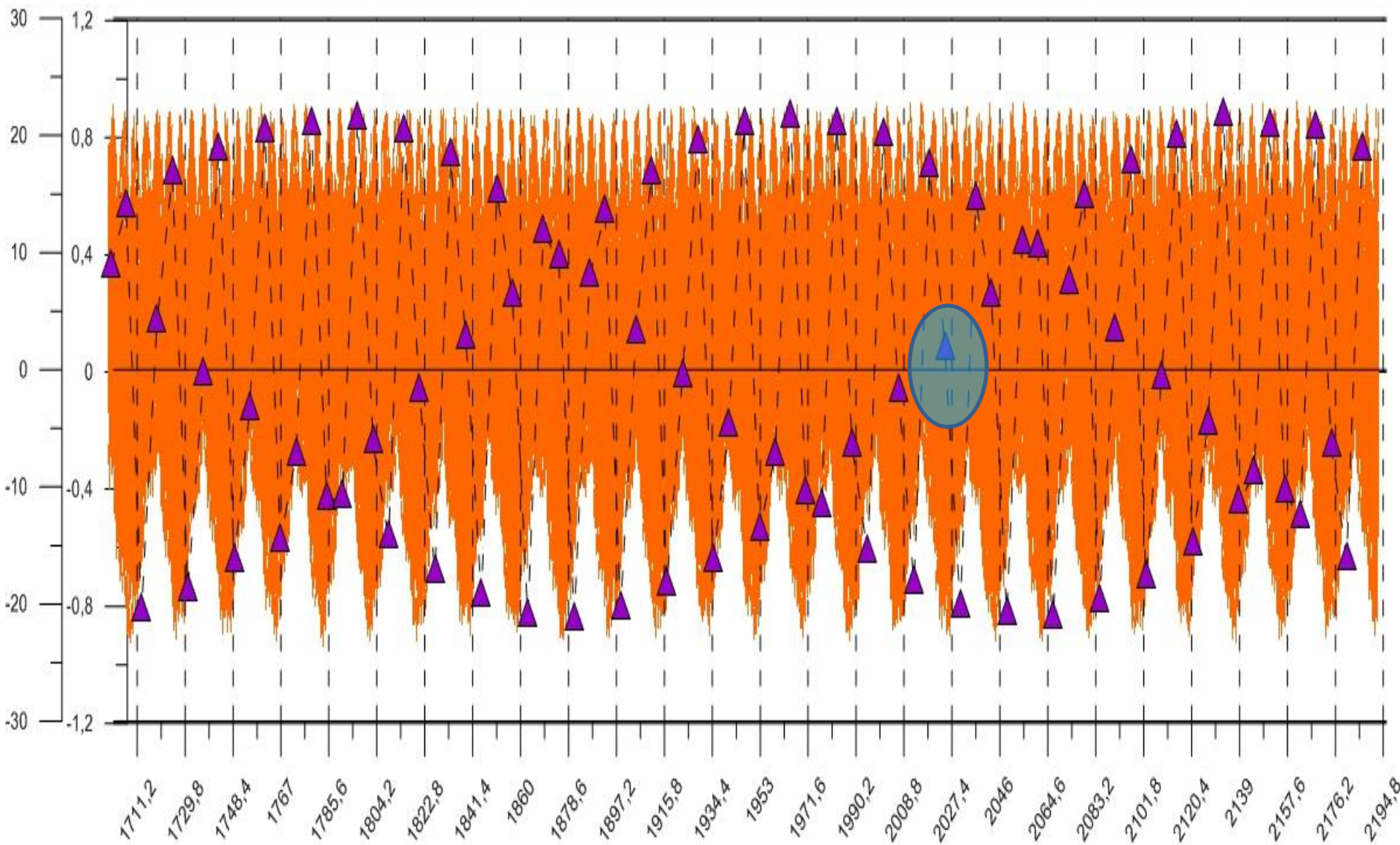
Узлы Лунной орбиты и 18-6-летняя прецессия



Траектория Луны на небесной сфере представляет собой большой круг, наклоненный под углом 5° к траектории Солнца (эклиптике). Полярная ось OM , перпендикулярная плоскости лунной орбиты, описывает конус вокруг (почти) неподвижной оси OE , перпендикулярной плоскости эклиптики; в результате линия HT , вдоль которой пересекаются плоскости орбит Солнца и Луны, поворачивается с востока на запад, совершая полный оборот за 18,6 лет.

- точки пересечения лунной орбиты с эклиптикой

Встречи перигея и узла каждые 6 лет и их склонения





ESD Ideas: A 6-year oscillation in the whole Earth system?

Anny Cazenave^{1,2}, Julia Pfeffer², Mioara Manda³, and Veronique Dehant⁴

¹Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, Toulouse, 31400 France

²Magellium, Ramonville St Agne, 31520 France

³Centre National d'Etudes Spatiales, Paris, 75039 Cedex 01 France

⁴Royal Observatory of Belgium, Brussels, B1180 Belgium

Correspondence: Anny Cazenave (anny.cazenave@gmail.com)

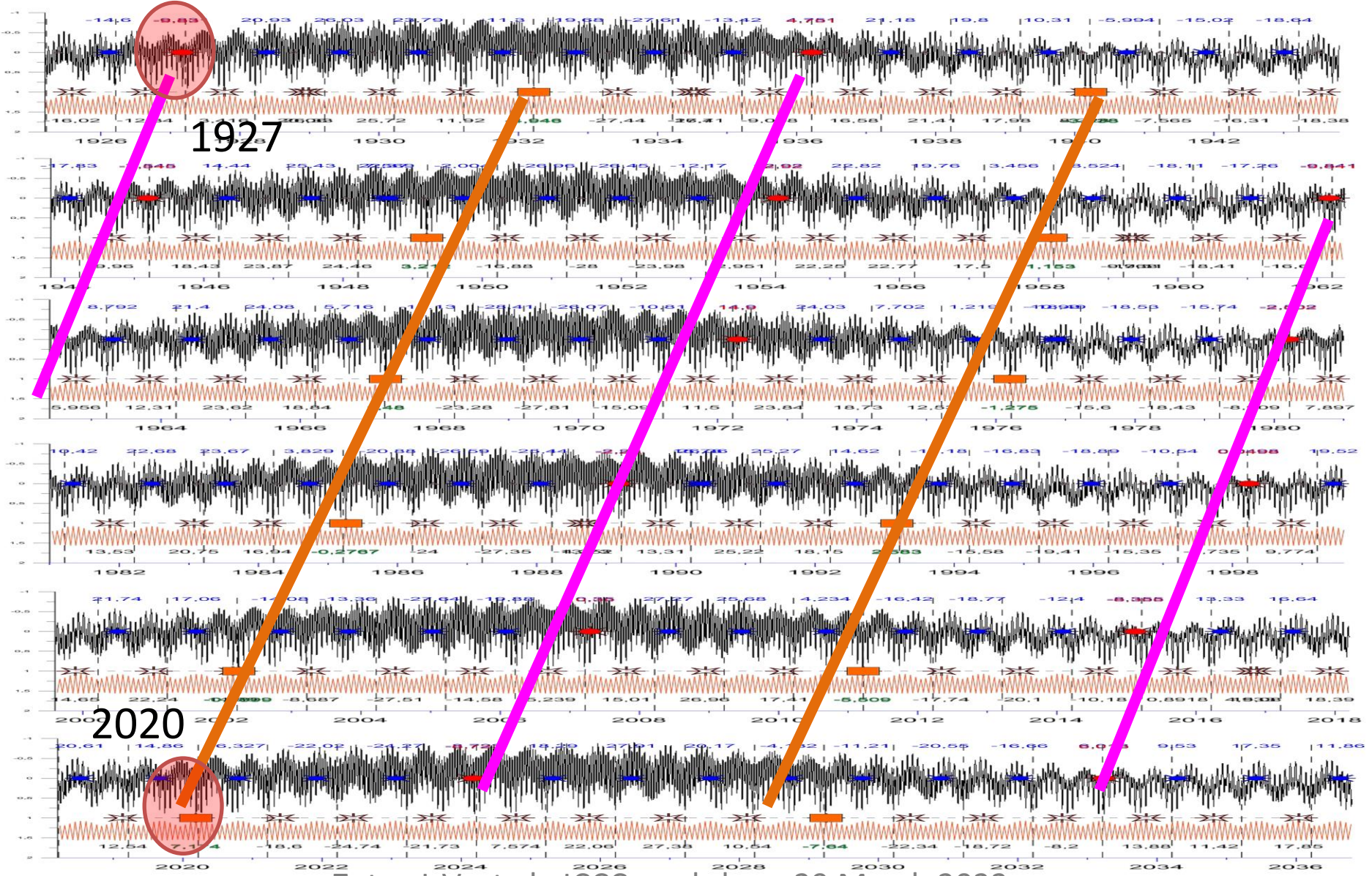
Received: 21 February 2023 – Discussion started: 8 March 2023

Revised: 4 July 2023 – Accepted: 5 July 2023 – Published: 4 August 2023

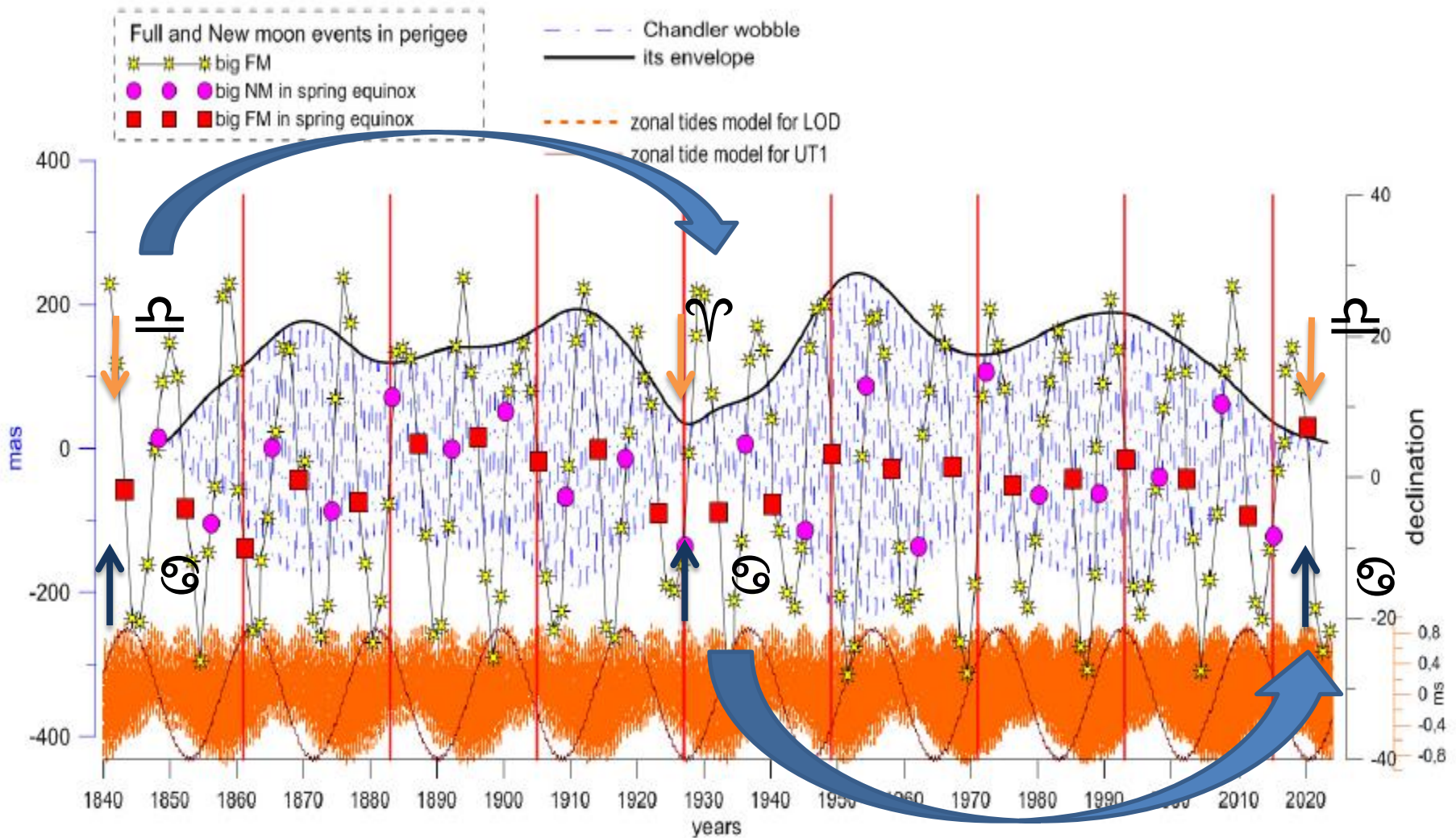
Abstract. An oscillation of about 6 years has been reported in Earth's fluid core motions, magnetic field, rotation, and crustal deformations. Recently, a 6-year cycle has also been detected in several climatic parameters (e.g., sea level, surface temperature, precipitation, land hydrology, land ice, and atmospheric angular momentum). Here, we suggest that the 6-year oscillations detected in the Earth's deep interior, rotation, and climate are linked together and that the core processes previously proposed as drivers of the 6-year cycle in the Earth's rotation additionally cause the atmosphere to oscillate together with the mantle, inducing fluctuations in the climate system with similar periodicities.

Большие новолуния
в Υ
Большие полнолуния

Суперлуния в перигее вблизи весеннего равноденствия
смещаются с ~ 90 -летним периодом на фоне 18.6-летней прецессии



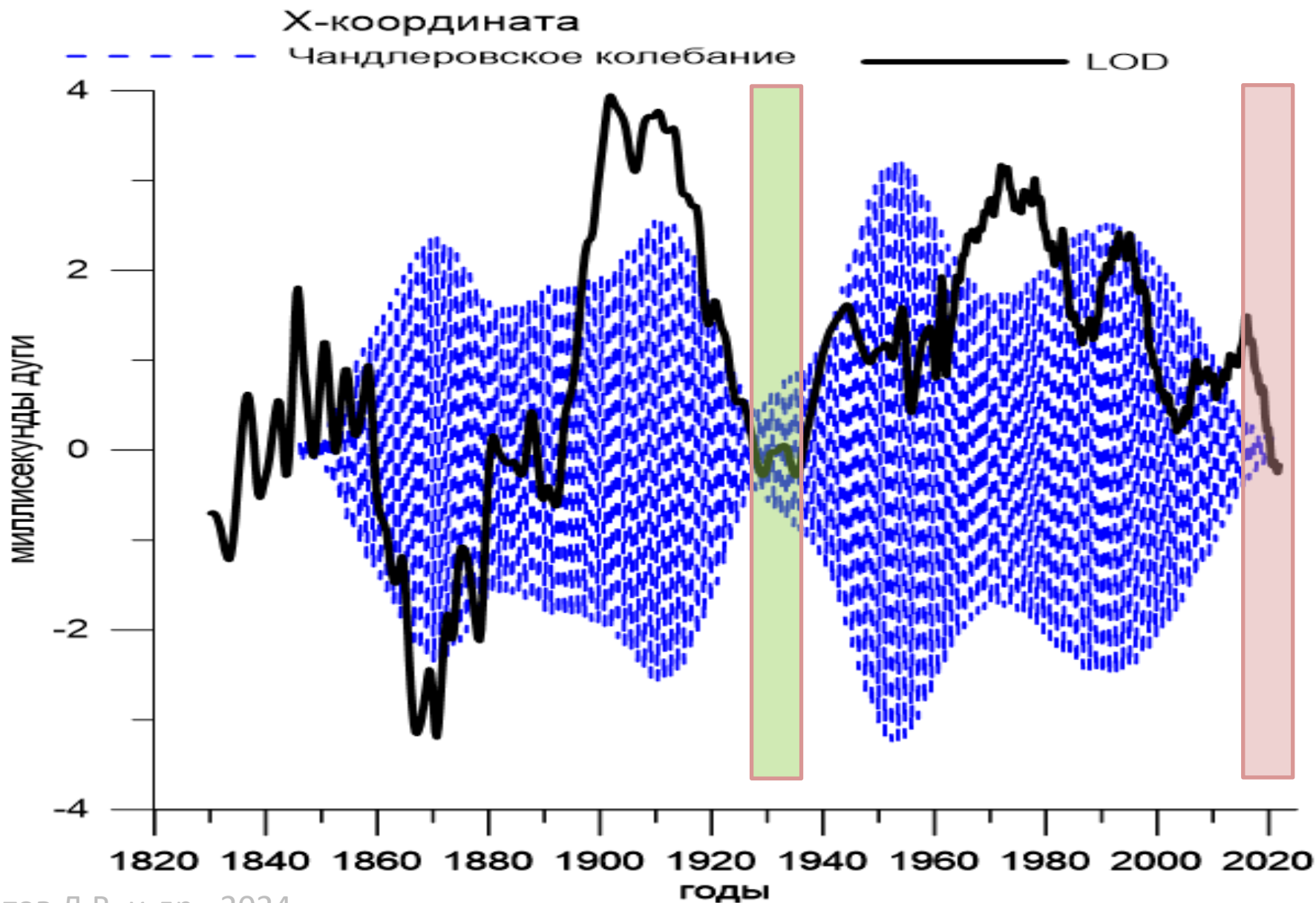
Причина раскачки и подавления Чандлеровского колебания



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

Чандлеровское колебание и LOD с 1840 г



Выводы

- Скорость вращения Земли достигла максимума в 2023 г и начала уменьшаться, вопрос о добавочной секунде вызывает дискуссию в пресс, мы думаем что вычитать секунду не понадобится, косвенно на это указывает разворот Т Атлантики
- Чандлеровское движение полюса исчезло в 2017-2021 и вновь пошло с изменением фазы на π , как в 1930 – е
- в амплитудных изменениях чандлеровского возбуждения и LOD обнаруживаются сходные декадные колебания
- интегральный атмосферный и океанический моменты импульса не вполне это объясняют
- мы считаем, что движения линии узлов и апсид луны вызывают геофизические эффекты, отражающиеся на этих явлениях
- косвенно апсидально-нодальные эффекты могут проявляться в метеорологии, гидрологии, сейсмологии, климате. Ключ к их пониманию может дать изучение вращения Земли

Спасибо за внимание!

