Коллоквиум
"Земля на ранних этапах развития солнечной планетной системы"
28-30 ноября 2016 года, ГАИШ МГУ

Коллоквиум посвящен анализу эволюции Земли и солнечной планетной системы на ранней стадии их развития и продолжает традицию коллоквиумов Астрономического общества, проведенных ранее:

2009-Циклы активности на Солнце и звездах

2010-Активность Звезд и Солнца на разных стадиях их эволюции

2014-Космические факторы эволюции биосферы и геосферы

Одной из самых фундаментальных проблем в современной науке является проблема возникновения и эволюции жизни на Земле. По существу, мы даже не знаем сегодня, возникла ли она на Земле или привнесена извне. Для решения этих вопрос необходимо более точное знание о процессах на ранней Земле. В частности, важно уточнить тепловой режим в первые сотни миллионов существования планеты, даты возникновения жидкого и твердого ядра, дату возникновения и структуру магнитного поля, возникновение и характеристики атмосферы и водной оболочки. По всем этим вопросам существуют сильно различающиеся точки зрения. Поэтому форма коллоквиума или совещания-дискуссии представляется в данном случае оптимальной.

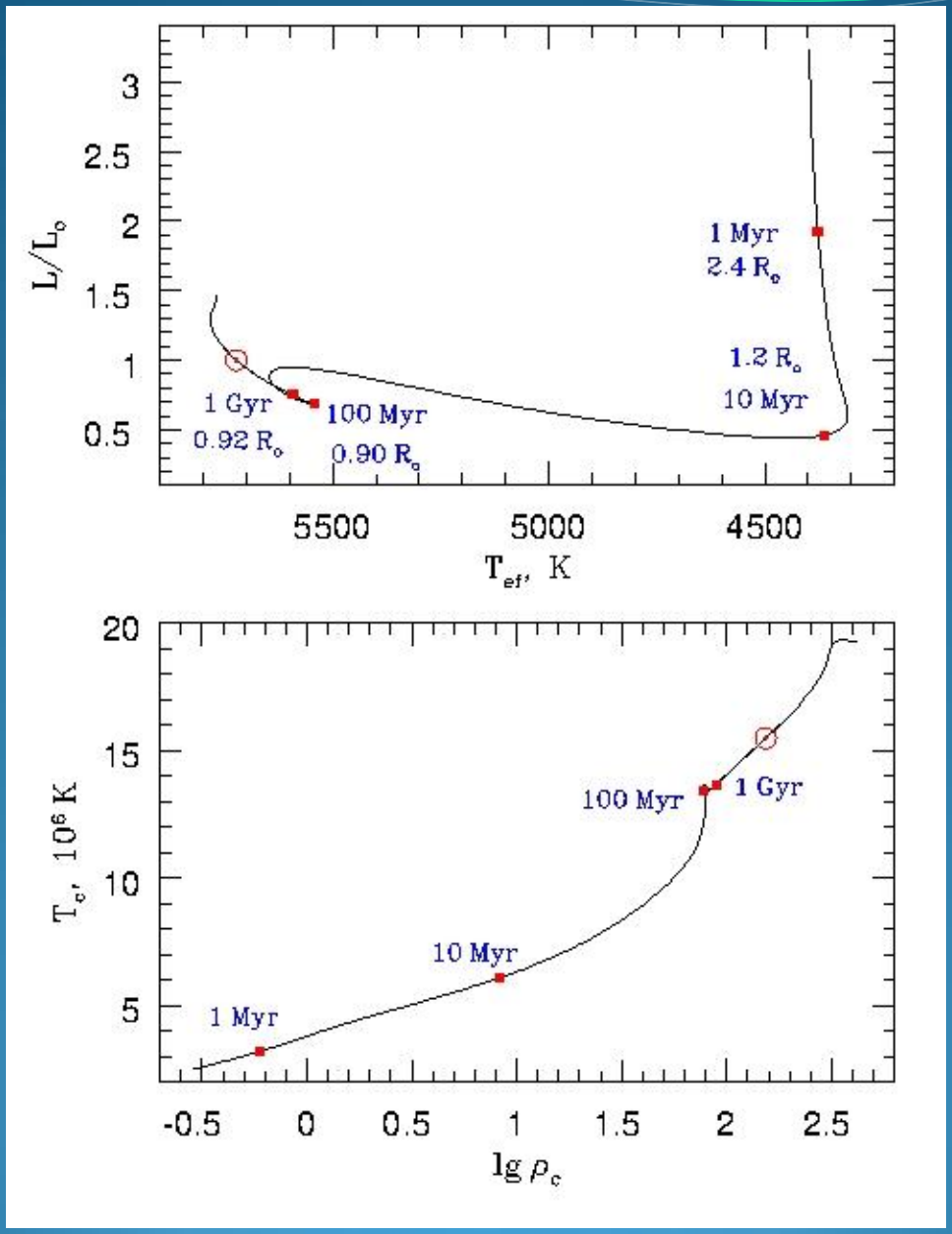
- История жизни – история Земли

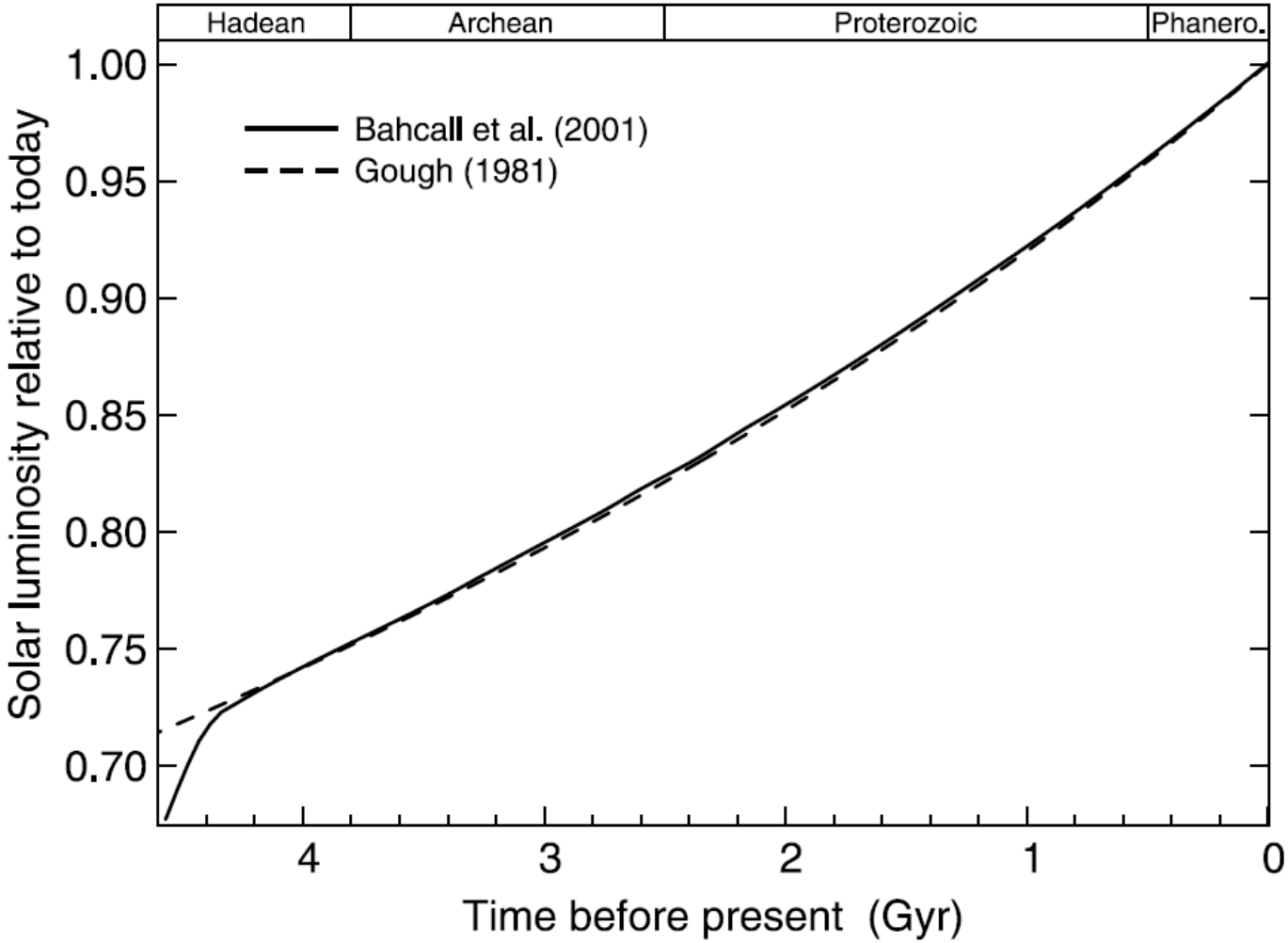
А.Ю.Розанов

Секция 1
Раннее Солнце

The Faint Young Sun Paradox

The Sun was about 30% less luminous when life developed on Earth, yet geological and biological evidence points to a warm young Earth, 60 to 70 C


3
2.5
2
1.5
1
0.5
L/L$_o$
1 Myr
2.4 R$_o$
1.2 R$_o$
10 Myr
1 Gyr
0.92 R$_o$
100 Myr
0.90 R$_o$
5500
5000
4500
T$_{ef}$, K
20
15
10
5
T$_c$, 10^6 K
100 Myr
1 Gyr
10 Myr
1 Myr
-0.5
0
0.5
1
1.5
2
2.5
lg ρ_c



Evolution of solar luminosity over the four geologic eons for the standard solar model described in Bahcall et al. [2001] (solid line) and according to the approximation formula [Gough, 1981] (dashed line)

Evidence of life on Earth is manifestly preserved in the rock record. However, the microfossil record only extends to ~3.5 billion years (Ga), the chemofossil record arguably to ~3.8 Ga, and the rock record to 4.0 Ga. Detrital zircons from Jack Hills, Western Australia range in age up to nearly 4.4 Ga. From a population of over 10,000 Jack Hills zircons, we identified one >3.8-Ga zircon that contains primary graphite inclusions. Here, we report carbon isotopic measurements on these inclusions in a concordant, 4.10 0.01-Ga zircon. We interpret these inclusions as primary due to their enclosure in a crack-free host as shown by transmission X-ray microscopy and their crystal habit. Their δ13CPDB of −24 5‰ is consistent with a biogenic origin and may be evidence that a terrestrial biosphere had emerged by 4.1 Ga, or ~300 My earlier than has been previously proposed.

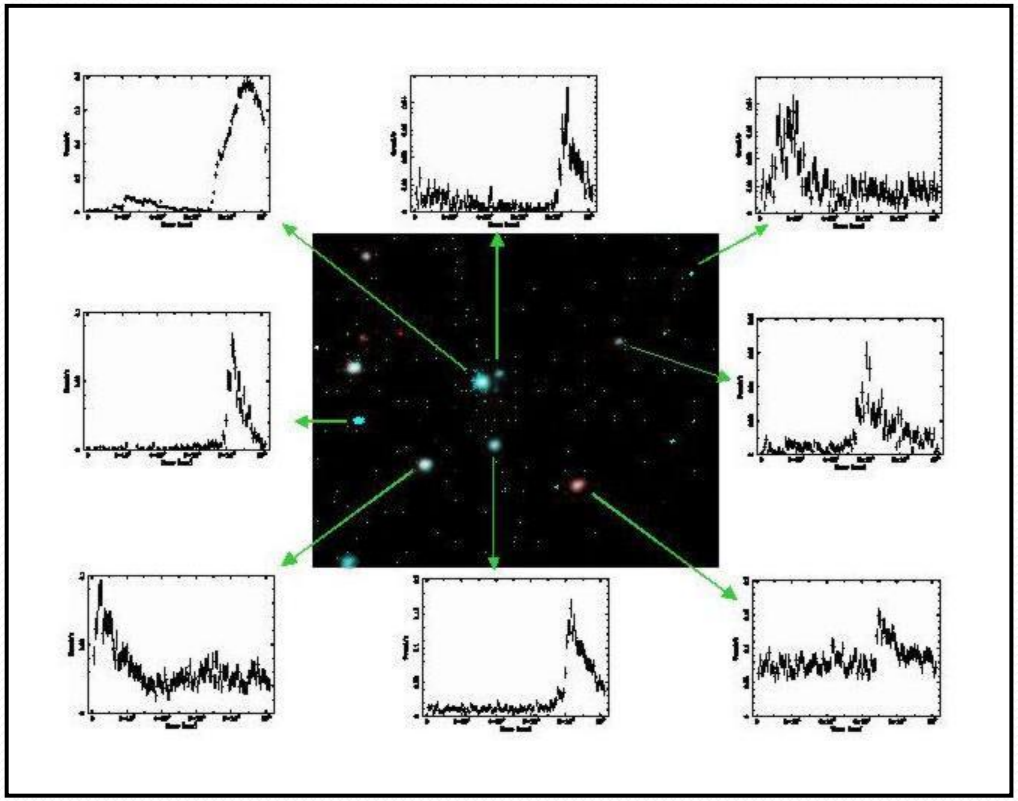
Elizabeth A. Bell, et al, 2015

Вспышечная активность TTSs

Частота вспышек в 100 раз больше, чем на Солнце

Энергия средней вспышки в 100 раз больше, чем на Солнце

$dN/dE \sim E^{-2.0\ -2.7}$ → **основной вклад - микровспышки**



$\int E\,dt$ до 10^{36} эрг

Облучение протопланетного диска жестким излучением и нейтронам

Where to look for a solution?

- Astrophysical Solutions: Young Sun was not faint
- Early Earth Atmosphere: Much more greenhouse gases
- Geology: Much more geothermal energy
- Biology: Life developed on a cold planet
- Fundamental Physics: e.g., gravitational constant has varied

- 1. Изменение полного потока излучения Солнца
- 2.Изменения характеристик солнечной активности
- 3. Движение Солнца через галактические рукава, изменение потока галактических космических лучей
- 4.Вариации характеристик орбиты Солнца.
- 4.Вариации геомагнитного поля
- 6.Мощные солнечные вспышки и гамма всплески

Knowing when the geodynamo started is important for understanding the evolution of the core, the atmosphere, and life on Earth.We report full-vector paleointensity measurements of Archean to Hadean zircons bearing magnetic inclusions from the Jack Hills conglomerate (Western Australia) to reconstruct the early geodynamo history. Data from zircons between 3.3 billion and 4.2 billion years old record magnetic fields varying between 1.0 and 0.12 times recent equatorial field strengths. A Hadean geomagnetic field requires a core-mantle heat flow exceeding the adiabatic value and is suggestive of plate tectonics and/or advective magmatic heat transport. The existence of a terrestrial magnetic field before the Late Heavy Bombardment is supported by terrestrial nitrogen isotopic evidence and implies that early atmospheric evolution on both Earth and Mars was regulated by dynamo behavior.

John A. Tarduno et al, 2015

4.4 Theoretical Computation of the Strength of the Magnetic Field for Mars and the Earth

These models yield proportionality either directly to the rotation as, for instance, for the models of Busse (1976) and Sano (1993), or to the square root of the rotation (model of Stevenson 1983 and Mizutani et al. 1992), or even to the rotation to the power 3/4 *(see* Mizutani et al. 1992). Thus, the shorter the planetary rotation period is (i.e. the faster its rotation), the larger the resulting magnetic moment is. It must be noted that the models also introduce a dependence on the dynamo region radius (to the power 3, 3.5, or 4) and on the conductivity of the region.

- ***Figures 2 and 3 show the planetary magnetic moment of early Earth and early Mars, as a function of possible early rotation periods.***

V. Dehant · H. Lammer · Y.N. Kulikov · J.-M. Grießmeier, D. Breuer · O. Verhoeven, ·Ö. Karatekin · T. Van Hoolst ,O. Korablev · P. Lognonné, Space Sci Rev (2007) 129: 279–300

Fig. 2 Estimated magnetic moment of early Earth, relative to its present-day value, as a function of possible early planetary rotation periods in hours. The *dotted vertical line* denotes the present-day sidereal rotation rate of the Earth

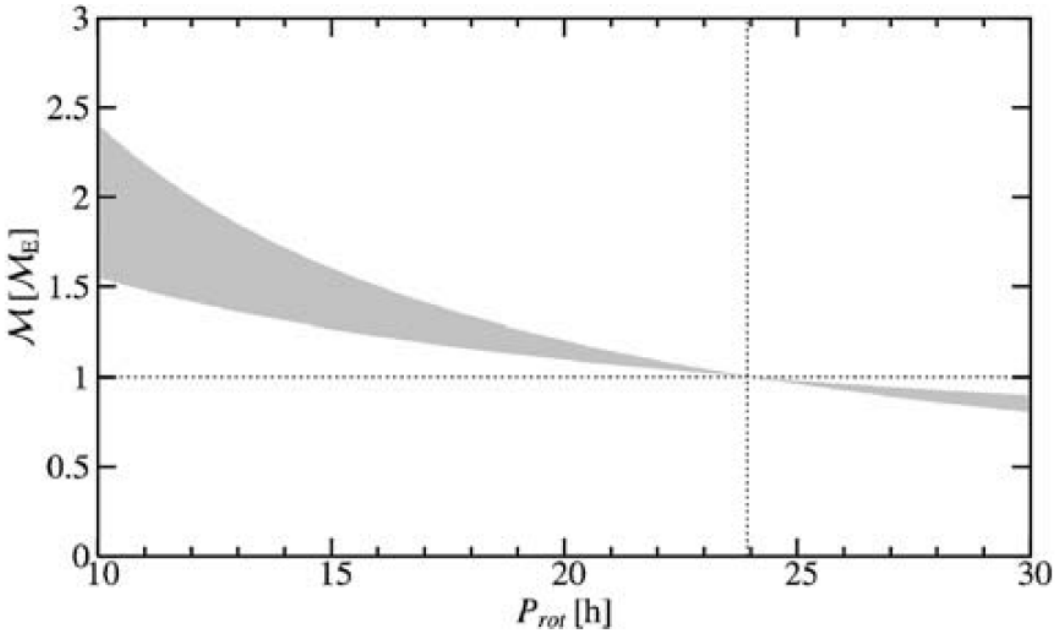
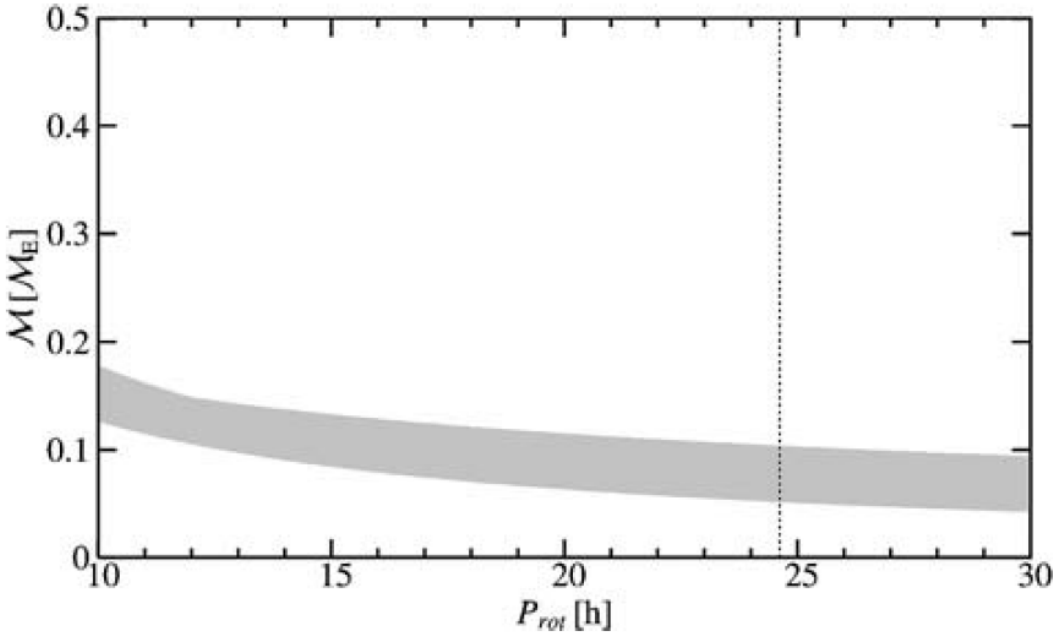


Fig. 3 Estimated magnetic moment of early Mars during the phase when it sustained a dynamo, as a function of possible early planetary rotation periods in hours. The magnetic moment is given in units of the present-day magnetic moment of Earth. The *dotted vertical line* denotes the present-day sidereal rotation rate of Mars



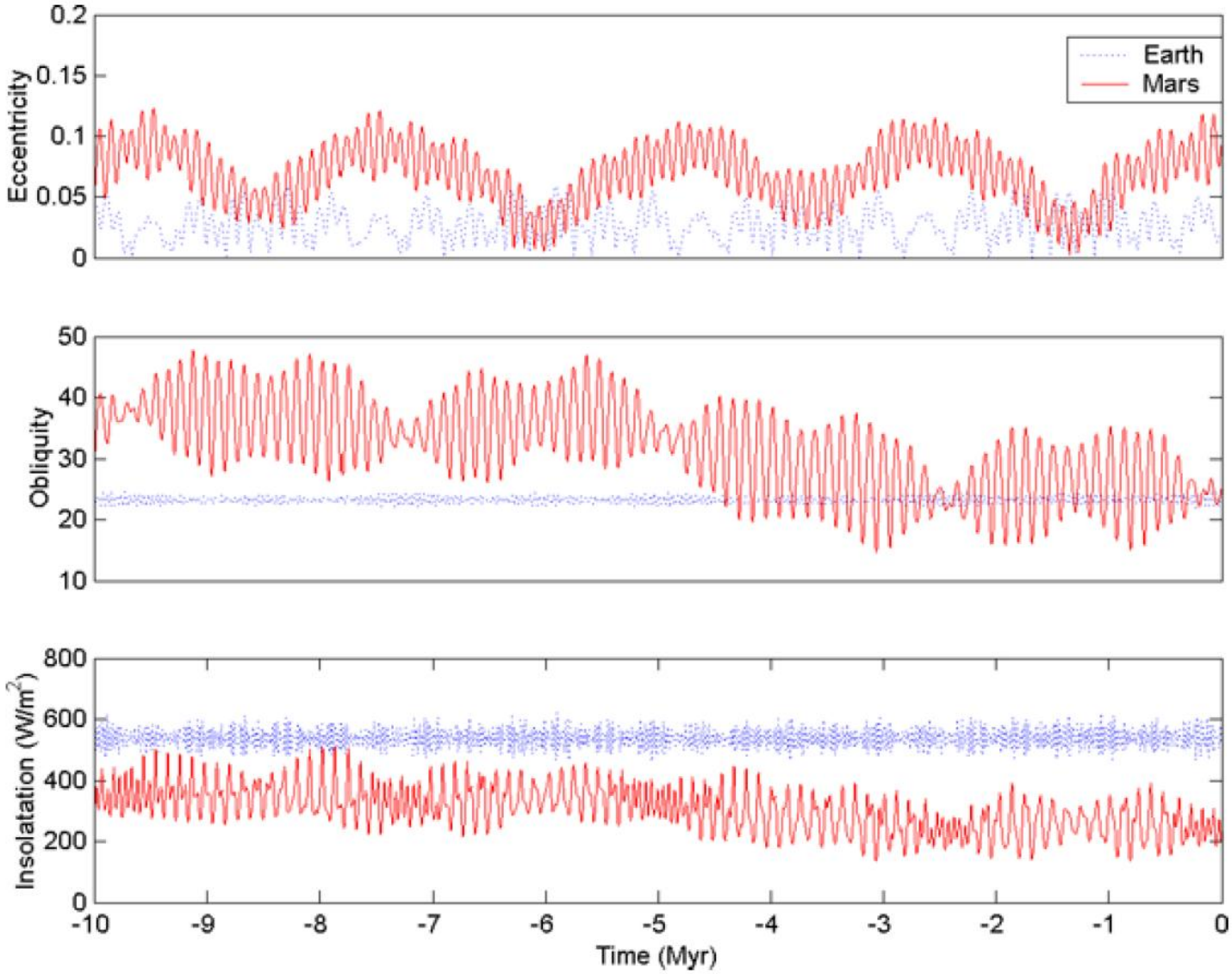


Fig. 1 Variations of the Martian orbital parameters and of the Martian North Pole summer insolation over the last 10 Myr (from the calculations of Laskar et al. 2002, 2004a)

The researchers found that deuterium levels in water trapped inside molten rock unaltered since the planet's early days are significantly lower than those in seawater. The lower deuterium fingerprint for Earth's primordial water hints that the world's wetness resulted from water-soaked dust grains present during the planet's assembly, the researchers conclude.

"Water came in during Earth's formation and has been around ever since," says study coauthor Lydia Hallis, a planetary scientist at the University of Glasgow. "It wasn't added later."

Deuterium forms a more stable bond with oxygen than hydrogen does as the temperature drops. So water enriched in deuterium is a sign that the H_2O formed in the solar system's chillier regions, such as the outer areas where comets originate. Water low in deuterium, on the other hand, is more likely to come from the warmer, inner solar system.

L.J. Hallis et al. Evidence for primordial water in Earth's deep mantle. *Science*. Vol. 350, November 13, 2015, p. 795. doi:

Секция 4
Ранняя жизнь на Земле и планетах

Живое. От принципов к механизмам. ***В.А.Твердислов***

История жизни – история Земли ***А.Ю.Розанов***

Ранняя Земля, лавовые потоки и возможность жизни.

М. М. Астафьева

О возможности доставки на раннюю Землю (пред)биологических структур при падениях астероидов ***В.В.Бусарев***

Метеориты как катализаторы пребиотического синтеза молекул из формамида под действием ионизирующих излучений. ***М. Капралов***

Секция 4
Ранняя жизнь на Земле и планетах

Физические условия и экзобиологический потенциал ледяных спутников малых планет. ***М.Б Симаков***

Ранняя атмосфера Земли в свете изучения экзопланет. ***В.И.Шематович***

Происхождение водяного льда на Луне. ***А.А.Бережной***

Устойчивость сообществ земных микроорганизмов к воздействию физических условий подповерхностных слоев Марса. ***В. С. Чепцов***

Заключительное заседание и общая дискуссия

Исторические реконструкции солнечной активности и климата. ***Ю. А. Наговицын***

Солнечная активность и биосфера Земли. ***М.В. Рагульская***

Солнечная активность и техносфера. ***В. Д. Кузнецов***

Метеоритная опасность. На пути к взвешенному подходу к решению проблем астероидно - кометной опасности? ***Б.М.Шустов***

Общая дискуссия


Thank you for attention!