

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
Геологический факультет

ГАРМОНИЯ СТРОЕНИЯ ЗЕМЛИ И ПЛАНЕТ  
(региональная общественная организация)

МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ  
Секция петрографии

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ  
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ «ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ»

---

# СИСТЕМА «ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ»

**XX лет Семинару  
«Система “Планета Земля”»**

**1994 – 2014**

«Это — жизни промчавшийся миг —  
Обезболенный срез бытия...»  
А. И. Полетаев



URSS

МОСКВА

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ МЕСЯЧНОГО ДВИЖЕНИЯ ЗЕМЛИ

Д.ф.-м.н. Сидоренков Николай Сергеевич<sup>1</sup>, асп. Жигайло Тарас Сергеевич<sup>2</sup>  
(1) Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, Россия.

(2) Одесский государственный экологический университет, Украина.

1. Известно, что Земля и Луна обращаются вокруг центра масс (барицентра) с сидерическим периодом 27,3 суток. Орбита центра масс Земли (геоцентра) геометрически подобна орбите Луны, но размеры её примерно в 81 раза меньше лунной. Геоцентр удален от барицентра в среднем на расстоянии 4671 км. Земля обращается вокруг барицентра поступательно, то есть все составляющие ее частицы выписывают свои неконцентричные орбиты и испытывают центробежные ускорения точно такие же, как орбита и ускорение геоцентра. Луна притягивает все частицы Земли с различной силой. Разность силы притяжения и центробежной силы, действующей на частицу, называется приливообразующей силой. Генерация лунной приливообразующей силы есть главный геофизический эффект месячного движения Земли. Обращение системы Земля-Луна вокруг Солнца (рис. 1) вызывает солнечные приливы. Суммарные лунно-солнечные приливы изменяются с периодом 355 суток (13 сидерических или 12 синодических месяцев). Этот период называется лунным годом.

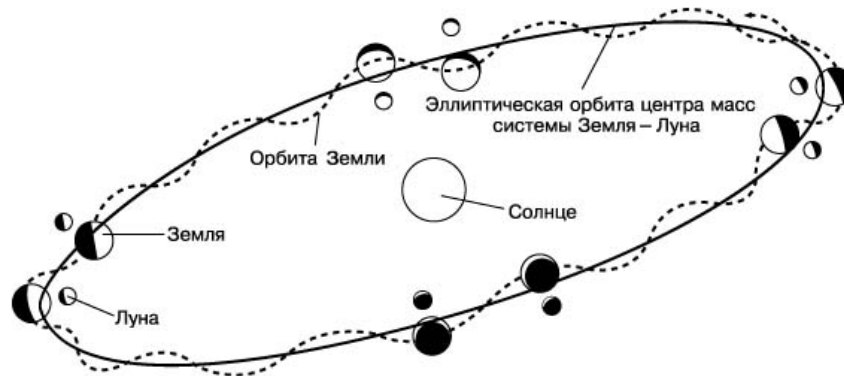
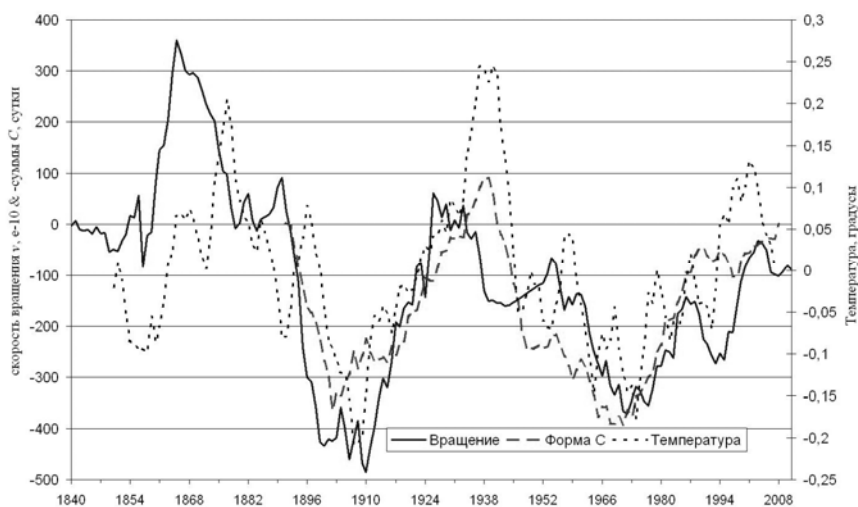


Рис. 1. Обращение системы Земля-Луна вокруг Солнца

2. Считается, что лунно-солнечные приливы настолько малы, что они не могут повлиять на метеорологические процессы. Однако в последние годы были выявлены составляющие лунно-солнечных приливов в спектрах момента импульса атмосферы, в индексах квазидвухлетней цикличности ветра в экваториальной стратосфере, аномалий многих гидрометеорологических характеристик. Выяснилось, что синоптические

процессы синхронизованы с приливными колебаниями скорости вращения Земли и погода изменяется вблизи их экстремумов, т. е. при определенных положениях Земли на ее месячной орбите [1].

При исследовании причин аномально жаркого лета 2010 г. на европейской территории России выяснилось, что продолжительность солнечного сияния, количество облачности и, в конечном итоге, приток солнечной радиации модулируются лунными приливами [2]. Интенсивность модуляции зависит от сезона года. Продолжительность земных (лунных) месяцев не кратна солнечному году. Лунный (приливный) год, равный 13 сидерическим или 12 синодическим месяцам длится 355 суток. Поэтому, приток солнечной радиации изменяется не только с периодом солнечного года 365,24 сут., но и с периодом лунного или приливного года 355 сут. Сложение этих двух колебаний порождают 35 летние биения притока солнечной радиации, компонент радиационного и теплового балансов земной климатической системы, форсинга таких геофизических процессов как декадная неравномерности вращения Земли, декадных изменений климата, явления Эль-Ниньо – Южное колебание, интенсивности индийского муссона, состояния ледникового щита Антарктиды и др.



**Рис. 2.** Скорость вращения Земли  $V$  (сплошная), накопленные аномалии формы циркуляции Г.Я. Вангенгейма  $C$  с обратным знаком (штриховая) и скользящие средние за пять лет глобальные аномалии температуры воздуха  $T$  HadCRUT3 (пунктир).

3. В работах автора [3, 4] сделано обобщение о том, что Земля, океан и атмосфера совершают согласованные колебания, влияя друг на друга, т.е. имеют место совместные колебания системы Земля-океан-атмосфера, изначально инициируемые приливами. Видимыми проявлениями этих колебаний являются движение полюсов Земли, Эль Ниньо и Ла Ниньо в океане, Южное колебание и квазидвухлетняя цикличность в атмосфере. Квазидвухлетняя цикличность (КДЦ) направления ветра в экваториальной стратосфере имеет стабильность, соизмеримую с годовым периодом изменения метеоэлементов, порожденным обращением Земли вокруг Солнца. Средний за последние 60 лет период КДЦ равен 28 месяцам или 2,3 года.

Механизм возбуждения КДЦ, связан с поглощением лунно-солнечных приливных волн в экваториальной стратосфере. Период КДЦ равен линейной комбинации частот, соответствующих удвоенным периодам приливного года (0,97 г.), движения узла (18,6 г.) и перигея (8,85 г.).

$$\frac{1}{2} \left( \frac{1}{0,97} - \frac{1}{8,85} - \frac{1}{18,61} \right) = \frac{1}{2,3}.$$

То есть квазидвухлетняя цикличность смены направления ветра в экваториальной стратосфере является комбинационным колебанием, возникающим вследствие воздействия на атмосферу трех периодических процессов: а) лунно-солнечных приливов, б) прецессии орбиты месячного обращения Земли вокруг барицентра системы Земля-Луна и в) движения перигея этой орбиты.

Движение полюсов Земли и квазидвухлетняя цикличность ветров в атмосфере, имеют подобные спектры (с отношением периодов 1:2) [3, 4]. Считается, что период чандлеровского движения полюса отличается от периода Эйлера 305 суток вследствие упругих свойств Земли. Однако физически маловероятно, чтобы КДЦ, как и чандлеровское движение полюса (ЧДП), возникало вследствие особенностей внутреннего строения Земли. Вполне естественно предположить, что КДЦ и ЧДП имеют одну первопричину – особенности месячного обращения Земли в системе Земля-Луна и обращения этой системы вокруг Солнца.

Форсинг движения полюсов с периодом солнечного года 365,24 сут модулируется вследствие прецессии месячной орбиты Земли с периодом 18,61 г. и вследствие движения ее перигея с периодом 8,85 г. В итоге результирующий солнечный годовой форсинг порождает движения полюсов с периодом Чандлера 1,20 года

$$\frac{1}{1,0} - \left( \frac{1}{18,61} + \frac{1}{8,85} \right) = \frac{1}{1,20}.$$

Анализ наблюдений координат полюсов свидетельствует, что в 1890-1915 гг. и 1947-1960 гг. амплитуды ЧДП были в три, пять раз большими, чем в 1925-1943 гг. Отчетливо проявляется амплитудная модуляция ЧДП. Период между максимумами амплитуды – период биений – равен  $\approx 40$  лет. Это свидетельствует о том, что ЧДП состоит из суммы двух колебаний с очень близкими периодами.

В восьмидесятых годах XX века организованы непрерывные мониторинги гидрометеорологических эффектов во вращении Земли путем вычисления компонент эффективных функций атмосферного (ААМ) и океанического (ОАМ) угловых моментов в ведущих мировых метеорологических центрах прогноза погоды [5]. Оказалось, что функции ААМ и ОАМ способны объяснить до 90% необходимого возбуждения ЧДП (см. сайт <http://hpiers.obspm.fr/eop-pc>).

Считается, что это возбуждение происходит на основной частоте форсинга климатической системы с периодом 365,24 суток. Однако в последних работах автора показано, что помимо этого основного форсинга климатическая система имеет еще дополнительные форсинги за счет изменений облачности с периодами лунных лет. Обнаружены колебания климатических характеристик и экваториального компонента момента импульса атмосферы  $h_2$  с периодом 355 суток [4].

Форсинг движения полюсов с периодом лунного сидерического года 355 сут (13 сидерических месяцев) модулируется вследствие прецессии месячной орбиты Земли с периодом 18,61 г. и вследствие движения ее перигея с периодом 8,85 лет. В итоге результирующий «лунный сидерический» форсинг порождает движение полюса с периодом 1,16 года:

$$\frac{1}{355,18 \text{сут} / 365,24 \text{сут} / \varepsilon} - \left( \frac{1}{18,61} + \frac{1}{8,85} \right) = \frac{1}{1,1606 \varepsilon}$$

В результате сложения чандлеровского колебания 1,20 г. с колебанием 1,16 г. возникают биения, то есть периодические изменение амплитуды движения полюса с периодом 35,3 лет:

$$\frac{1}{1,16} - \frac{1}{1,2} = \frac{1}{35,3}$$

Аналогично лунный синодический год (12 синодических месяцев) должен возбуждать движение полюса с периодом 1,1574 года:

$$\frac{1}{354,37 \text{сут} / 365,24 \text{сут} / \varepsilon} - \left( \frac{1}{18,61} + \frac{1}{8,85} \right) = \frac{1}{1,1574 \varepsilon}$$

Сложение этого возбуждения с ЧДП порождает биения с периодом 32,6 лет

«Лунное» годовое (13 аномалистических месяцев) возбуждение может генерировать движение полюса с периодом 1,172 года:

$$\frac{1}{358,21\text{сум}/365,24\text{сум}/\varepsilon} - \left( \frac{1}{18,61} + \frac{1}{8,85} \right) = \frac{1}{1,172\varepsilon}$$

Сложение этого движения полюса с ЧДП может порождать биения с периодом 50,9 лет:

$$\frac{1}{1,172} - \frac{1}{1,2} = \frac{1}{50,9}$$

Таким образом, вследствие сложения ЧДП (период 1,20 г.) с этими луннообусловленными колебаниями возникают биения, то есть медленные периодические изменение амплитуды ЧДП с периодами от 32 до 51 года. Они и наблюдаются в реальной действительности.

Мониторинг КДЦ ведется с 1954 г. Поэтому выявить амплитудную модуляцию КДЦ пока трудно.

#### Литература

1. <http://www.geoastro.ru>
2. Н.С.Сидоренков, К.А. Сумерова, Геодинамические причины декадных изменений климата. //Труды Гидрометцентра России. - 2012. – Вып. 348. – С. 195–214.
3. Сидоренков Н.С. Физика нестабильностей вращения Земли. – М.: Наука. Физматлит, 2002. –384 с.
4. Sidorenkov N.S., 2009: The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2009. 317 pp.
5. Barnes, R. T. H., Hide, R., White, A. A., Wilson, C. A., 1983. Atmospheric angular momentum fluctuations, length-of-day changes and polar motion. // *Proc. Roy. Soc. London, Ser. A*. V. 387. – P. 31-73.