

ПРОЦЕССЫ В ГЕОСРЕДАХ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3(3)

2015

PROCESSES IN GEOMEDIA

SCIENTIFIC JOURNAL

Volume 3(3)

2015

СОИЗМЕРИМОСТИ МЕЖДУ ЧАСТОТАМИ ЗЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ И ЧАСТОТАМИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЯ-ЛУНА-СОЛНЦЕ

Н.С. Сидоренков

ФГБУ «Гидрометцентр России», sidorenkov@metcom.ru

Статья посвящена 350 летию открытия явления синхронизации. Найдены соизмеримости частот чандлеровского движения полюсов Земли (ЧДП) и квазидвухлетней цикличности направления зонального ветра в экваториальной стратосфере (КДЦ) между собой и с фундаментальными частотами системы Земля-Луна-Солнце. Частоты ЧДП и КДЦ являются резонансными комбинациями частот: годового обращения системы Земля-Луна вокруг Солнца; прецессии лунной орбиты и движения её перигея. Описаны синхронизации естественных синоптических периодов Мультиановского с приливными колебаниями скорости суточного вращения Земли, а также изменений климатических характеристик с многолетними флуктуациями вращения Земли.

Ключевые слова: *соизмеримости частот, чандлеровское движение полюсов, квазидвухлетняя цикличность ветров, лунно-солнечные приливы, вращение Земли, космические влияния, прогноз погоды, изменения климата.*

SYNCHRONIZATION OF ATMOSPHERIC PROCESSES WITH FREQUENCIES OF THE EARTH--MOON--SUN SYSTEM

N.S. Sidorenkov

It is established that the frequencies of the quasi-biennial oscillation (QBO) of atmospheric winds and the Chandler wobble (CW) of the Earth's poles are synchronized with each other and with the fundamental frequencies of the Earth--Moon--Sun system. The QBO and CW frequencies are resonance combinations of the frequencies of the Earth--Moon system's yearly rotation around the Sun, precessions of the lunar orbit, and the motion of its perigee. The QBO and CW frequencies are in a ratio of 1:2. The synchronizations between Mul'tanovskii's natural synoptic periods and tidal oscillations of the Earth's daily rotation rate, as well as between variations in climatic characteristics and long-time fluctuations of the Earth's rotation rate are described.

Keywords: *comparable frequencies, Chandler wobble, quasi-biennial oscillations of winds, lunar-solar tides, Earth's rotation, cosmic effects, weather forecast, climate change.*

350 лет назад Христиан Гюйгенс открыл явление самосинхронизации маятниковых часов. Сейчас известно, что явление синхронизации – это свойство природных систем к согласованному во времени протеканию процессов и стремлению их к самоорганизации [2].

Явления синхронизации обнаружены в акустических и электромеханических системах, электрических цепях, в радиотехнических, радиофизических, механических и технических устройствах, в живых системах.

Широко известны синхронизации (соизмеримости) частот обращений и вращений планет и спутников в солнечной системе.

Целью нашей статьи является исследование синхронизации частот земных процессов с частотами системы Земля–Луна–Солнце.

Орбитальные движения планет

Под синхронизацией, или резонансностью системы, в которой тела обращаются с угловыми скоростями ω_i , понимают выполнение линейных выражений вида:

$$n_1 \omega_1 + n_2 \omega_2 + \dots + n_k \omega_k = 0, \quad (1)$$

в которых коэффициенты n_i являются небольшими целыми числами.

Таблица 1. Периоды обращения планет

№	Название планеты	Период обращения	Коэффициенты в выражении (1)								ω_H / ω_5 наблюдения	ω_T / ω_5 теория	$\frac{\omega_T - \omega_H}{\omega_H}$
			n 1	n 2	n 3	n 4	n 5	n 6	n 7	n 8			
1	Меркурий	87.9693	1	-1	-2	-1	0	0	0	0	49.2538	49.2425	-0.0002
2	Венера	224.7008	0	1	0	-3	0	-1	0	0	19.2826	19.3240	0.0021
3	Земля	365.25636	0	0	1	-2	1	-1	1	0	11.8624	11.8758	0.0011
4	Марс	686.9796	0	0	0	1	-6	0	-2	0	6.30706	6.2824	-0.0039
5	Юпитер	4332.82013	0	0	0	0	2	-5	0	0	1	1	0
6	Сатурн	10755.699	0	0	0	0	-2	5	0	0	0.40284	0.4000	-0.0071
7	Уран	30687.15	0	0	0	0	-1	0	7	0	0.14119	0.14286	0.0117
8	Нептун	60190.03	0	0	0	0	0	0	-1	2	0.07199	0.0706	-0.019

Отдельные соотношения подобного вида для орбитальных частот планет и спутников Солнечной системы были известны давно. Эйлер, Лагранж и Лаплас пытались объяснить резонансную связь между частотами Юпитера и Сатурна: $2\omega_{Ю} - 5\omega_{С} \approx 0$. В настоящее время установлено, что все планеты солнечной системы обращаются с угловыми скоростями, удовлетворяющими выражению (1)

известно очень большое число соизмеримостей угловых скоростей обращений и вращений тел в солнечной системе. Мы приведем здесь для иллюстрации только соизмеримости между средними угловыми скоростями обращений всех планет в солнечной системе (табл. 1). В ней в графе 3 даны периоды обращений планет с учетом последних измерений; в графах 4–11 – коэффициенты n_i выражений (1) для каждой из планет; в графах 12 и 13 даны соответственно фактические и теоретические отношения угловых скоростей ω_i планет к скорости Юпитера ω_5 . В последней графе вычислены относительные отклонения теоретических (вычисленных по формуле 1) значений ω_T от фактических ω_H . Видно, что они малы. Так что, зная орбитальную частоту ω_k одной планеты, можно вычислить частоты ω_i всех остальных 7 планет солнечной системы. Например, теоретическая угловая скорость обращения Венеры ω_2 равна сумме скорости Сатурна ω_6 и утроенной скорости Марса ω_4 . Относительная ошибка полученного результата составляет 0.2%.

Движение полюсов Земли

Леонард Эйлер в 1765 г. теоретически доказал: если ось вращения не совпадает с осью фигуры Земли, то должно происходить движение астрономических полюсов вокруг полюсов фигуры с периодом $T_R = \frac{A}{C-A} \frac{2\pi}{\Omega} \approx 305$ звездных суток (где A и C – экваториальный и полярный момент инерции Земли; Ω – угловая скорость суточного вращения Земли в рад/сут).

В XIX в. неоднократно предпринимались безрезультатные попытки найти 305-суточный период в рядах широтных наблюдений обсерваторий Пулково, Вашингтона, Берлина и др. В 1891 г. С. Чандлер опубликовал результаты своего анализа широтных наблюдений и показал, что в них имеются члены с периодами 428 и 365 сут. Столь неожиданный результат поначалу вызвал сомнения. Однако вскоре С. Ньюком указал, что период 305 сут верен в случае, если бы Земля была абсолютно твердой. Упругие деформации Земли и океанов могут вызвать увеличение периода с 10 до 14 мес. С тех пор считается, что период 428 сут. чандлеровского движения полюсов (ЧДП) обусловлен упругими свойствами Земли.

Ю.Н. Авсюк [1] постоянно критикует эту концепцию, полагая, что период Чандлера возникает вследствие солнечных возмущений месячного движения Земли, поскольку их максимальная величина повторяется в диапазоне 412–437 сут.

В книгах автора [6, 12] указано, что период Чандлера синхронизован с частотами системы Земля-Луна-Солнце. Напомним, что Земля совершает два орбитальных движения: месячное и годовое. С месячным периодом она обращается вокруг барицентра системы Земля – Луна, а с годовым периодом – вместе с этим барицентром вокруг Солнца. Плоскость месячной орбиты Земли и Луны прецессирует с периодом 18.61 г., а перицентр движется с запада на восток с периодом 8.85 г.

Атмосферный форсинг движения полюсов с периодом солнечного года 365.24 сут модулируется из-за прецессии месячной орбиты Земли с периодом 18.61 г. и

из-за движения ее перигея с периодом 8.85 лет. В итоге результирующий солнечный годовой форсинг порождает движения полюсов с периодом Чандлера 1.20 года

$$\frac{1}{1.0} - \left(\frac{1}{18.61} + \frac{1}{8.85} \right) = \frac{1}{1.20} \quad (2)$$

Помимо солнечного форсинга существует лунный форсинг. Он обусловлен тем, что лунные приливы оказывают влияние на облачность в атмосфере и тем самым вызывают вариации притока солнечной радиации во времени с лунными периодами.

В работе [13] показано, что форсинг движения полюсов с периодом лунного сидерического года 355 сут (13 сидерических месяцев) модулируется из-за прецессии месячной орбиты Луны с периодом 18.61 г. и из-за движения ее перигея с периодом 8.85 лет. В итоге результирующий «лунный сидерический» форсинг порождает движение полюса с периодом 1.16 года

$$\frac{1}{355.18 \text{ day} / 365.24 \text{ day} / \text{ yr}} - \left(\frac{1}{18.61} + \frac{1}{8.85} \right) = \frac{1}{1.1606 \text{ yr}} \quad (3)$$

Сложение солнечного и этого лунного возбуждений на близких частотах порождает биения амплитуды ЧДП с периодом 35.3 лет: $\frac{1}{1.16} - \frac{1}{1.2} = \frac{1}{35.3}$.

«Лунное» годовое (13 аномалистических месяцев) возбуждение может порождать движение полюса с периодом 1.17 года.

$$\frac{1}{358.21 \text{ day} / 365.24 \text{ day} / \text{ yr}} - \left(\frac{1}{18.61} + \frac{1}{8.85} \right) = \frac{1}{1.172 \text{ yr}} \quad (4)$$

В этом случае сложение солнечного и лунного возбуждений на близких частотах порождает биения амплитуды ЧДП с периодом 50.93 лет: $\frac{1}{1.172} - \frac{1}{1.2} = \frac{1}{50.9}$.

Биения амплитуды ЧДП по данным наблюдений иллюстрирует рис. 1.

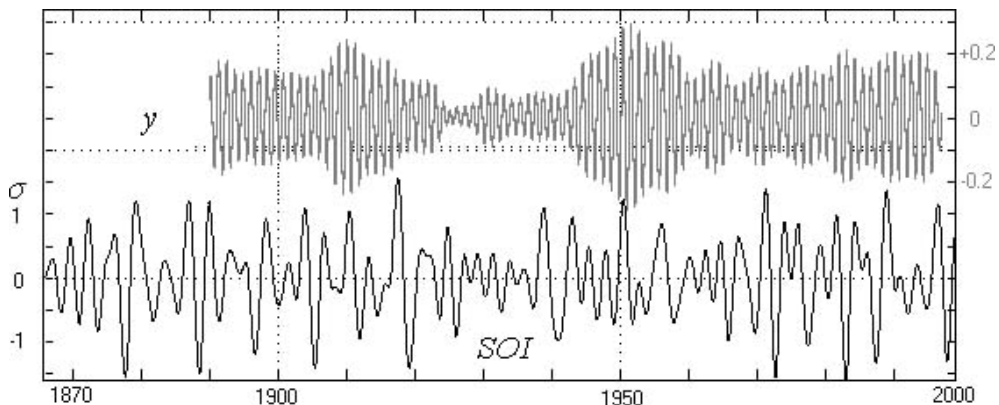


Рисунок 1. Изменение амплитуды чандлеровской составляющей координаты полюса y (верхняя кривая) и индекса южного колебания (нижняя кривая) с 1866 по 1998 гг.

Анализ графика показывает, что в 1890-1915 гг. и 1947-1960 гг. амплитуды ЧДП были в три, пять раз большими, чем в 1925-1943 гг. Эти изменения амплитуды и есть биения, вызываемые, по нашему мнению, сложением всех частот чандлерова движения полюсов, порождаемых не только солнечным годовым возбуждением, но и лунными возбуждениями.

Выражения (2-4) соответствуют выражению (1) с коэффициентами $|n_i|=1$. Они описывают четырехчастотные синхронизации или резонансы. В этом смысле можно говорить, что существует не только солнечный период Чандлера 1.20 года, но и, слабо выраженные лунные периоды Чандлера 1.16 г. и 1.17 г. И все они синхронизованы с фундаментальными частотами системы Земля–Луна Солнце.

Квазидвухлетняя цикличность зонального ветра

Среди многочисленных несезонных колебаний общей циркуляции земной атмосферы следует выделить квазидвухлетнюю цикличность, как наиболее стабильную и значимую. Квазидвухлетняя цикличность (КДЦ) направления ветра в экваториальной стратосфере была открыта в конце 50-х годов при изучении циркуляции экваториальной стратосферы. Сейчас установлено, что в экваториальной широтной зоне ($\pm 10^\circ$) в слое от 18 до 31 км направление зонального ветра изменяется с периодом около 28 месяцев. Если вычислять среднюю скорость \bar{u} зонального ветра в этом слое, то оказывается, что там, около 11 месяцев дуют западные ветры, затем около 17 месяцев - восточные ветры и потом цикл повторяется вновь (рис. 2).

КДЦ зонального ветра в экваториальной атмосфере принято объяснять взаимодействием волн Кельвина, движущихся с запада на восток, и смешанных Россби-гравитационных волн, движущихся с востока на запад, с зональным ветром в экваториальной стратосфере [10]. Природа волн Кельвина и смешанных Россби-гравитационных волн не ясна. По нашим наблюдениям за изменениями полей аномалий давления, геопотенциала, температуры и облачности эти волны ведут себя и имеют те же характеристики как лунно-солнечные приливные волны [7]. Эккарт еще в 1960 г. показал, что волны Россби – это по существу колебания, описываемые приливным уравнением Лапласа [11 с.319].

Считается, что волны Кельвина, проникают снизу из тропосферы в стратосферу на высоту полугодовой цикличности западных и восточных ветров (≈ 35 км). Там горизонтальная скорость зонального ветра увеличивается с высотой и волны (в сезон западного ветра) могут поглощаться на некотором уровне, где фазовая скорость волны совпадает со скоростью ветра. Этот уровень называют критическим. В результате поглощения западный ветер на этой высоте усиливается, и уровень поглощения новых волн снижается. Процесс поглощения волн идет непрерывно, поэтому зона западных ветров постепенно опускается вниз до тропопаузы со скоростью примерно 1 км/мес. Когда зона западных ветров расширится до тропопаузы, из-за доплеровского смещения волны Кельвина будут иметь уже низкие частоты, а смешанные Россби-гравитационные волны – высокие частоты. Поэтому волны Кельвина уже не смогут проникать выше тропопаузы, а смешанные Россби-гравитационные волны, не имея препятствий,

распространяются вверх. На уровне полугодовых колебаний (≈ 35 км) эти волны могут встретить зону сдвига восточных ветров, где они будут поглощаться.

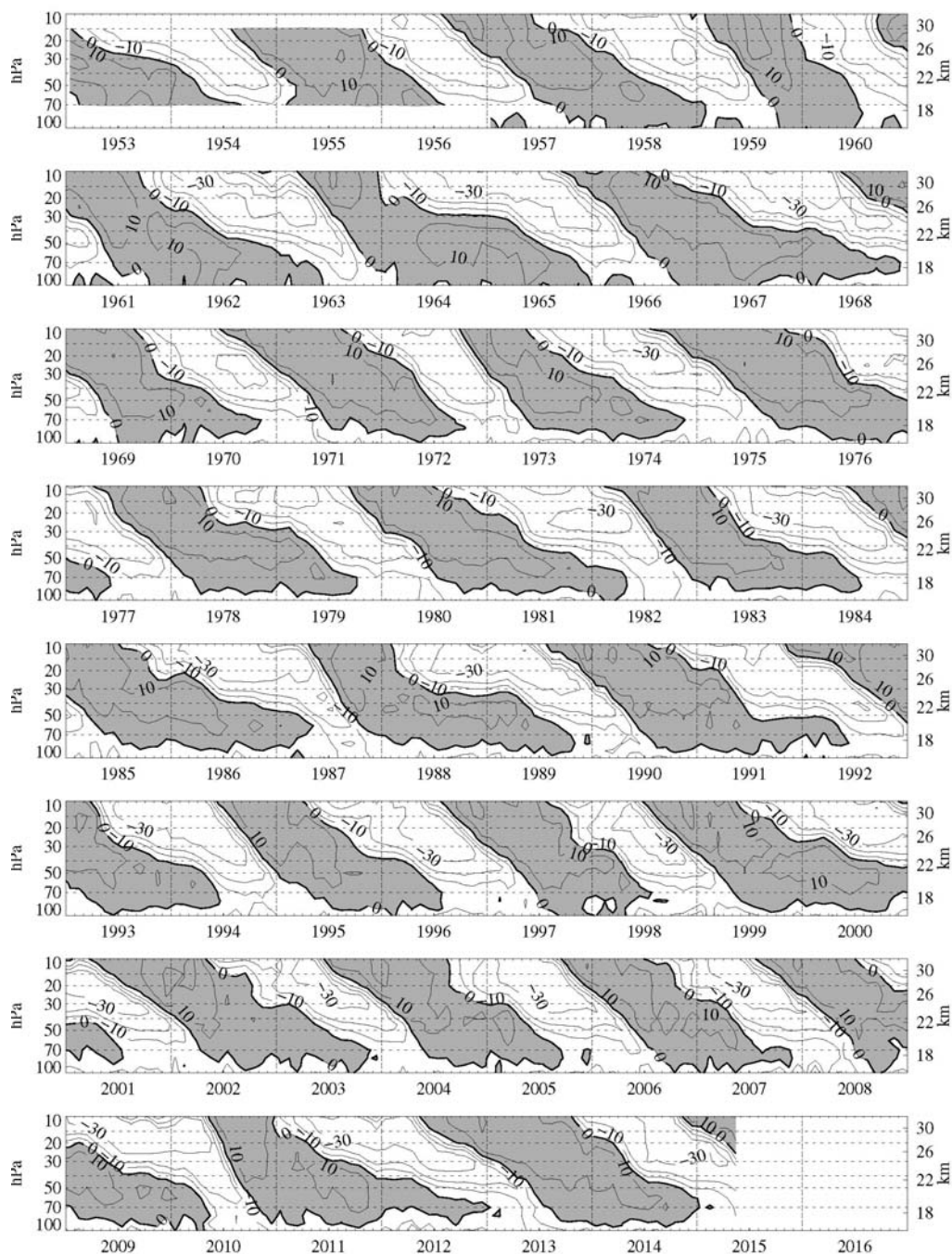


Рисунок 2. Высотно-временная диаграмма зонального ветра в экваториальной стратосфере. Положительные величины – западные ветры, а отрицательные – восточные ветры. График заимствован с сайта http://www.geo.fu-berlin.de/met/ag/strat/produkte/qbo/qbo_wind_pdf.pdf

В этом случае скорость восточных ветров станет возрастать и начнется непрерывное опускание зоны восточного ветра от 35 км до тропопаузы. Там закончится старый цикл. Теперь из-за доплеровского смещения уже волны Россби будут иметь низкие частоты, а волны Кельвина высокие частоты. Последние начнут проникать на уровень полугодовых колебаний, где они, встретив в благоприятный сезон, усиливающийся с высотой западный поток, снова будут поглощаться и возникнет новый цикл.

В описанной модели Линдзена-Холтона [10] период КДЦ зависит только от расстояния между экваториальной тропопаузой и уровнем полугодовых колебаний в стратосфере и от интенсивности атмосферных волн.

КДЦ направления ветра в экваториальной стратосфере имеет стабильность частоты, соизмеримую со стабильностью частоты годового периода изменения метеоэлементов, порожденную обращением Земли вокруг Солнца. Это особенность свидетельствует об астрономической природе периода КДЦ.

В книге [12] вычислена периодограмма средней скорости \bar{u} ветра в экваториальной стратосфере по его временному ряду за период 1954-1999 гг. Она представлена на рис. 3. Из данных, приведенных на рис. 3, видно, что в спектре доминирует гармоника с периодом около 2.37 г. (≈ 28 месяцев). Это колебание и называется квазидвухлетней цикличностью. Амплитуда КДЦ \bar{u} варьирует от 8 до 13 м/с. Выделяется также гармоника с периодом около 2.0 г. (24 месяцев), но ее мощность более чем в 5 раз меньше мощности 28-месячной гармоники. Можно отметить также слабые пики на периодах 1.0 и 1.2; 2.8 и 4.8 г. Сложение этих гармоник порождает амплитудную модуляцию колебаний скорости \bar{u} во времени.

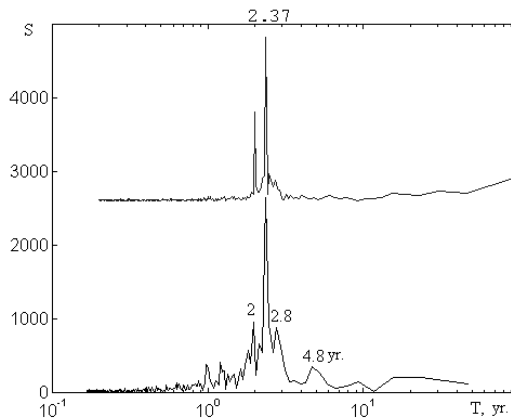


Рисунок 3. Спектры координаты полюса x (вверху) и средней скорости ветра \bar{u} в экваториальной стратосфере (внизу) за интервал 1954-1999 гг. Для демонстрации подобия двух спектров кривая для координаты полюса x преобразована следующим образом: $T=2T_0$ и $S=30S_0+2600$, где T_0 и S_0 - соответственно фактические величины периодов T и спектральных плотностей S [12]).

Далее мы вычислили периодограммы координат x и y северного географического полюса по их временным рядам за период с 1954 по 1999 г. (всего

920 величин с дискретностью 0.05 г.). Они получились практически одинаковыми. Поэтому здесь приведена только периодограмма координаты x (рис. 3). Среди гармоник доминирует составляющая с периодом Чандлера 1.18 г. Имеется также хорошо выраженная годовая гармоника. Её мощность более чем в 3 раза меньше мощности чандлеровской гармоника.

Удивительной особенностью спектров скорости \bar{u} и координат полюса x и y является их подобие с коэффициентом 1:2. Увеличим, например, ровно в два раза масштаб периодов на оси абсцисс у спектра координат полюса, как это сделано на рис. 3, и тогда все детали спектров скорости ветра \bar{u} и движения полюса практически совпадут, т.е. частота движения полюсов Земли синхронизована с удвоенной частотой КДЦ \bar{u} в атмосфере. Этот замечательный факт до настоящего времени не привлек внимание геофизиков. Между тем он указывает, что движение полюсов Земли и квазидвухлетняя цикличность ветров в атмосфере, возможно, имеют общий механизм возбуждения, связанный с динамикой системы Земля–Луна–Солнце.

Обобщение экспериментальных и теоретических исследований привело нас к пониманию того, что период КДЦ равен линейной комбинации частот, соответствующих удвоенным периодам приливного года (0.97 г.), прецессии (18.6 г.) и перигея (8.85 г.) месячной орбиты Земли

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{0.97} - \frac{1}{8.85} - \frac{1}{18.61} \right) = \frac{1}{2.3}. \quad (5)$$

Частота приливного года берется в (5) потому, что механизм возбуждения КДЦ, связан с поглощением лунно-солнечных приливных волн в экваториальной стратосфере. В отличие от резонансных выражений (2-4) здесь все частоты имеют удвоенные периоды. Это означает, что выражение (5) соответствует не основному резонансу, а резонансу n -го рода, то есть субгармоническому колебанию, существование которого следует из теории Мандельштама и Папалекси [3].

Итак, 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 перицентра этой орбиты. В случае КДЦ синхронизация происходит на комбинационных частотах n -го рода.

Естественные синоптические периоды Мультановского

Лунно-солнечные приливы деформируют Землю, изменяют момент инерции Земли и, как следствие, оказывают заметное влияние на скорость суточного вращения Земли. Теория позволяет вычислять приливные колебания скорости вращения Земли на любой интервал времени [5-6, 12]. В качестве иллюстрации на рис. 4 приведен график приливных отклонений v скорости суточного вращения Земли от эталонной ($2\pi/86400$ рад/с) в относительных единицах на 2015 г.

На нем можно видеть, что на протяжении тропического месяца скорость v испытывает два полумесячных колебания с максимумами при максимальном удалении Луны от небесного экватора, как в Северное, так и в Южное полушарие

(то есть при луностояниях), и минимумами при пересечении Луной экватора (то есть при равноденствиях).

Мониторинг приливных колебаний скорости v , эволюции синоптических процессов в атмосфере, режимов атмосферной циркуляции и вариаций гидрометеорологических характеристик во времени показал, что большая часть типов синоптических процессов в атмосфере изменяется синхронно с приливными колебаниями скорости вращения Земли [5-6, 12]. На ретроспективных данных мы проверяли, как часто экстремумы (минимумы или максимумы) угловой скорости v совпадают с моментами перестроек элементарных синоптических процессов (ЭСП) по типизации Г.Я. Вангенгейма. Статистический анализ показал, что в 76% случаев моменты экстремумов угловой скорости v совпадают в пределах ± 1 сут с датами перестроек ЭСП. В 24% случаев моменты экстремумов v отличаются на два и более дня от ближайших дат перестроек ЭСП [5-6].

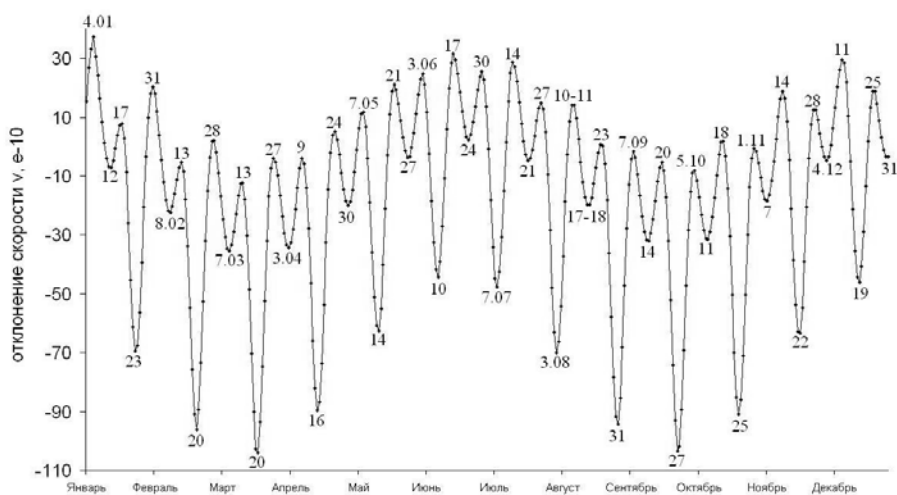


Рисунок 4. Приливные колебания скорости вращения Земли v в 2015 г.
Цифры на кривой – даты наступления максимумов и минимумов v

Многолетний сравнительный мониторинг изменений метеорологических характеристик в Москве, Владивостоке и других пунктах с ходом приливных колебаний скорости v , представленный на [14], отчетливо подтверждает вывод о совпадении погодных вариаций с квазинедельными экстремумами v . Мониторинг хода метеоэлементов в других городах проводится пока только С.П. Перовым и Л.В. Зотовым. Они подтверждают, что изменения погоды синхронизируются с колебаниями скорости вращения Земли [15].

Смены режимов погоды совпадают с экстремумами приливных колебаний скорости v , которые соответствуют моментам луностояний и лунных равноденствий. Подобно трехмесячным сезонам года, связанным с обращением Земли вокруг Солнца, в режимах погоды выделяются своего рода квазинедельные «сезоны» погоды.

Квантование погодных режимов впервые описал сто лет назад Б.П. Мультановский [4] и назвал их естественными синоптическими периодами (ЕСП). Указанные выше наблюдения свидетельствуют о том, что ЕСП Мультановского, вероятно, возникают вследствие месячного обращения Земли и Луны вокруг их барицентра. Погода синхронизируется с моментами лунных равноденствий и луностояний. В отличие от солнечных сезонов лунные ЕСП непостоянны: они варьируют от 4 до 9 сут при средней продолжительности 6.8 сут. Эти вариации обусловлены частотной модуляцией колебаний приливных сил вследствие движения перигея лунной орбиты. Графики приливных колебаний ν дают своего рода расписание ЕСП, демонстрируя, что длительности ЕСП изменяются неслучайным образом. К сожалению, работы, в которых динамика ЕСП ошибочно рассматривается в формате броуновского движения, все еще появляются.

Заметим, что синхронизация не определяет механизмы возникновения термобарических образований вследствие бароклинной неустойчивости атмосферы, а навязывает атмосферным процессам ритм эволюции близкий к колебаниям приливных сил (точнее к ритмам системы Земля–Луна–Солнце).

Синхронизация изменений метеорологических характеристик с изменениями скорости вращения Земли ν и движениями тел в системе Земля–Луна–Солнце отмечается не только на внутри месячных масштабах времени, но и на межгодовых и декадных масштабах.

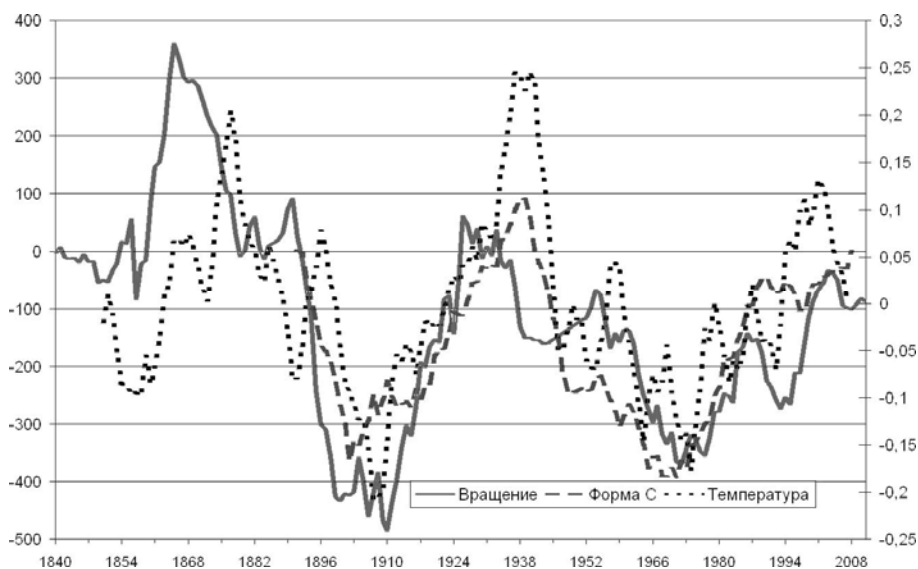


Рисунок 5. Скорость вращения Земли ν (сплошная), накопленные аномалии формы циркуляции Г.Я. Вангенгейма С с обратным знаком (красная штриховая) и скользящие средние за пять лет глобальные аномалии температуры воздуха T HadCRUT3 (пунктир).

Жаркие летние сезоны и холодные зимы в европейской части России наблюдались в годы близкие к 2002/2010 г., 1972 г., 1936/1938 г. и 1901 г. Именно вблизи этих лет наблюдались изменения декадных тенденций изменения температуры северного полушария, смена эпох атмосферной циркуляции,

интенсивности индийского муссона, массы ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии, режимов скорости вращения Земли ν (рис. 5) [6, 12].

Из данных, приведенных на рис. 5, видно, что в периоды ускорения вращения Земли температура T растет, а в периоды замедления вращения – падает. Ход кривой скорости вращения Земли ν коррелирует с изменениями температуры T с коэффициентом корреляции $r = 0.67$, и накопленных сумм атмосферной циркуляции S : $r = -0.70$. Сингулярный спектральный анализ (разложение по эмпирическим ортогональным функциям времени) рядов скорости вращения Земли, глобальных аномалий температуры воздуха и уровня моря указывает на присутствие в них периодов близких к лунным периодам 18.6- и 8.85 года [16].

В 2003 году наблюдались максимумы в скорости вращения Земли ν и в ходе температуры T . С 2004 г. наступила новая эпоха атмосферной циркуляции, вращение Земли ν стало замедляться, а температура T – понижаться.

Подробности можно найти в публикациях Н.С. Сидоренкова (см. [14]). Там же приведены графики сравнения хода метеоэлементов с экстремумами скорости за 2012-2013 год.

Литература:

1. Авсюк Ю.Н. Приливные силы и природные процессы. М.: ОИФЗ РАН, 1996. 188 с.
2. Блехман И.И. Синхронизация в природе и технике. М.: Наука, 1981. 352 с.
3. Мандельштам Л.И. Полное собрание трудов. Том II. Изд-во АН СССР. Москва, 1947.
4. Мультиановский Б.П. Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов погоды. Изд-во ЦУЕГМС, Москва, 1933, 139 с.
5. Сидоренков Н.С. Приливные колебания атмосферной циркуляции // Тр. Гидрометцентра России. 2000. Вып. 331. С. 49–63.
6. Сидоренков Н.С. Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 366 с.
7. Сидоренков Н.С. О неправильной оценке роли приливных явлений в геофизике // Геофизические исследования. 2010. Т. 11, спец. вып. С. 119–128.
8. Сидоренков Н.С., Сумерова К.А. Синхронизация вариаций атмосферной циркуляции колебаниями лунно-солнечных приливов и подбор аналогов для долгосрочных прогнозов погоды // Тр. Гидрометцентра России. 2010а. Вып. 344. С. 238–251.
9. Сидоренков Н.С., Сумерова К.А. Биения колебаний температуры как причина аномально жаркого лета 2010 г. на Европейской территории России // Метеорология и гидрология. 2012. № 6. С. 81–94.
10. Холтон Дж. Р. Динамическая метеорология стратосферы и мезосферы. Л.: Гидрометеиздат. - 1979. – 224 с.
11. Эккарт К. Гидродинамика океана и атмосферы. М.: ИЛ. - 1963.
12. Sidorenkov N.S. The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. Weinheim. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009. 317 p.

13. Sidorenkov N.S., Zhigailo T.S. Geophysical effects of the Earth's monthly motion // Odessa Astron. Publ. Odessa National University. Ukraine, 2013. V. 26/2. P. 285–287.
14. <http://geoastro.ru>
15. <http://Infm1.sai.msu.ru/~tempus/science/MSSA/ATM/ATMabsMoon.gif>
16. Zotov L.V., Bizouard Ch., Sidorenkov N.S. Common oscillations in global Earth temperature, sea level, and Earth rotation // Poster at EGU General Assembly, 2014: Geoph. Res. Abstr. V. 16. EGU2014-5683.