

О важности наблюдений за эффектами приливных колебаний скорости вращения Земли.

Н.С. Сидоренков

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
sidorenkov@mecom.ru

Генерация приливов

Земля и Луна обращаются вокруг общего центра тяжести (барицентра) системы “Земля – Луна” с сидерическим (относительно звезд) периодом 27,3 суток (сут). Земля описывает орбиту, которая является зеркальным отображением орбиты Луны, но размеры ее в 81 раз меньше лунной орбиты. Барицентр всегда располагается внутри Земли, на расстоянии примерно 4670 км от её центра [1, 2]. Тело Земли обращается без вращения (поступательно) вокруг «неподвижного» (в системе Земля-Луна) барицентра. В результате такого месячного обращения Земли на все земные частицы действует точно такая центробежная сила, как в центре масс Земли. Сумма векторов центробежной силы и силы притяжения Луны называется **приливной силой Луны**. Аналогично определяется приливная сила Солнца.

Величина приливной силы есть функция склонения и геоцентрического расстояния Луны (или Солнца). Амплитуда месячных колебаний склонения Луны изменяется с периодом 18,61 г. от 29° до 18°, из-за прецессии оси (регрессии узлов) лунной орбиты. Перигей лунной орбиты движется с периодом 8,85 г. Склонение и геоцентрическое расстояние Солнца изменяются с периодом 1 год. Земля вращается вокруг собственной оси с суточным периодом. В итоге амплитуда колебаний лунно-солнечных приливных сил изменяется во времени с периодами: 18,61 г., 8,85 г., 6,0 г., 1 г., 0,5 г., месячным, полумесячным, недельным, суточным, полусуточным и многими другими менее значимыми периодами.

Скорость вращения Земли как индекс приливных колебаний

Лунно-солнечные приливы деформируют Землю. Приливные деформации Земли оказывают заметное влияние на скорость суточного вращения Земли. Напомним, что из-за суточного вращения Земля имеет форму эллипсоида вращения со сжатием 1/298. Приливообразующая сила растягивает Землю вдоль прямой, соединяющей ее центр с центром возмущающего тела – Луны или Солнца. При этом величина сжатия Земли увеличивается, когда ось растяжения совпадает с плоскостью экватора, и уменьшается, когда ось растяжения отклоняется к тропикам. Момент инерции сжатой Земли больше, чем недеформированной шарообразной планеты. А поскольку момент импульса Земли

должен оставаться постоянным, то скорость вращения сжатой Земли меньше, чем недеформированной. Ввиду того, что склонения Луны и Солнца, а также расстояния от Земли до Луны и Солнца постоянно меняются, лунно-солнечная приливообразующая сила колеблется во времени. Соответствующим образом меняется сжатие Земли, что в конечном итоге и вызывает приливные колебания скорости вращения Земли.

Теория приливных колебаний скорости вращения Земли основана на теории лунно-солнечного приливного потенциала. В настоящее время для вычисления приливных колебаний скорости вращения Земли в службах времени используются 62 гармоники зонального прилива с периодами от 5 сут до 18.6 года [1, 2]. Наиболее значительными из них являются колебания с полумесячным, месячным и полугодовым периодами (рисунок).

Скорость вращения Земли характеризуется относительной величиной:

$$v \equiv \frac{\delta\omega}{\Omega} = \frac{\omega - \Omega}{\Omega} \approx -\frac{P_s - T}{T} \equiv -\frac{\delta P}{T}, \quad (1)$$

где P_s - длительность земных суток; T - длительность стандартных (атомных) суток,

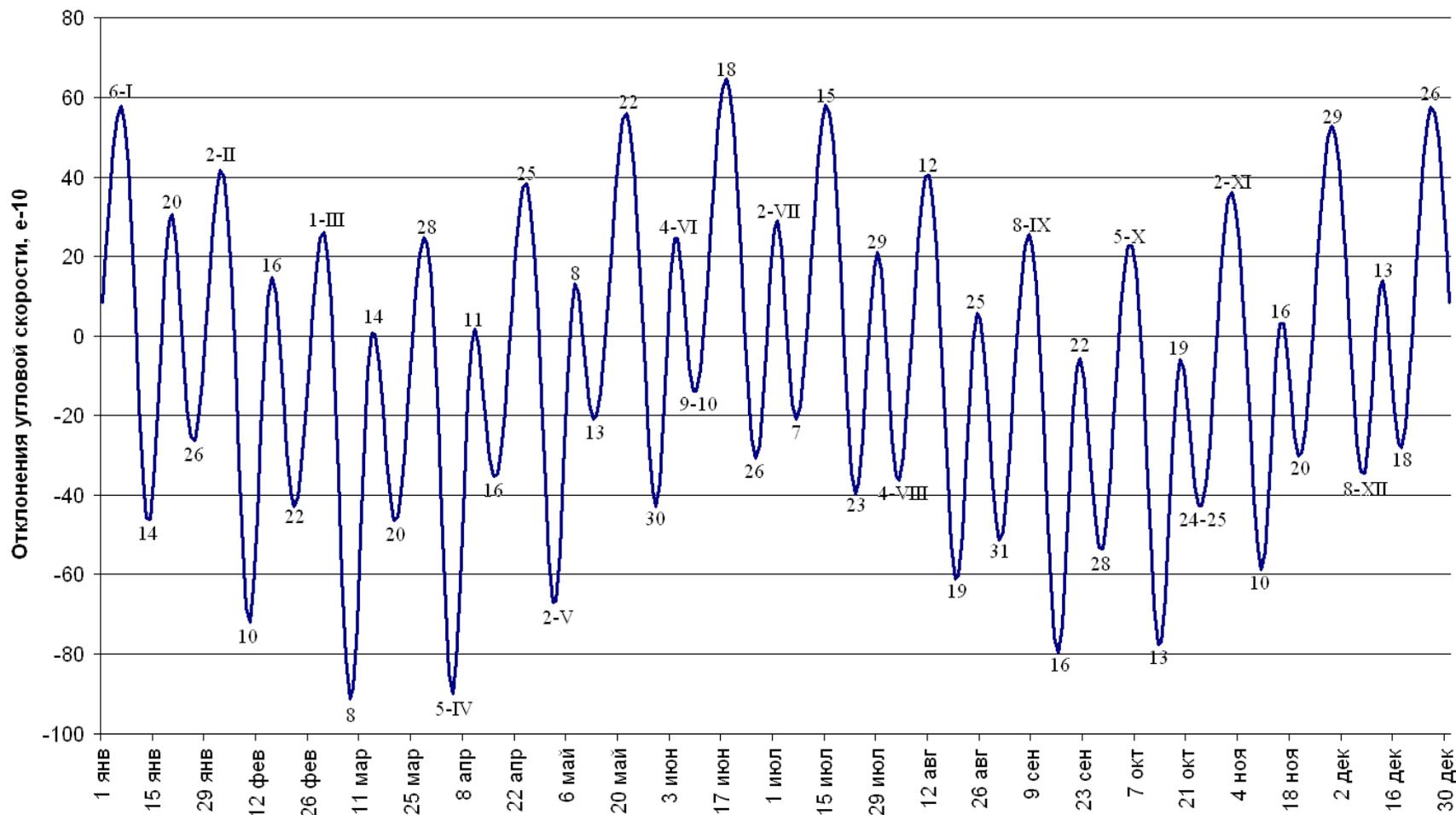
которая равна 86400 с; $\omega = \frac{2\pi}{P_s}$ и $\Omega = \frac{2\pi}{86400}$ рад/с - угловые скорости, соответствующие

земным и стандартным суткам [1, 2]. Поскольку величина ω изменяется только в девятом-восьмом знаке, то значения v имеют порядок $10^{-9} - 10^{-8}$.

Как видно из рисунка, на котором приведены вычисленные нами приливные колебания скорости вращения Земли v на 2012 г., на протяжении лунного месяца сменяют друг друга четыре режима вращения Земли неравной продолжительности – два периода ускорения длительностью m_1 и m_3 , и два периода замедления длительностью m_2 и m_4 . Смена режимов происходит в среднем через $m \approx (27,3)/4 = 6,8$ сут. Однако из-за медленного движения перигея и узлов лунной орбиты этот период варьирует от 5 до 9 суток. Например, в 2012 г. с 2 по 8 мая отмечалось ускорение, с 8 по 13 мая – замедление, с 13 по 22 мая – ускорение и с 22 по 30 мая – замедление, то есть лунный месяц сложился из интервалов 6+5+9+8 сут. Внутри месяца возможны любые комбинации значений m_i в диапазоне от 5 до 9 сут. Неизменным здесь остается лишь месячный период 27,3 сут.

Скорость вращения Земли v варьирует преимущественно внутри сидерического месяца (27,3 сут). В течение этого периода времени Луна перемещается из своего крайнего положения в Северном полушарии, когда её положительное склонение максимально, к минимальному отрицательному склонению в Южном полушарии и затем снова возвращается в Северное полушарие к максимальному склонению. При этом скорость вращения Земли испытывает два полумесячных колебания с максимумами при

Приливные колебания скорости вращения Земли в 2012 г.



Прогноз приливных колебаний скорости вращения Земли ν на 2012 г. По оси ординат отложены относительные отклонения угловой скорости V в 10^{-10} . Цифрами отмечены даты наступления максимумов и минимумов ν

максимальном удалении Луны от экватора Земли, как в Северное, так и в Южное полушарие, и минимумами при пересечении Луной экватора. На скорость вращения Земли оказывают влияние и Солнечные приливы, изменяющиеся из-за вариаций склонения и геоцентрического расстояния Солнца. Солнечные приливы порождают колебания с полугодовым (182,62 сут) и слабым годовым (365,25 сут) периодами.

Приливные колебания скорости вращения Земли являются отличным индексом особенностей месячного обращения Земли вокруг барицентра и изменений лунно-солнечных приливных сил во времени. С ними коррелируют квазинедельные и полумесячные вариации атмосферных процессов, и зависящие от них локальные аномалии температуры воздуха, давления, облачности, осадков. С приливными колебаниями скорости вращения Земли коррелируют опасные явления погоды, геомагнитные вариации, геофизические процессы [2]. Н.С. Шаповалова нашла связи техногенных катастроф, поведения людей, течения болезней и смертности с квазинедельными экстремумами приливных колебаний скорости вращения Земли.

Бытует мнение, что эффекты гравитационных приливов должны быть однозначными на глобальных масштабах. Наш многолетний опыт свидетельствует о том, что в моменты экстремумов приливных сил в оболочках Земли действительно почти везде наблюдаются изменения, но знаки и величины этих изменений везде различны. Эффекты луно-солнечных приливов в атмосфере имеют **локальный характер**. Происходит это потому, что приливные волны, которых в современных разложениях приливного потенциала выделяют уже до 28000 составляющих, двигаясь в атмосфере, отражаются от орографических препятствий, барических и термических неоднородностей, интерферируют между собой, создавая пеструю интерференционную картину. Работы по ее изучению не проводились. Судя по результатам изучения океанских приливов, в атмосфере могут существовать узловые амфидромические точки, (точки, в которых высота прилива в любой момент времени равна нулю), где приливные колебания отсутствуют, и пучности, где приливы усиливаются в десятки раз.

Автор призывает любителей естествознания осуществлять мониторинг интересующих их событий (изменений погоды, геофизических процессов, техногенных аварий, медицинских показателей, социальных волнений и т. д.) и сравнивать их с ходом приливных колебаний скорости вращения Земли с целью поиска локальных особенностей зависимости между ними.

1. Сидоренков Н.С. Атмосферные процессы и вращение Земли. С. Петербург. Гидрометеиздат. 2002. 366 с.
2. Sidorenkov N.S. The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, 2009, 305 pp