

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 [3, 4]. 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 до максимума, когда ось растяжения совпадает с плоскостью экватора, и уменьшается до минимума, 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 [3, 4]. Наиболее значительными из них являются колебания с полумесячным, месячным и полугодовым периодами (рисунок).

Скорость вращения Земли характеризуется относительной величиной:

$$v \equiv \frac{\delta\omega}{\Omega} = \frac{\omega - \Omega}{\Omega} \approx -\frac{P_3 - T}{T} \equiv -\frac{\delta P}{T}, \quad (1)$$

где P_3 - длительность земных суток; T - длительность стандартных (атомных) суток,

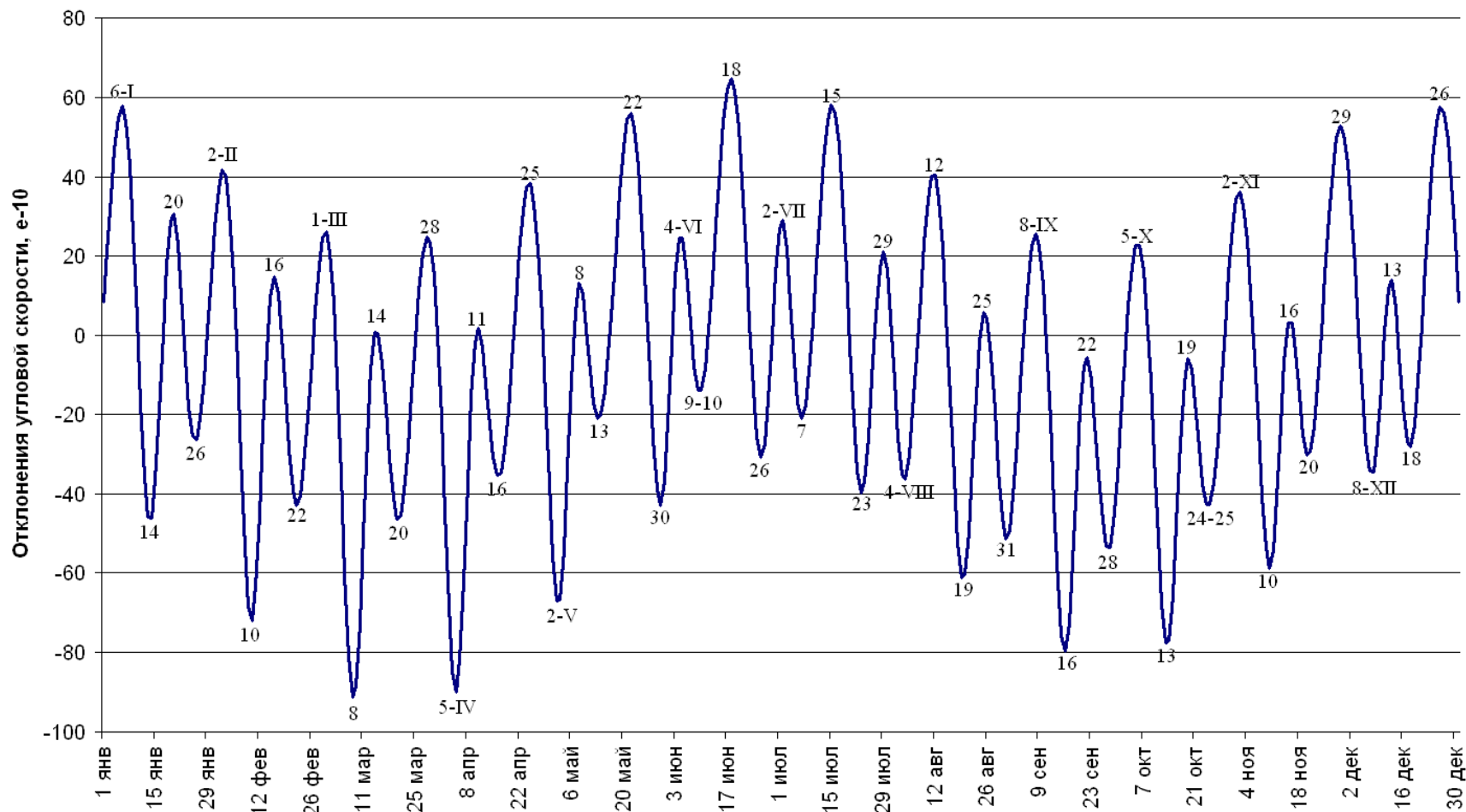
которая равна 86400 с; $\omega = \frac{2\pi}{P_3}$ и $\Omega = \frac{2\pi}{86400}$ рад/с - угловые скорости, соответствующие

земным и стандартным суткам [3, 4]. Поскольку величина ω изменяется только в девятом-восьмом знаке, то значения v имеют порядок $10^{-9} - 10^{-8}$.

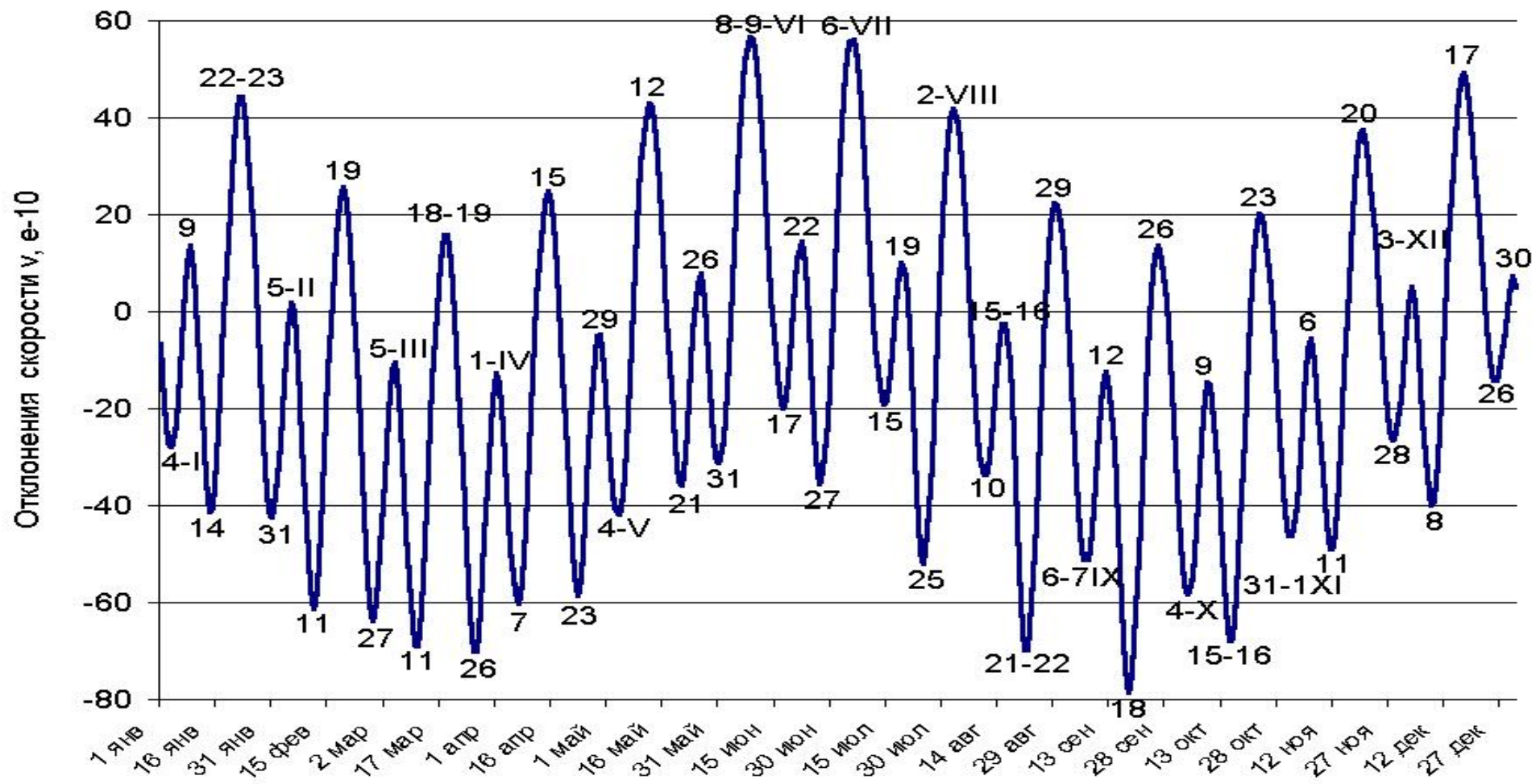
Как видно из рисунков, на которых приведены вычисленные нами приливные колебания скорости вращения Земли v на 2012 г., 2013, 2014 и 2015 г., на протяжении лунного месяца сменяют друг друга четыре режима вращения Земли неравной продолжительности – два периода ускорения длительностью m_1 и m_3 , и два 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 4 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 слагался из интервалов 6+5+9+8 сут. Внутри месяца возможны любые комбинации значений m_i в диапазоне от 4 до 9 сут.

Скорость вращения Земли v варьирует преимущественно внутри сидерического месяца (27,3 сут). В течение этого периода времени Луна перемещается по небесной сфере 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

Приливные колебания скорости вращения Земли в 2012 г.

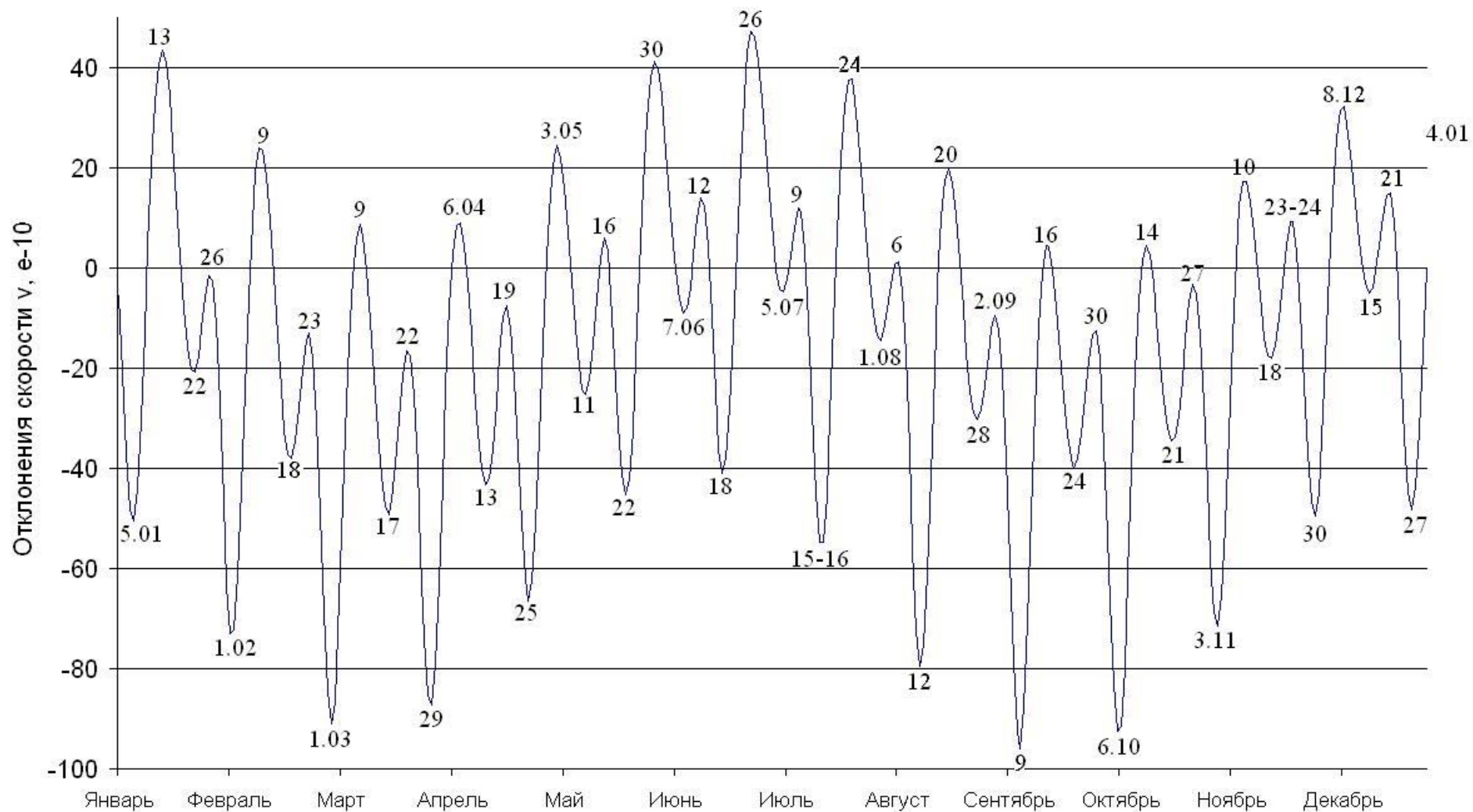


Прогноз приливных колебаний скорости вращения Земли ν на 2012 г. По оси ординат отложены относительные отклонения угловой скорости ν в 10^{-10} . Цифрами отмечены даты наступления максимумов и минимумов ν

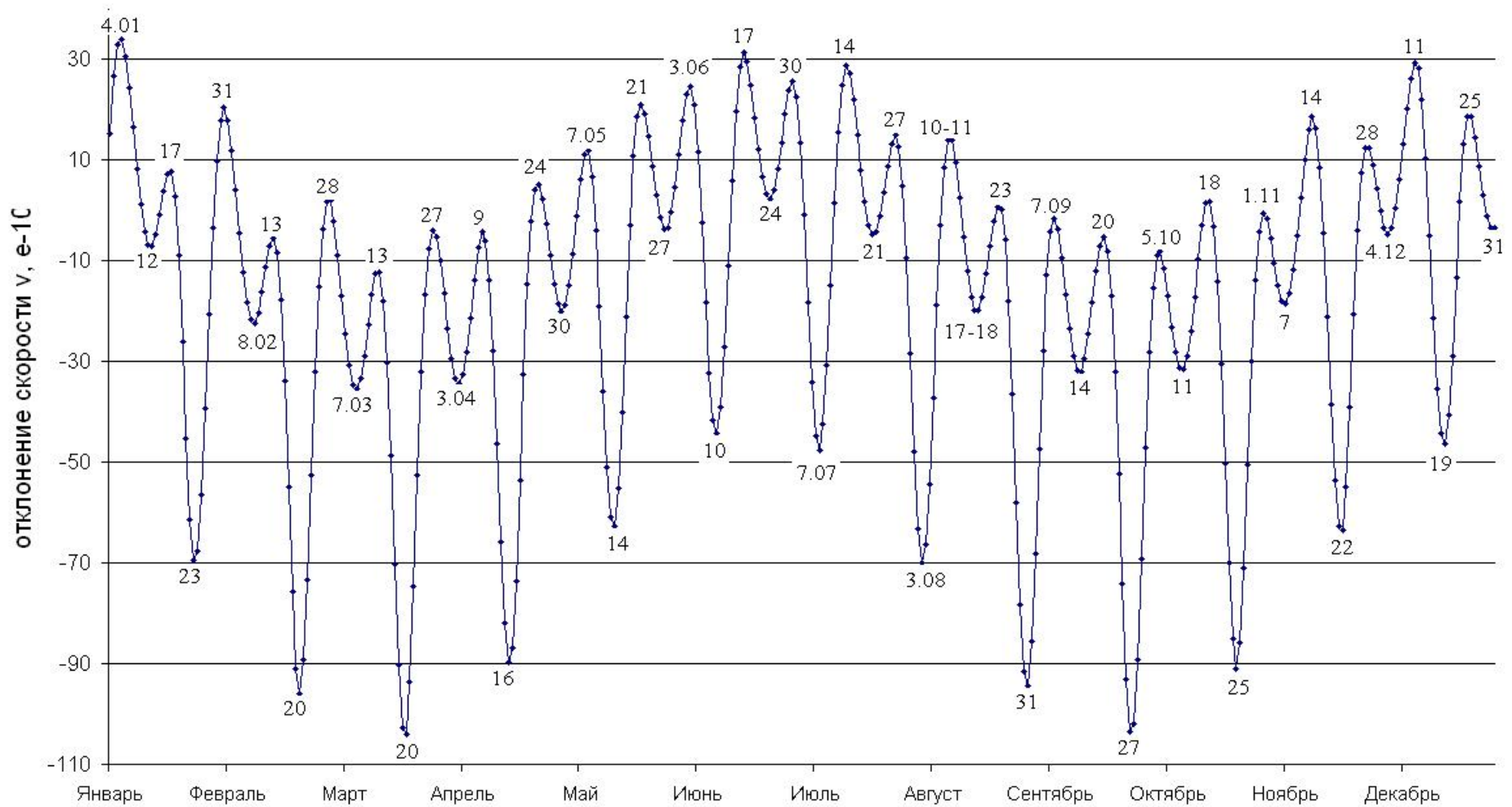


Прогноз приливных колебаний скорости вращения Земли ν на 2013 г. По оси ординат отложены относительные отклонения угловой скорости ν в 10^{-10} . Цифрами отмечены даты наступления максимумов и минимумов ν

Прогноз приливных колебаний скорости вращения Земли на 2014 год. Составил Н.С.Сидоренков



**Прогноз приливных колебаний скорости вращения Земли на 2015 год. Составил
Н.С.Сидоренков**



скорость вращения Земли 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). 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 [3–5]. 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 лунно-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, возмущаются и 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.

Время запаздывания момента наступления полной воды по сравнению с моментом прохождения Луны через меридиан называется лунным промежутком. Средний лунный промежуток называется прикладным часом порта. Джордж Дарвин [1] отмечает, что «прикладной час не может быть найден аналитически, а получается только из наблюдений, так как для каждого порта он зависит от местных причин, не способных быть принятыми во внимание теоретически, и, даже если бы это было возможно, все

равно нельзя было бы найти такой момент, когда оба светила — Солнце и Луна — в сизигию были бы на экваторе и притом в своих средних удалениях».

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.

В качестве примера, мы выкладываем на сайте <http://geoastro.ru> презентацию, в которой приведены недельные графики хода метеоэлементов (атмосферного давления (в мм) и/или температуры воздуха) в Москве и Владивостоке вблизи дат экстремумов приливных колебаний угловой скорости вращения Земли, указанных в центрах слайдов. Все графики копировались в оперативном режиме с сайта метеоновостей <http://hmn.ru>. Пропуски возникали во время отпусков и конференций. Сейчас период сравнений включает 2012 – 2015г.

Анализ этих графиков показывает, что в подавляющем большинстве случаев вблизи дат экстремумов скорости вращения Земли наблюдаются отклонения в ходе метеоэлементов как в Москве, так и во Владивостоке. Таким образом, погода изменяется как случайным образом, так и в соответствии с колебаниями лунно-солнечных приливов. Естественные синоптические периоды, открытые Б.П. Мультиановским сто лет назад [2], обусловлены колебаниями лунно-солнечных приливов.

Основные метеорологические и геофизические следствия этих изменений рассмотрены в публикациях автора [5].

1. Дарвин Дж. Г. Приливы и родственные им явления в солнечной системе. Пер. с англ. 2-ое издание. М.: Наука, 1965, 252 с.
2. Мультиановский Б.П. Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов погоды. М.: Издательство ЦУЕГМС, 1933, 139 с.
3. Сидоренков Н.С. Атмосферные процессы и вращение Земли. С. Петербург, Гидрометеиздат, 2002, 366 с.
4. Sidorenkov N.S. The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, 2009, 305 pp
5. Смотри статьи на сайте <http://geoastro.ru>