

Статья опубликована:

Сидоренков Н.С., Жигайло Т.С. Новое в изучении приливов.// Система "Планета Земля": Русский путь: Рублёв - Ломоносов - Гагарин. Монография. –М.: ЛЕНАНД, 2011, С.160 – 162

НОВОЕ В ИЗУЧЕНИИ ПРИЛИВОВ

Н.С. Сидоренков

Гидрометцентр России, Москва, 123242. sidorenkov37@mail.ru

Т.С. Жигайло

Одесский государственный экологический университет, Одесса, Украина

Для построения классической теории приливов используется **солнечная система отсчета**. В ней видимая угловая скорость каждой из приливных волн складывается из её собственной угловой скорости и переносной скорости, включающей угловые скорости спинового вращения и орбитального обращения Земли вокруг Солнца. Переносная скорость в десятки и сотни раз больше, собственной скорости приливных волн. Периоды основных суточных волн отличаются от 1 суток всего лишь на несколько минут, то есть на сотые доли суток. Самая быстрая лунная волна 2Q1 имеет период 1,17 сут. Поэтому все множество гравитационных приливных волн, описываемых тиссеральными и секториальными сферическими гармониками, имеют угловые скорости очень близкие соответственно к суточной и полусуточной частотам. В солнечной системе отсчета мы имеем дело только с квазисуточными приливными волнами и их субгармониками.

Все измерения гидрометеорологических и гидрофизических характеристик проводятся по срокам среднесолнечного времени, которое есть часовой угол Солнца, определяемый суточным вращением и годовым обращением Земли. То есть, в этом случае по умолчанию тоже используется солнечная система отсчета. При спектральном или гармоническом анализе результатов измерений медленные собственные угловые скорости волн гравитационных приливов сливаются с очень быстрыми угловыми скоростями волн суточных либо годовых термических приливов и становятся практически незаметными для изучения.

В солнечной системе отсчета целенаправленный мониторинг приливных волн сводится к отслеживанию суточного цикла их переноса вдоль земной поверхности. Межсуточная эволюция и медленное собственное перемещение приливных волн по земной поверхности, обусловленное собственным движением приливообразующих тел среди звезд и медленной эволюцией их орбит, остаются вне поля зрения исследователей и явно никем никогда не изучались.

Для исследования движения волн и синоптических объектов в атмосфере и океане метеорологи и океанологи строят либо синоптические карты, либо координатно-временные разрезы гидрометеорологических и гидрофизических характеристик с временным шагом сутки и более. В этом случае по умолчанию используется система отсчета, связанная не с Солнцем, а с неподвижной земной поверхностью, с фиксированной сеткой географических координат. В этой невращающейся **земной системе отсчета** переносной скорости уже нет (так как наблюдатель и приливные волны переносятся Землей с одинаковой скоростью), но остаются скорости собственного движения приливных волн относительно земной поверхности. Метеорологи и океанологи обращают внимание только на предсказываемые классической теорией быстрые квазисуточные и квазиполусуточные приливные волны. О существовании медленных собственных движений приливных волн никто не подозревает. Все медленные волны, перемещающиеся по земной поверхности, включая

и приливные волны, интерпретируются как обычные длинные атмосферные или океанические волны, а их эволюция связывается только с внутренней динамикой атмосферы и океана.

Для того чтобы низкочастотные приливные волны не терялись при спектральном анализе, необходимо исключать эффекты вращения и обращения Земли, то есть демодулировать временные ряды измерений. Для этого достаточно зафиксировать срок измерений (одно измерение: за сутки, для исключения суточного вращения Земли, или за год, для исключения годового обращения Земли). Этот метод демодуляции позволил выделить недельную и полумесячную лунные приливные волны в спектре момента импульса атмосферы [2].

Метод демодуляции открывает принципиально новые возможности исследования земных эффектов лунно-солнечных приливов и функций барицентрического движения Солнца.

В работе [1] мы вычислили периоды собственного движения основных суточных и полусуточных волн лунно-солнечных приливов. Вычисления велись по формуле $\dot{\mu}_i = \dot{\nu}_i - \dot{\theta}$, где $\dot{\mu}_i$ – собственная частота волны i ; $\dot{\nu}_i$ – ее видимая частота; θ – звездное время, определяемое видимой суточной частотой движения неподвижных звезд (точки весеннего равноденствия) на небесной сфере. При использовании аргументов Дудсона звездное время $\theta = t + h = \tau + s$, где t – среднее солнечное время, τ – среднее лунное время; s – средняя долгота Луны; h – средняя долгота Солнца. Здесь долготы светил отождествляются с их прямыми восхождениями. Угловая скорость $\dot{\theta} = \dot{t} + \dot{h} = -1,0027$ цикл/сутки, т.е. равна угловой скорости суточного вращения Земли ω . Среднее солнечное время t определяется видимой частотой движения среднего Солнца по экватору на небесной сфере $\dot{t} = \dot{\theta} - \dot{h} = -1$ цикл/сутки. Если $|\dot{\nu}_i| < |\dot{\theta}|$, то $\dot{\mu}_i > 0$, т.е. на синоптической карте или координатно-временной диаграмме приливная волна будет двигаться с запада на восток, если же $|\dot{\nu}_i| > |\dot{\theta}|$, то $\dot{\mu}_i < 0$ и приливная волна уже будет двигаться с востока на запад. Волн, удовлетворяющих условию $|\dot{\nu}_i| < |\dot{\theta}|$, значительно больше, чем условию $|\dot{\nu}_i| > |\dot{\theta}|$. В этом состоит коренное отличие невращающейся земной системы отсчета от используемой в классической теории приливов солнечной системы отсчета.

В классической теории приливов суточные и полусуточные приливные волны, которые описываются тиссеральными и секториальными сферическими гармониками, движутся только с востока на запад (в отрицательном направлении).

Рассмотрим, например главную лунную волну O_1 . Ее видимая угловая скорость отрицательна: $\dot{\nu} = -13,943036/\text{час.} = -0,929536$ цикл/сутки. Когда же мы вычтем скорость вращения Земли $\dot{\theta}$, то получим положительную собственную угловую скорость $\dot{\mu} = \dot{\nu} - \dot{\theta} = -0,929536 - (-1,0027) = +0,0732022$ цикл/сутки. То есть в невращающейся земной системе отсчета волна O_1 движется не с востока на запад, а с запада на восток и ее период равен 13,66 сут. Именно этот период проявляется в изменениях погоды.

После демодуляции симметричные пары волн с равными амплитудами (S_I и ψ_1 ; χ_1 и ζ_1 ; M_I и J_I ; τ_1 и SO_I) вращаются в противоположных направлениях, так что их суммарная эллиптическая траектория вырождается в прямолинейное колебательное движение точки вдоль оси абсцисс. Амплитуда колебаний удваивается. Значения мнимых составляющих взаимно исключаются.

Все основные приливные волны O_1 , P_1 , Q_1 , амплитуды которых в десятки раз больше, чем у симметричных пар волны с равными амплитудами, а также волны $2Q_1$; σ_1 ; ρ_1 ; и π_1 после демодуляции движутся не с востока на запад, а с запада на восток (в положительном направлении). Их и следует искать на синоптических картах и координатно-временных диаграммах.

Итак, в невращающейся земной системе отсчета, часто используемой в геофизике, периоды всех суточных и полусуточных волн увеличиваются до значений периодов долгопериодных волн зональных приливов. Кроме того, в ней основные приливные волны движутся не с востока на запад, а с запада на восток. В атмосфере и океане преобладают волны, движущиеся с запада на восток. Совпадение направлений движения их с направлением собственных движений приливных волн создает условия для вынужденной синхронизации (захвата) частот атмосферных и океанических волн частотами лунно-солнечных приливных волн, которая часто наблюдается в атмосфере и океане [2].

Литература

1. Сидоренков Н.С., О неправильной оценке роли приливных явлений в геофизике. Геофизические исследования, том 11, спецвыпуск, 2010, с. 119–128.
2. Nikolay S. Sidorenkov, 2009. The interaction between Earth's rotation and geophysical processes. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2009. 317 pp.