

## АСТРОНОМИЯ

УДК 521.93

## УЧЕТ ВЛИЯНИЯ НЕПРИЛИВНОЙ КОНВЕКЦИИ В ЖИДКОМ ЯДРЕ НА НУТАЦИЮ ЗЕМЛИ

С. Л. Пасынок  
(ГАИШ)

**Предложен учет неприливых движений в жидком ядре с помощью представления моментов соответствующих сил аналогичному представлению момента сил, действующих на атмосферу. Это позволяет преодолеть проблему отрицательных знаков мнимых частей резонансных частот, которая существует в современной теории прецессии/нутаии МАС2000.**

Нутационные углы входят в преобразование, описывающее переход от земной системы координат к небесной системе координат. Поэтому задача построения высокоточной теории нутации является одной из важнейших задач современной астрометрии, геодезии и геодинамики.

С 2003 г. стандартной теорией нутации МАС2000, согласно резолюции В1.6 Международного астрономического союза (МАС), является самая точная из разработанных к тому моменту теорий нутации — теория МАС2000 [1]. При этом рекомендуется продолжать дальнейшее теоретическое развитие нетвердотельных нутационных серий, а также проводить регулярные измерения на радиоинтерферометрах со сверхдлинной базой (РСДБ) для повышения точности этих серий.

В теории МАС2000 компоненты магнитного поля входят в состав матрицы  $M$  — матрицы системы уравнений моментов и наклонов первого приближения [2]. Только они и определяют мнимые части резонансных частот этой матрицы. Однако мнимые части некоторых из этих частот оказываются меньше нуля, что означает наличие дополнительного источника неприливной энергии, поставляющего энергию для вращения. Магнитное поле не может быть таким источником энергии, потому что ток в проводнике испытывает сопротивление и должен затухать со временем при отсутствии внешней электродвижущей силы.

В настоящее время предполагают, что жидкое ядро состоит из железа с примесью легкой компоненты (кремния в [3]). Постоянно идет процесс кристаллизации твердого ядра, в результате которого образуется избыток легкой компоненты. Фракции легкой компоненты всплывают, что и служит основной причиной конвекции, в процессе которой и формируется магнитное поле Земли. Также некоторый вклад в эту конвекцию должно вносить и наличие радиоактивных источников в нижней мантии и твердом ядре, но основной вклад, согласно [3], вносит вышеописанная «химическая конвекция».

Для феноменологического описания такого явления можно предложить тот же формализм, который используется для описания аналогичных процессов в атмосфере [4]. А именно положим, что моменты сил  $\tilde{L}_f$  и  $\tilde{L}_s$ , действующие на жидкое и твердое ядра,

из-за вышеописанных процессов равны

$$\tilde{L}_f = iU_f A_f \left( \frac{\tilde{c}_3^f}{A_f} + e_f \tilde{n}_f \right), \quad \tilde{L}_s = iU_s A_s \left( \frac{\tilde{c}_3^s}{A_s} + e_s \tilde{n}_s \right), \quad (1)$$

где индекс  $f$  характеризует величины, относящиеся к жидкому ядру; индекс  $s$  характеризует величины, относящиеся к твердому ядру;  $A$  — экваториальный момент инерции;  $e$  — динамическое сжатие;  $i = \sqrt{-1}$ . Комплексные величины  $\tilde{c}_3$  равны  $c_{13} + ic_{23}$ , где  $c_{ij}$  — отклонение тензора инерции от равновесного значения. Величина  $\tilde{n}$  равна  $n_1 + in_2$ , где  $n_i$  — компоненты вектора отклонения оси жидкого или твердого ядра от равновесного направления. Возбуждающие коэффициенты  $U_f, U_s$  определяются из наилучшего согласия теории и наблюдений. Тогда требования закона сохранения энергии сведутся к требованию неотрицательных мнимых частей резонансных частот матрицы  $M$ , в отсутствие возбуждения (при возбуждающих коэффициентах) равных нулю.

Теория, удовлетворяющая требованию соблюдения закона сохранения энергии и в то же время обеспечивающая предсказание нутационных углов на современном уровне в 0.2 мс дуги, была построена в работе [5]. Таким образом, с помощью использования представления (1) удалось решить проблему появления отрицательных мнимых частей резонансных частот в теории нутации.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 01-02-16529, 04-02-16681 и 02-05-39004).

## Литература

1. Mathews P.M., Herring T.A., Buffet B.A. // J. Geophys. Res. 2002. **107**, N B4. P 10.1029/2000JB000390.
2. Buffet B.A., Herring T.A., Fessel M. // Proc. Systems de reference spatio-temporales. Paris, 21–23 sept. 1998. P. 86.
3. Брагинский С.И. // Магнитогеодинамика земного ядра, геомагнетизм и астрономия. 1964. **4**, № 5. С. 898.
4. Жаров В.Е. Вращение Земли и динамика атмосферы: Дис. ... д-ра физ.-мат. наук. СПбГУ, 1998.
5. Zharov V.E., Pasyonok S.L. // Proc. Astrometry from ground and from space. Bucharest, Romania. 25–28 September 2002. P. 140.

Поступила в редакцию  
26.12.03