

# Shadowy matter explanation of Earth's polar motion anomaly

Petr R. Ivankov

September 2006

## **Аномальное движение полюсов Земли и гипотеза о существовании скопления частиц с высокой проникающей способностью в ее недрах**

**Иванков П.Р.**

**ЦНИИМАШ**

Объяснение движения полюсов Земли имеет ряд трудностей. Не ясна причина изменения амплитуды чандлеровских колебаний полюсов. Кроме того модель гравитационного поля, полученная при помощи геофизических моделей, существенно отличается от реальности. Данные аномалии можно объяснить существованием в недрах Земли скопления частиц с высокой проникающей способностью. Представлена простая качественная модель, позволяющая объяснить аномалии движения полюсов.

Детальное теоретическое объяснение особенностей движения полюсов Земли имеет ряд трудностей. Например, известны чандлеровские колебания полюса с периодом 430 - 435 суток. Согласно современным представлениям чандлеровское движение есть собственные колебания Земли как свободного гироскопа. Трудности заключаются в объяснении изменения амплитуды этих колебаний. Как отмечено в [1], энергия землетрясений и атмосферных явлений недостаточна для их возбуждения, и реальная причина изменения амплитуды до сих пор не известна. Другая проблема связана с тем, что, как показано в [2], имеются два пика в спектральной плотности, соответствующие периодам в 428 и 437 суток. Согласно статистическим критериям уровень доверительной вероятности существования двух пиков равен 0,9375. Согласно классическим представлениям должен существовать один пик. На самом деле две проблемы связаны между собой, поскольку наложение колебаний близких частот приводит к биениям. В настоящее время делаются попытки решения этих проблем [1], но окончательного ответа пока нет.

Данные аномалии можно объяснить наличием скопления частиц с высокой проникающей способностью в недрах Земли. Такое скопление прозрачно для сейсмических колебаний. Однако благодаря гравитационному воздействию оно может оказывать влияние на движение полюсов, почти не влияя на геофизические данные. Существование массивных частиц с высокой проникающей способностью предсказывается некоторыми современными физическими теориями. В частности, из теории суперструн [3] следует существование частиц теневого мира, которые имеют только гравитационное взаимодействие с наблюдаемыми нами частицами. Кроме того в научных кругах обсуждается проблема существования зеркальных частиц, которые имеют сверхслабое взаимодействие с обычными частицами и обладают гораздо большей проникающей способностью, чем нейтрино [4].

Необходимо также отметить, что подобное скопление должно оказывать влияние на гравитационное поле Земли. С другой стороны в [5] отмечено, что полученная из геофизических моделей разность между экваториальным и полярным ускорениями силы тяжести отличается от реальности. Возможно данный эффект тоже обусловлен наличием скопления частиц с высокой проникающей способностью в недрах Земли.

В дальнейшем будем называть скопление обычных частиц нашей Землей, а частиц с высокой проникающей способностью - теневой Землей. Ниже будет приведена упрощенная качественная модель, позволяющая объяснить наличие двух пиков в спектральной плотности. Согласно этой модели наша и теневая Земля представляют собой абсолютно твердые осесимметричные тела, вращающиеся с примерно одинаковыми угловыми скоростями. Геометрия явления представлена на фиг. 1. Из соображений симметрии следует, что момент взаимодействия между нашей и теневой Землей пропорционален углу между осями их симметрий  $M = k\Theta$ .

Обозначим через OXYZ земную систему координат международной службы вращения Земли (IERS). А через  $\varphi_1, \varphi_2$  - углы, определяющие положение оси инерции теневой Земли (чтобы совместить ось симметрии нашей и теневой Земли необходимо повернуть последнюю на угол  $\varphi_1$  вокруг оси OX по часовой стрелке и на угол  $\varphi_2$  вокруг оси OY в том же направлении).

Будем считать, что эти углы малые, так что проекции угловых скоростей на связанные оси нашей и теневой Земли совпадают с их проекциями на оси системы координат OXYZ. Проекция угловой скорости нашей (соответственно теневой) Земли на оси OX и OY будем обозначать через  $\omega_1$  и  $\omega_2$  (соответственно  $\omega'_1$  и  $\omega'_2$ ). Угловую скорость вращения Земли вокруг собственной оси обозначим через  $\omega_3$ , а большие и малые моменты инерции нашей (соответственно теневой) Земли через  $C, A$  (соответственно  $C', A'$ ). Для удобства введем следующие обозначения:

$$\begin{aligned}\Omega'_1 &= \frac{C-A}{C}\omega_3, \\ \Omega'_2 &= \frac{C'-A'}{C'}\omega_3, \\ k_1 &= \frac{k}{C}, \\ k_2 &= \frac{k}{C'}.\end{aligned}$$

Удобно перейти к комплексным переменным:  $\varphi = \varphi_1 + i\varphi_2$ ,  $\omega = \omega_1 + i\omega_2$ ,  $\omega' = \omega'_1 + i\omega'_2$

Проведя элементарные выкладки, получаем следующую линеаризованную систему уравнений движения:

$$\begin{vmatrix} \dot{\varphi} \\ \dot{\omega} \\ \dot{\omega}' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -i\omega_3 & -1 & 1 \\ k_1 & i\Omega'_1 & 0 \\ -k_2 & 0 & i\Omega'_2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \varphi \\ \varphi \\ \varphi \end{vmatrix}$$

Это линейная однородная система обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Ее решение будем искать в виде произведения комплексного вектора, умноженного на  $\exp(i\Omega t)$ . Путем стандартных вычислений можно

убедиться в том, что низкочастотное движение полюса описывается следующей зависимостью:

$$\alpha_1 - i\alpha_2 = (b_1 + ib_2) \exp(i\Omega_1 t) + (b_3 + ib_4) \exp(i\Omega_2 t),$$

где  $\alpha_1$  – смещение полюса по оси X,  $\alpha_2$  – смещение полюса по оси Y.

Был произведен анализ данных IERS о движении полюсов за период с 1846 года по 1994 год. Такой большой интервал выбран потому, что при меньших интервалах труднее различать составляющие колебаний с близкими частотами. Было осуществлено преобразование Фурье при низких частотах и определены такие значения параметров  $\Omega_1$ ,  $\Omega_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ , чтобы сумма квадратов отклонений реальных комплексных и действительных составляющих Фурье-преобразований реальных величин  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  от вычисленных была минимальна. Суммы квадратов вычислялись при значениях частот, соответствующих периодам в 427; 427,5; 428; ...; 440 суток. В результате были получены следующие значения этих параметров:  $\Omega_1 = 5,343 \text{ год}^{-1}$ ,  $\Omega_2 = 5,253 \text{ год}^{-1}$ ,  $b_1 = -0,0069''$ ,  $b_2 = -0,0767''$ ,  $b_3 = -0,1420''$ ,  $b_4 = 0,0276''$ .

Результаты сравнения теоретических и полученных по результатам измерений данных представлены на рис. 2-5, где крестиками отмечены точки, полученные на основе реальных данных, а сплошными линиями теоретические зависимости. Количественно расхождение между экспериментальными и теоретическими данными можно охарактеризовать следующей цифрой: сумма квадратов разностей между теоретическими и экспериментальными значениями преобразований Фурье величин  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  при указанных выше частотах составляет 10% от суммы квадратов их экспериментальных значений. Это не идеальное, но достаточно хорошее для первого приближения значение.

Попробуем сравнить полученный результат с моделями, предполагающими наличие одного пика. В [1] указано, что чандлеровское движение имеет частоту 0,843 циклов в год и добротность  $Q_c = 170$ . Сравнительный анализ представлен на рис. 6,7, где изображены графики спектральных плотностей. Крестиками отмечены значения, соответствующие обработке реальных измерений, единицей помечены кривые спектральной плотности, полученные при использовании предложенной модели, а двойкой – кривые, соответствующие модели, с приведенными выше частотой и добротностью. Невооруженным глазом видно, насколько лучше согласуется с экспериментальными данными предлагаемая здесь модель.

Исходя из модели, можно приближенно оценить массу теневой Земли. Если эта масса в 1000 раз меньше массы нашей Земли, то теньевая Земля способна вызвать наблюдаемые изменения чандлеровской амплитуды. Действительно, если при данном отношении масс размеры теневой Земли соизмеримы с размерами нашей, то колебаниям полюса нашей Земли с амплитудой в доли угловой секунды будут соответствовать колебания полюса теневой Земли с амплитудой в доли углового градуса.

Выводы следующие: наличие скопления частиц с высокой проникающей способностью недрах Земли позволяет объяснить аномалию движения полюсов и гравитационного поля.

## Литература

1. The Earth's Polar Motion, United States Naval Observatory, Washington DC 20390 July (1986)
2. L.A. Hinnov, J. Park, Multi-windowed Spectrum Estimates of the ILS Polar Motion, The Earth's Rotation and Reference Frames for Geodesy and Geodynamics, (1988)
3. Бринк Л., Энно М., Принципы теории струн, Москва, Мир, 1991.
4. Блишников С.И., Хлопов М.Ю., О возможных астрономических проявлениях "зеркальных" частиц., *Астрономический журнал*, т. 60, вып 3, с. 632-639, 1983
5. Алексидзе М.А. Приближенные методы решения прямых и обратных задач гравиметрии, Мир, Москва 1987.

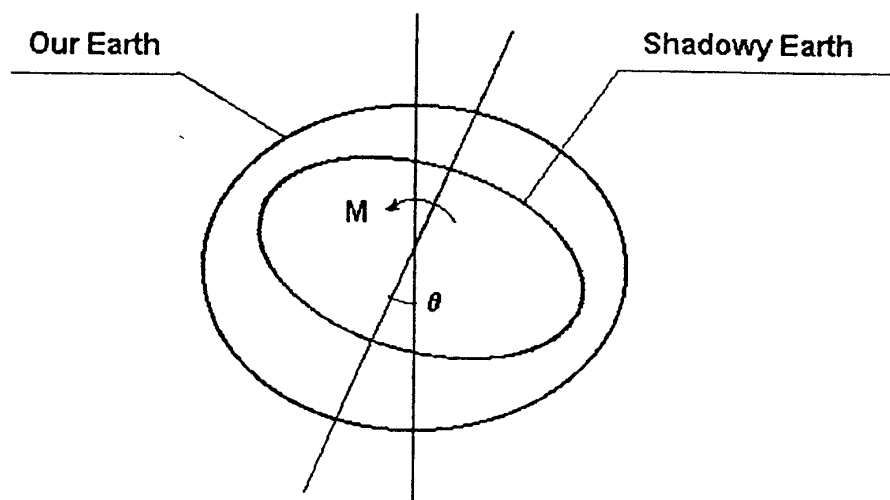


Fig. 1 Phenomenon geometry

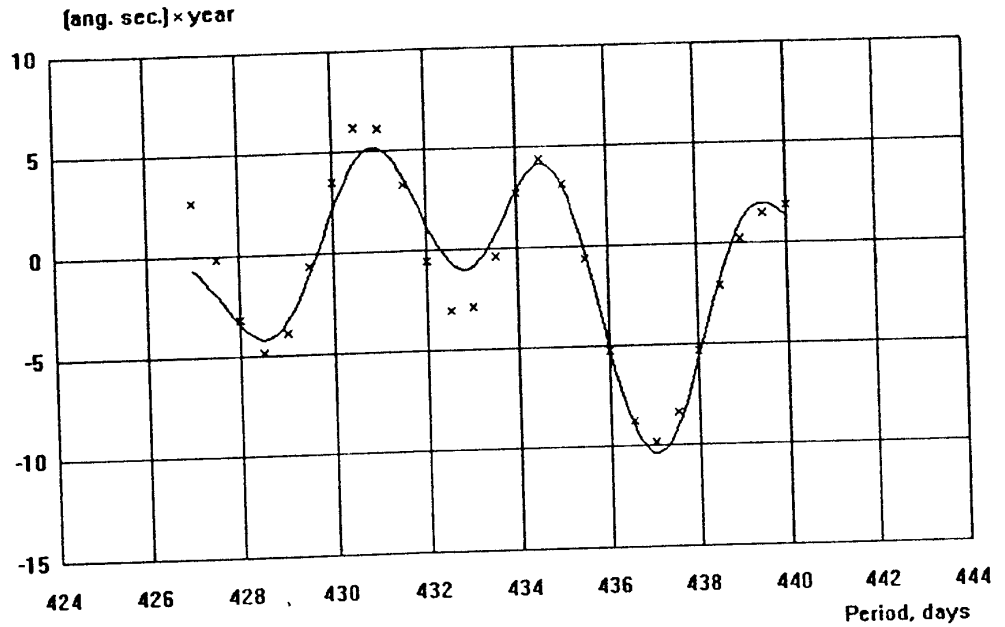


Fig 2. Fourier transform of X-shift of the pole (real component)

x - real data    - - data of model

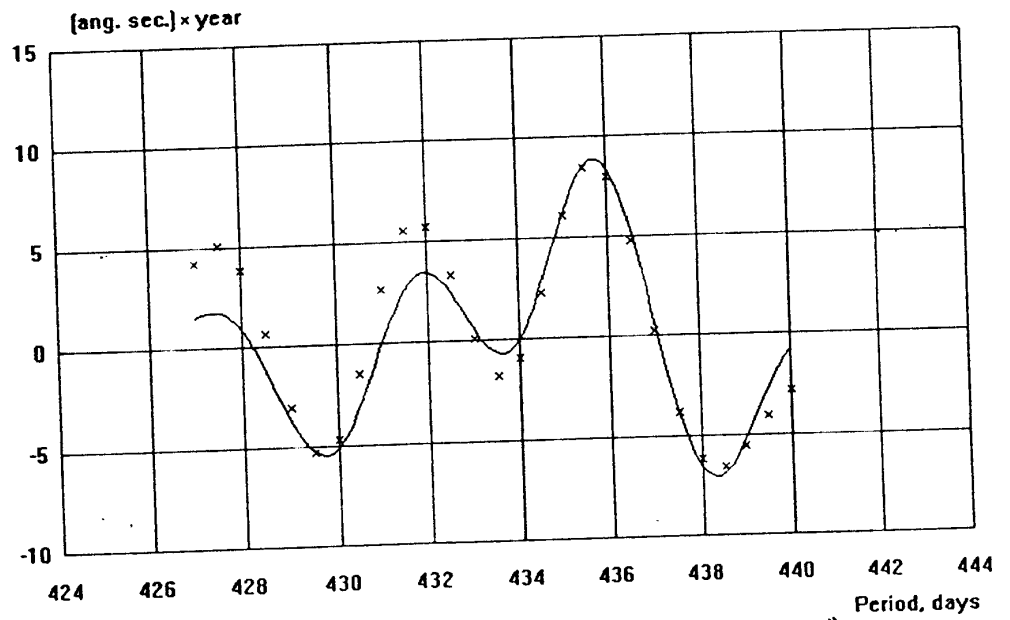


Fig 3 Fourier transform of X-shift of the pole (image component)

x - real data    - - data of model

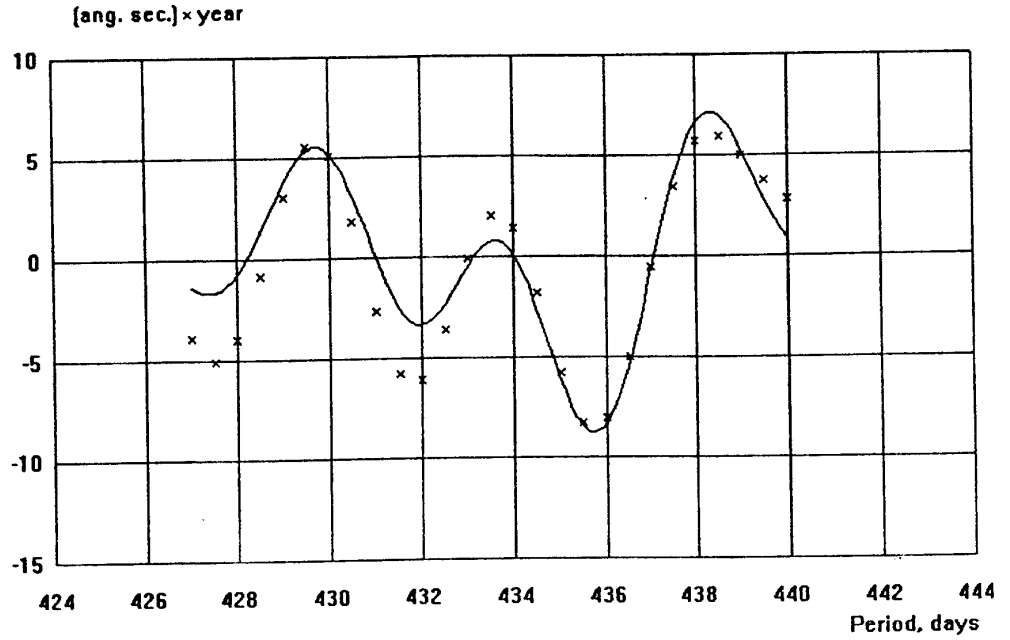


Fig. 4. Fourier transform of Y-shift of the pole (real component)

x - real data    - - data of model

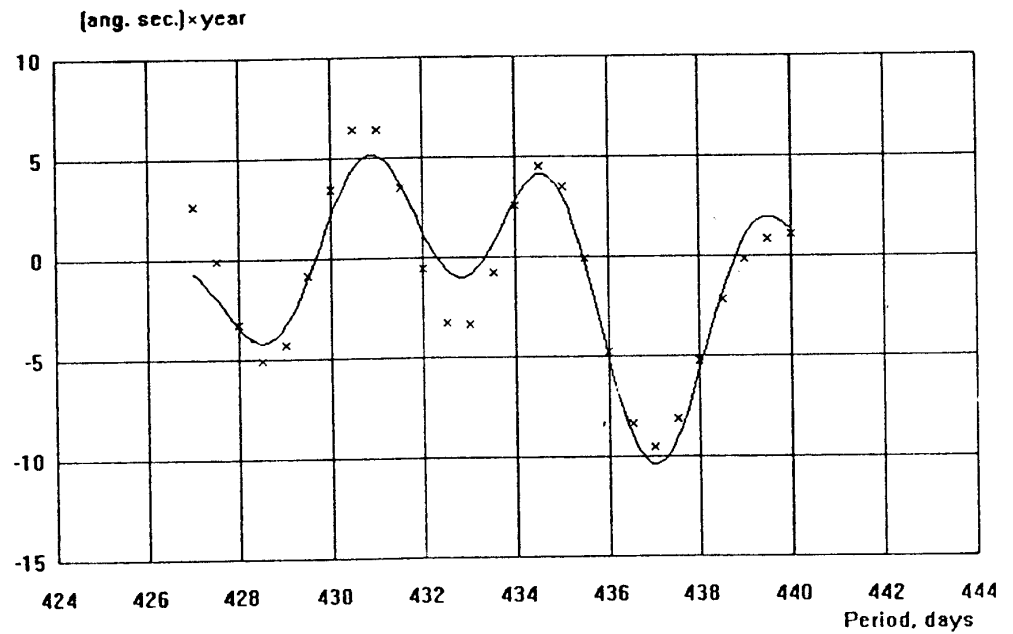


Fig 5. Fourier transform of Y-shift of the pole (image component)

x - real data    - - data of model

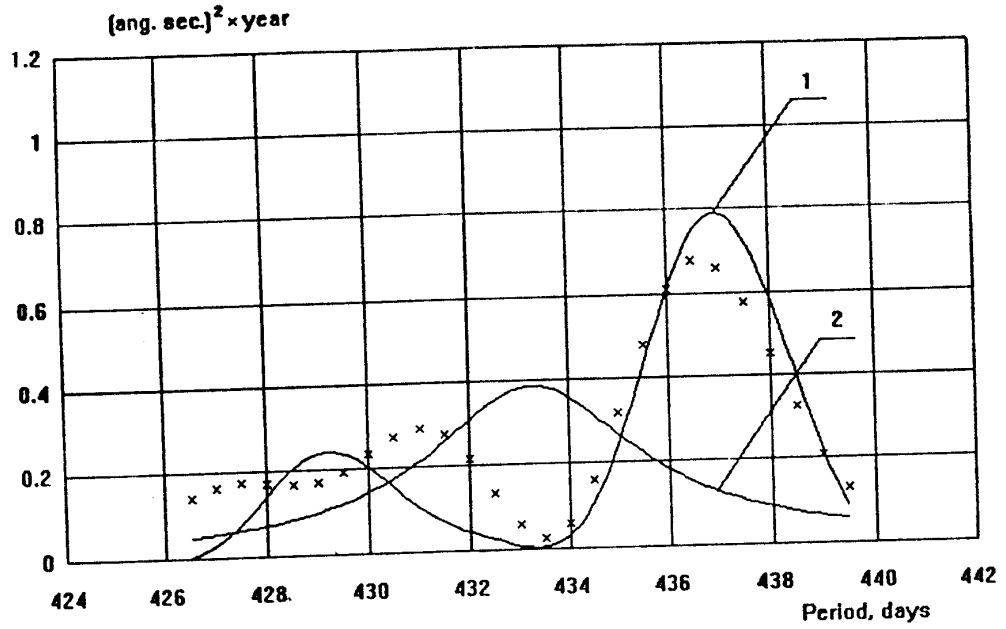


Fig. 6. Spectral density of X-shift of the pole  
 x - real data; 1- model 1; 2- model 2.

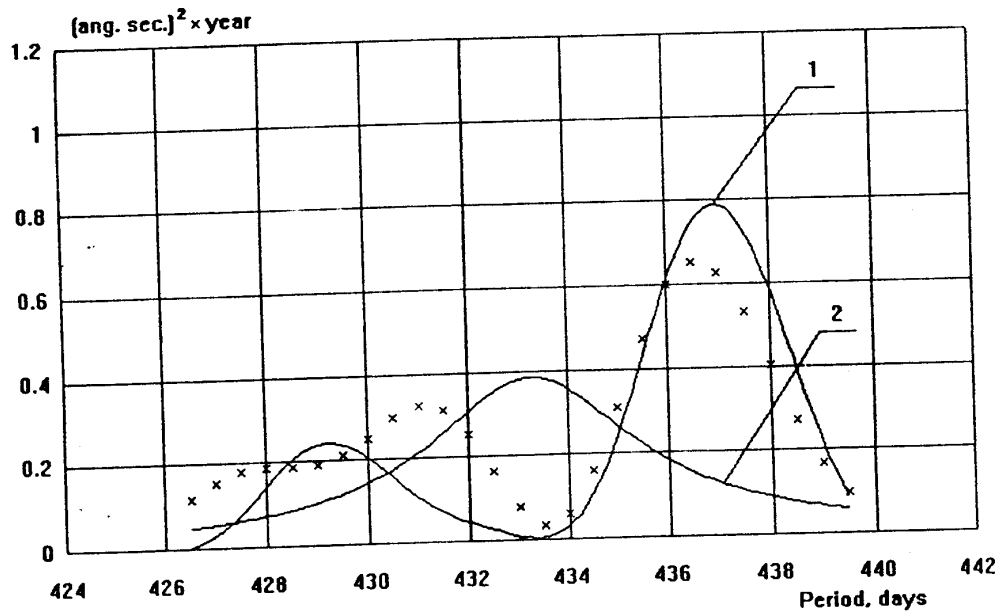


Fig. 7. Spectral density of Y-shift of the pole  
 x - real data; 1- model 1; 2- model 2.