

ОБ УТОЧНЕНИИ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОСТОЯННОЙ НА ОСНОВЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ КЕПЛера-НЬЮТОНА

Аннотация: В статье обсуждается ожидаемый прогресс в понимании фундаментальных законов природы и оценивается перспективность предложенных в последнее время гравитационно-космических экспериментов. Новые теоретические неэйнштейновские модели включают нарушение принципа эквивалентности в Солнечной системе и вариации в значениях гравитационной постоянной G . Это приводит к модификации закона Всемирного тяготения Исаака Ньютона и ограничений для ОТО Эйнштейна. В статье приведены результаты численного моделирования прецессии перигелия орбиты Меркурия в рамках модифицированного закона тяготения Ньютона с $G_m \sim 0.993 G_0$.

Ключевые слова: гравитационная масса; инертная масса; гравитационная постоянная; принцип эквивалентности; прецессия перигелия орбиты.

1. Вступление

В 2013 году научный мир был шокирован статьей китайского математика академика Хуа Ди «Einstein's Explanation of Perihelion Motion of Mercury» опубликованной в сборнике статей «Unsolved Problems in Special and General Relativity», под редакцией Florentin Smarandach USA [1]. В своей статье Академик Хуа Ди показал, что, при вычислении величины прецессии перигелия орбиты Меркурия, Эйнштейн допустил грубую ошибку при интегрировании. В итоге результат оказался $71.5''$, а не $43''$. Теория совершенно бесполезна, если она не подтверждена экспериментом. Со времен Эйнштейна оселком, на котором проверялась достоверность теории гравитации, служил расчет движение перигелия Меркурия. Наблюдательной астрономии давно было известно, что из-за близости к Солнцу и влияния тяготения других планет Меркурий движется не просто по эллипсу, а эллипсу, который сам медленно поворачивается на $575''$ за сто лет. Это аномальная прецессия для планет Солнечной системы. Вычисленные на основе теории Ньютона поправки давали поворот перигелия $532''$. Считается, что остающаяся величина $43''$ не может быть объяснена в рамках теории Ньютона. В 1915г. А.Эйнштейн вычислил величину прецессии перигелия орбиты Меркурия и получил ожидаемую величину $43''$, используя полевые уравнения ОТО [2], это стало его триумфом.

И вот, через 100 лет победного шествия ОТО по планете, в 2013г. выяснилось, что Эйнштейн в своих вычислениях допустил ошибку. Шок от статьи Хуа Ди быстро забылся, прошло уже пять лет со дня выхода статьи, и никто не задался вопросом, почему в рамках полевых уравнений ОТО, расчет прецессии перигелия орбиты Меркурия дает величину $503.5''$ за 100 лет. Результат $\sim 71.63''$ был также получен путем прямого численного моделирования прецессии перигелия орбиты Меркурия в поле сферического Солнца в рамках ОТО, проведенного профессором Н. В. Купряевым в 2018 году [3]. Пришло время сказать, что ошибка Эйнштейна не случайна и ОТО работает только в равновесных интегрируемых системах при обратимых процессах, для которых отсутствует нарушение принципа эквивалентности. Неравновесные системы, в которых возможны необратимые неинтегрируемые процессы, характеризуются нарушением принципа эквивалентности и законами сохранения и должны описываться другими теориями физики в рамках новой научной парадигмы [4].

2. Постоянная Кеплера (K) и нарушение ПЭ для планеты Меркурий

Иоганн Кеплер сформулировал свои законы небесной механики на основе анализа многолетних астрономических наблюдений Тихо де Браге в 1609-1619. Анализируя третий закон, Кеплер получил постоянную Кеплера (K) и рассчитал ее значение для 8 планет Солнечной системы:

$$K = \frac{R^3}{T^2} \quad (1)$$

где R – среднее расстояние от центра планеты до центра Солнца,

T – время полного оборота планеты вокруг Солнца

Для Земли, Венеры, Марса $K = 3,35 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2}$

Для Меркурия и Плутона $K = 3,33 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2}$

Для Сатурна, Юпитера, Урана $K = 3,34 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2}$

Исаак Ньютон через пятьдесят лет получил третий закон Кеплера, как следствие из закона всемирного тяготения и второго закона динамики, введя в пространственную модель Вселенной силы гравитации и инерции. Это явилось блестящим подтверждением правильности теории тяготения Ньютона [5]:

$$K = G_0 M_0 \frac{m g}{m i} = \frac{R^3}{T^2} \quad (2)$$

где $m g$ - гравитационная масса планеты, взаимодействующая с Солнцем, масса M_0 , создает центростремительную силу тяжести,

$m i$ - инертная масса планеты. Он вращается вокруг круга радиуса R и производит центробежную силу отталкивания,

R - расстояние от центра планеты до центра Солнца,

T - период вращения планеты вокруг Солнца,

G_0 - гравитационная постоянная.

Необходимо отметить, что уравнение Ньютона и закон Кеплера тождественны только при условии наличия стационарного инерциального движения систем. Движение пробных тел по законам Кеплера как раз и представляют собой ускоренное, но инерциальное движение – движение тел по инерциальным траекториям, при котором выполняется принцип эквивалентности масс и применимы уравнения ОТО. При этом влияние на движение планет по орбитам извне (со стороны космической среды) минимально. Однако, для описания неинерциальных траекторий, когда пробное тело переходит в неравновесное состояние, инвариантные уравнения ОТО использовать не корректно. В этом случае нарушается принцип эквивалентности масс. Обратите внимание на различие в значение постоянной Кеплера. Для планет земной группы, вращающихся по стабильным, маловозмущенным орбитам $K=3,35$, а для Меркурия и Плутона орбиты которых подвержены сильным возмущениям значение $K=3,33$.

Анализ формулы (1) и формулы (2) Ньютона - Кеплера позволяет оценить нарушение принципа эквивалентности для планеты Меркурий:

$$\left[\frac{m_{g \text{ планет}}}{m_{i \text{ планет}}} \right] = 1 \neq \left[\frac{m_{g \text{ Меркурий}}}{m_{i \text{ Меркурий}}} \right]; \quad \Delta(mg / mi) \sim 1 \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

Это ставит вопрос о модификации закона Всемирного тяготения Ньютона и воздвигает непреодолимый барьер для использования ОТО Эйнштейна для планет, орбиты которых подвержены сильным возмущениям. Принцип эквивалентности, возведенный Эйнштейном до уровня ведущего постулата, позволяет рассматривать гравитацию как геометрическое свойство пространства–времени, что приводит к интерпретации гравитации с позиций Общей Теории Относительности. Однако, альтернативные теории гравитации, использующие скалярные поля, предсказывают нарушению сильного ПЭ. В наиболее известной альтернативной теории Бранса-Дикке интенсивность гравитационного взаимодействия зависит от дополнительного скалярного поля. В рамках этой теории можно сформулировать принцип Маха, согласно которому инерция тел проявляется из-за взаимодействия с распределенным веществом во Вселенной [6]. Нарушение принципа эквивалентности для неравновесных планет Солнечной системы можно объяснить влиянием космической среды (квантового вакуума). Лауреат Нобелевской премии Илья Пригожин писал: «В стабильном стационарном состоянии активное влияние на систему извне незначительно, но оно может стать очень значительным, если система перейдет в неравновесное состояние. В то же время система становится неинтегрируемой, время теряет свойство инвариантности, а ее поведение носит вероятностный характер» [7].

3. Новая гравитационная постоянная для планеты Меркурий

Определим гравитационную постоянную для планеты Меркурий, используя небесную механику Иоганна Кеплера и Исаака Ньютона. Анализ формулы (2) Ньютона – Кеплера и формулы (3) позволил нам сделать вывод, что гравитационная постоянная (G_0) оказалась вовсе непостоянной. Учитывая значения постоянной Кеплера для Меркурия и Земли и принимая значение гравитационной постоянной для Земли $G_0 = 6.67408 \cdot 10^{-8}$ дин·см²/г², составим пропорцию (4) с учетом формулы (2) и формулы (3):

$$3.35 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2} = G_0 M_0 \left[\frac{m_E \text{ Земля}}{m_i \text{ Земля}} \right], \text{ для Земли } \frac{m_E}{m_i} = 1 \quad (4)$$

$$3.33 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2} = G_M M_0 \left[\frac{m_E \text{ Меркурий}}{m_i \text{ Меркурий}} \right], \text{ для Меркурия } \frac{m_E}{m_i} \sim 1.001$$

Из пропорции (4) имеем:

$$G_M \sim 0.993 G_0 \quad \text{или} \quad G_M \sim 6.62736 \cdot 10^{-8} \text{ дин} \cdot \text{см}^2/\text{г}^2,$$

4. Расчет движения перигелия Меркурия и ошибка Эйнштейна

Академик Хуа Ди показал, что, при вычислении величины прецессии перигелия орбиты Меркурия, Эйнштейн допустил грубую ошибку при интегрировании. В итоге результат оказался 71.5'', а не 43''. И действительно, при интегрировании уравнения (5)

$$\varphi = [1 + \alpha(\alpha_1 + \alpha_2)] \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{dx}{\sqrt{-(x - \alpha_1)(x - \alpha_2)(1 - \alpha x)}} \quad (5)$$

где α_1 и α_2 - обратные значения максимальных и минимальных расстояний Меркурия от Солнца; $\alpha = 2G_0 m_0 / c^2$ - гравитационный радиус, где G_0 - гравитационная постоянная; m_0 - масса Солнца; c - скорость света и если ограничиться членом первого порядка малости в $(\alpha_1 + \alpha_2)$, мы получим результат:

$$\varphi = \pi \left[1 + \frac{3}{4} \alpha (\alpha_1 + \alpha_2) \right] \quad (6)$$

это отличается от результата, который получил А. Эйнштейн:

$$\varphi = \pi \left[1 + \frac{5}{4} \alpha (\alpha_1 + \alpha_2) \right] \quad (7)$$

В квадратных скобках α должно быть в 5/4, а не в 3/4. И как результат для смещения перигелия орбиты Меркурия за 100 лет получаем не $\sim 43''$, а $\sim 71.63''$. Подставляем (7) в формулу для расчета смещения перигелия орбиты Меркурия $\varepsilon = 2 \cdot (\varphi - \pi) \cdot 415.2 / 4.8481368110953599141 \cdot 10^{-6}$, а для G_0 принимаем $6.67408 \cdot 10^{-8}$ дин см²/г², для m_0 $1.9885 \cdot 10^{33}$ г, для c $2.99792458 \cdot 10^{10}$ см/с, для r_1 $6.9817445 \cdot 10^{12}$ см и для r_2 $4.600109 \cdot 10^{12}$ см. Результат $\sim 71.63''$ был получен путем прямого численного моделирования прецессии перигелия орбиты Меркурия в поле сферического Солнца в рамках ОТО, проведенного профессором Н.В. Купряевым в 2018 году [3].

Прямое численное моделирование прецессии перигелия орбиты Меркурия с учетом всех планет, а также с учетом сжатия Солнца, проведенное в рамках модифицированного закона Ньютона со значением $G_M \sim 6.62736 \cdot 10^{-8}$ дин · см² / г² позволяет оценить результат с точностью плюс минус 5-10'', $\sim 571''$. Это лучший результат за всю историю расчета прецессии Меркурия.

5. Заключение

Таким образом, наблюдательная астрономия Кеплера-Ньютона вступила в конфликт с абстрактной умозрительной теорией Эйнштейна. Последствия этого пока не преодолены. Историческая роль Меркурия перед наукой заключается в том, что нарушение принципа эквивалентности, когда планета движется по сильно возмущенной орбите, требует пересмотра теоретических конструкций Общей Теории Относительности Эйнштейна. А новая гравитационная постоянная для Меркурия и Плутона $G_M \sim G_P \sim 6.62736 \cdot 10^{-8}$ дин см²/г² будет востребована в практической астрономии и космической навигации.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор благодарен за обсуждение расчета прецессии перигелия орбиты Меркурия, профессора Физического института им. П.Н. Лебедева, Николая Владимировича Купряева

Литература

1. Hua Di *Einstein's Explanation of Perihelion Motion of Mercury* in "Unsolved Problems in Special and General Relativity" \ed. F. Smarandach. Columbus, Ohio, USA: Education Publishing. P. 3-7 (2013)
2. A. Einstein, Explanation of the Perihelion Motion of Mercury from the General Theory of Relativity. The Collected Papers of Albert Einstein. – Princeton University, 6: – 112-116.
3. Купряев Н.В. *К работе А. Эйнштейна «Объяснение движения перигелия орбиты Меркурия в Общей Теории Относительности»* - М.: Известия ВУЗов, Физика, Т. 61 , №4, (2018)
4. Stanislav Konstantinov *Violation of the Equivalence Principle and the Boundary of Einstein's General Relativity* - International Journal of Advanced Research in Physical Science Volume 5, Issue 2, 2018, Page No: 18-24
5. Физика космоса, Москва: «Советская энциклопедия», 1986
6. Brans C., Dicke R. H., Phys. Rev., 124 (1961), 925
7. Пригожин И.Р., Стенгерс И. *Время, хаос, квант*, - Москва: Прогресс, (1994).