

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ОСОБОЕ ПОЛОЖЕНИЕ МЕРКУРИЯ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Аннотация: В рамках альтернативной концепции гравитации интенсивность гравитационного взаимодействия зависит от характера возмущений при движении планеты по орбите. В результате этого, движения Меркурия по сильно возмущенной орбите приводит к новому значению гравитационной постоянной для планеты Меркурий. В статье представлены уникальные по точности результаты численного моделирования прецессии перигелия орбиты Меркурия, проведенного в рамках модифицированного закона всемирного тяготения Ньютона в Физическом институте им. П.Н. Лебедева.

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

1. Вступление

Автор не откроет Америку, если вспомнит о существовании граничных условий, в рамках которых справедливо математическое утверждение или применима физическая теория. Граничные условия существуют и для общей теории относительности. Со времен Эйнштейна расчет движения перигелия Меркурия служил пробным камнем, на котором проверялась надежность теории гравитации. Наблюдательной астрономии давно известно, что из-за близости к Солнцу и влияния гравитации других планет Меркурий движется не просто по эллипсу, а по эллипсу, который сам медленно вращается на $575''$ за сто лет. Поправки, рассчитанные на основе теории Ньютона, дали вращение перигелия $532''$, а Альберт Эйнштейн в 1915 г. получил ожидаемое значение $43''$ с помощью уравнений поля общей теории относительности [1]. Это было не только его триумфом, но и определило в последующем столетии период господства общей теории относительности в физике. И вот спустя сто лет китайский академик Хуа Ди обнаружил грубую ошибку в расчетах Эйнштейна, и вместо наблюдаемого вращения орбиты Меркурия $575''$ за 100 лет Эйнштейн получил в рамках общей теории относительности только $503,5''$ через 100 лет [2]. По этому поводу можно констатировать, что авторитет Эйнштейна в современной науке настолько высок, что авторы многих статей и книг продолжают тупо воспроизводить ошибочные расчеты Эйнштейна. Большинство современных физиков отмахнулись от этого досадного «недоразумения», но результат, полученный Эйнштейном, требовал объяснения. Более того, в 2018 году профессор Физического института П.Н. Лебедева Николай Владимирович Купряев прямым численным моделированием прецессии перигелия орбиты Меркурия в поле сферического Солнца в рамках общей теории относительности также получил ошибку $71,63''$, то есть те самые $503,5''$ на 100 лет [3]. Причина ошибки связана с использованием общей теории относительности вне ее граничных условий. Геометрия, как теория инвариантов той или иной группы преобразований, пространство-время специальной и общей теорий относительности (плоское пространство Минковского) представляет собой четырехмерное вещественное аффинное пространство с метрикой некоторой особенности. Другими словами, СТО есть теория инвариантности законов физики в изолированных стационарных системах по отношению к однородным движениям. Если мы имеем в виду симметрии, определяющие однородные прямолинейные движения, то мы можем разделить точку зрения Фейнмана: «Симметрия, относящаяся к однородным прямолинейным движениям, приводит к особому принципу относительности». Другими словами, этот принцип имеет место только в случае прямолинейного равномерного движения систем отсчета. В случае, когда движение ускоряется, специальный принцип относительности перестает действовать. Попытки Эйнштейна в общей теории относительности распространить принцип относительности на любой вид движения материи не увенчались успехом. Использование физиками общей теории относительности для описания необратимых процессов в неравновесных системах приводит к грубым ошибкам. Общая теория относительности Альберта Эйнштейна надежна только при описании равновесных систем, когда выполняются инвариантность и принцип эквивалентности масс, из чего следует геометрический подход к гравитации. В этом случае влияние на систему извне незначительно, но, как отмечает лауреат Нобелевской премии Илья Пригожин, в неравновесных системах это влияние становится

очень заметным. По результатам экспериментов профессор И. Пригожин писал: «В стационарном состоянии активное воздействие извне на систему незначительно, но оно может стать очень существенным при переходе системы в неравновесное состояние, при этом принцип эквивалентность нарушается» [4]. При этом и закон сохранения энергии для замкнутых систем нарушаются, так как в реальных открытых системах проявляется влияние среды. Для планет земной группы, вращающихся по устойчивым маловозмущенным орбитам, применима ОТО Эйнштейна, но для Меркурия, орбита которого подвержена сильным возмущениям, ОТО неприменима, так как влияние на Меркурий извне приводит к добавленной (присоединенной) массе. Для планеты Меркурий, значительная часть орбиты которого проходит вблизи верхних слоев атмосферы Солнца в плазменной среде, применим макроскопический подход, в котором гидродинамическое прикрепление массы к сферическим телам любой природы в жидкости и газе декларировалось Стоксом еще два века назад. Этот эффект был экспериментально проверен в плазменной среде сверхтекучего ^3He -В сотрудником Института физики твердого тела РАН Владимиром Шикиным в 2013 году. Речь идет о комплексной силе $F(\omega)$, действующей со стороны жидкости на сфере радиуса R , совершающей периодические колебания с частотой ω :

$$F(\omega) = 6\pi\eta R \left(1 + \frac{R}{\delta(\omega)}\right) V(\omega) + 3\pi R^2 \sqrt{\frac{2\eta\rho}{\omega}} \left(1 + \frac{2}{9} \frac{R}{\delta(\omega)}\right) i\omega V(\omega), \quad (1)$$

$$\delta(\omega) = (2\eta/\rho\omega)^{1/2}$$

где ρ – плотность жидкости, η – ее вязкость, V – амплитуда скорости сферы, $\delta(\omega)$ – так называемая вязкая глубина проникновения, растущая с увеличением вязкости и уменьшением частоты колебаний. В пределах малых чисел Рейнольдса имеем увеличение вязкости и уменьшение частоты колебаний [5].

Вещественная часть выражения (1) представляет собой известную силу Стокса, возникающей при движении сферы в жидкости. Мнимую компоненту (коэффициент при $i\omega V$) естественно отождествить с эффективной добавочной массой кластера:

$$M_{eff}(\omega R) = \frac{2\pi\rho R^3}{3} \left[1 + \frac{9}{2} \frac{\delta(\omega)}{R}\right] \quad (2)$$

Происхождение добавочной (присоединенной) масса $M_{eff}(\omega R)$, зависящей от частоты ω и радиуса R сферы кластера, связано с возбуждением вокруг движущегося кластера поля гидродинамических скоростей $v_i(r)$ и появлением, в связи с этим, дополнительной кинетической энергии. В сверхтекучей жидкости дополнительная масса имеет две компоненты: сверхтекучую и нормальную [5].

В результате добавленной массы значение гравитационной постоянной для неравновесной системы Меркурий отличается от значения гравитационной постоянной для планет земной группы, вращающихся по устойчивым орбитам. Геометрическая теория ОТО Эйнштейна этого не допускает, а закон Ньютона можно модифицировать для разных значений гравитационной постоянной:

$$F = G \frac{M m}{R^2} \quad (3)$$

где G — гравитационная постоянная каждой планеты Солнечной системы;

M — масса Солнца;

m — масса планеты;

R — расстояние от центра планеты до центра Солнца.

При этом, вот уже несколько десятилетий измерение гравитационной постоянной для самой планеты Земля G_0 не перестает быть источником головной боли для физиков-экспериментаторов. Нынешнее «официальное» значение гравитационной постоянной G_0 , рекомендованное американским Национальным институтом стандартизации (NIST), составляет $(6,67384 \pm 0,00080) \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$. Относительная погрешность тут составляет 0,012%, или $1,2 \cdot 10^{-4}$, или, в еще более привычных для физиков обозначениях, 120 ppm (миллионных долей), и это на несколько порядков хуже, чем точность измерения других столь же важных фундаментальных величин. Относительная погрешность на уровне 10^{-4} была достигнута еще 30 лет назад, и никакого улучшения с тех пор нет. Ситуация, когда сразу четыре или пять результатов, полученных разными группами, все различаются на десяток-другой заявленных погрешностей, по-видимому, для физики беспрецедентна [6]. Можно предположить, что

причиной поразительного несовпадения значения гравитационной постоянной в различных экспериментах является не организация экспериментов и качество аппаратуры, а зависимость гравитационной постоянной от частоты колебаний Земли при ее вращении по орбите вокруг Солнца и собственной оси. Поэтому надеяться на то, что следующие измерения будут давать стабильные значения, не реально.

В то же время в теории и практике межпланетных полетов особое значение приобретает значение гравитационной постоянной, присущей каждой планете. Это связано с экспериментально установленным фактом того, что планеты при своем вращении в космической среде образуют гравитационные воронки, подобные гравитационным ямам, описываемым искривлением пространства - времени в теории гравитации Альберта Эйнштейна. Только в теории торсионной гравитации это реальные гравитационные воронки связаны с вращением планет в сплошной космической среде [7]. Скачок скорости корабля (на десятки километров в секунду) при входе в гравитационную воронку Марса или Венеры является экспериментально подтвержденным физическим эффектом [8]. Она полностью определяется значением гравитационной постоянной данной планеты. Следствием этого скачка является неожиданный доплеровский сдвиг несущей частоты при радиосвязи с аппаратом и изменение типа его траектории. По этой причине ряд советских и американских аппаратов были потеряны при первых полетах к Венере и Марсу. Оказалось, что в случае с Меркурием необходимо обратиться к альтернативным, относительно ОТО Эйнштейна, теориям гравитации, использующим скалярные поля и принцип Маха, предсказывающие нарушение принципа эквивалентности [9]. В рамках теории альтернативной гравитации интенсивность гравитационного взаимодействия для Меркурия зависит от дополнительного магнитного дипольного поля Солнца (~50 Тл), которое индуцирует электрические и торсионные поля, приводящие к электромагнитной и спиновой поляризации вакуума. Солнечный ветер зарождается в верхних слоях атмосферы Солнца, и его основные параметры определяют среду, в которой движется Меркурий. Альтернативная теория гравитации в планетарной солнечной системе не противоречит наблюдательной механике Кеплера-Ньютона, рожденной в гелиоцентрической системе Коперника. Закон всемирного тяготения Ньютона выполняется при условии, что каждая планета имеет свое значение гравитационной постоянной, зависящей от характера движения планеты в космической среде. Границами применения теории альтернативной теории гравитации станет вся Вселенная.

2. Расчет значения гравитационной постоянной G_m для планеты Меркурий на основе наблюдательной астрономии Кеплера-Ньютона.

Иоганн Кеплер сформулировал свои законы небесной механики на основе анализа многолетних астрономических наблюдений. Через пятьдесят лет Исаак Ньютон аналитически вывел третий закон Кеплера, как следствие закона всемирного тяготения и второго закона динамики, введя силы гравитации и инерции в пространственную модель Вселенной. При средней скорости орбитального вращения планеты $v = 2\pi R/T$ он получил:

$$K = G_0 M_0 \frac{m g}{m i} = \frac{R^3}{T^2} \quad (4)$$

где $m g$ - гравитационная масса планеты, взаимодействующая с Солнцем. В гелиоцентрической системе M_0 создает центростремительную силу тяжести;

$m i$ - инерционная масса планеты. При вращении, она создает центробежную силу отталкивания;

R - расстояние от центра планеты до центра Солнца;

T - период вращения планеты вокруг Солнца;

G_0 - гравитационная постоянная;

K – постоянная Кеплера [10].

Иоганн Кеплер вычислил значение постоянной K для 7 планет:

$$\begin{aligned} \text{Для Земли, Венеры, Марса} & \quad K = 3,35 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2} \\ \text{Для Сатурна, Юпитера, Урана} & \quad K = 3,34 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2} \\ \text{Для Меркурия} & \quad K = 3,33 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2} \end{aligned} \quad (5)$$

Обратите внимание на различие в значении постоянной Кеплера. Для планет земной группы, вращающихся по стабильным, маловозмущенным орбитам $K=3,35$, а для Меркурия

орбита которого подвержены сильным возмущениям значение $K=3,33$ [10]. Наблюдательная астрономия Ньютона-Кеплера позволяет не только установить различия в постоянной Кеплера, но и различия в значении гравитационной постоянной между Землей ($G_0 = 6,67408 \cdot 10^{-8}$ дин \cdot см²/г²) и планетой Меркурий. Анализ формулы (4) Ньютона - Кеплера позволяет даже численно оценить значение гравитационной постоянной для Меркурия G_m из решения пропорции (6):

$$3.35 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2} = G_0 M_0 \left[\frac{m_g \text{ Земля}}{m_i \text{ Земля}} \right], \text{ для Земли } \frac{m_g}{m_i} = 1 \quad (6)$$

$$3.33 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2} = G_m M_0 \left[\frac{m_g \text{ Меркурий}}{m_i \text{ Меркурий}} \right], \text{ для Меркурия } \frac{m_g}{m_i} \sim 1$$

Из пропорции (6) имеем:

$$G_m \sim 0.994 G_0 \quad \text{или} \quad G_m \sim 6.63403 \cdot 10^{-8} \text{ дин} \cdot \text{см}^2 / \text{г}^2,$$

В гелиоцентрической системе гравитационная постоянная в геометрической теории гравитации ОТО Эйнштейна для всех планет должна иметь одинаковое значение. Однако, как показано выше, гравитационная постоянная для каждой планеты может иметь свое значение в зависимости от характера движения планеты по орбите.

Прямое численное моделирование прецессии перигелия орбиты Меркурия с учетом всех планет, а также с учетом сжатия Солнца, проведенное в рамках модифицированного закона всемирного тяготения Ньютона со значением $G_m \sim 6,63403 \times 10^{-8}$ [дин \times см²/г²], в Физическом институте им. П.Н. Лебедева, позволяет оценить результат с точностью $\sim 570'' \pm 5''$ [11]. Это самый точный результат, полученный за всю историю расчета прецессии Меркурия.

Компьютерное моделирование, разработанное тремя американскими инженерами из НАСА, может проиллюстрировать особое положение Меркурия в Солнечной системе. Результаты их работы были опубликованы в Physics Today в 2019 году. В то время как ученые обычно смотрят на расстояние между орбитами планет, компьютерная программа делает вычисления иначе. Она имитирует расположение планет солнечной системы на протяжении 10.000 лет и, следовательно, может очень точно рассчитать среднее расстояние между двумя планетами. Результаты основаны на методе, называемом методом пунктирного круга - по сути, математическом уравнении, которое принимает орбиты двух планет как круглые, концентрические и копланарные и вычисляет среднее расстояние между двумя планетами, когда они вращаются вокруг Солнца. Моделирование орбит планет начинает показывать, что Меркурий имеет наименьшее среднее расстояние от Земли и чаще всего является ближайшим соседом к Земле. Меркурий ближе к Земле, чем Венера или Марс. (Рисунок 1. Источник изображения: Physics Today).



Рисунок 1. Компьютерное моделирование планет в солнечной системе.

Среднее расстояние между Землей и Венерой составляет 1,14 [а.е.]. В то же время расстояние между Землей и Меркурием составляет всего 1,04 [а.е.] (чуть больше 150 миллионов [км]).

3. Заключение

В статье на примере расчета прецессии перигелия планеты Меркурий в рамках альтернативной концепции гравитации показано, что использование геометрической теории гравитации ОТО Эйнштейна для неравновесных систем приводит к ошибкам. Представленный в статье расчет гравитационной постоянной (G_m) для планеты Меркурий в гелиоцентрической системе Коперника, правомерен только для планет Солнечной системы. Тем не менее, полученные формулы приводят к разумным соотношениям, так что можно надеяться, что они хотя бы качественно правильно отражают реальную ситуацию.

БЛАГОДАРНОСТЬ

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

Литература

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.

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)

Купряев Н.В. К работе А. Эйнштейна «Объяснение движения перигелия орбиты Меркурия в Общей Теории Относительности» - М.: Известия ВУЗов, Физика, Т. 61 , №4, (2018)

Пригожин И.Р., Стенгерс И. «Время, хаос, квант», - Москва: «Прогресс», (1994)

Шикин В. «Низкочастотные аномалии эффективной массы заряженных кластеров в жидком гелии», - Физика низких температур, Том 39, № 10, (2013).

Quinn, H. Parks, C. Speake, and R. Davis. “Improved Determination of G Using Two Methods” - Phys. Rev. Lett. 111, 101102 (2013)

Konstantinov S.I., “Torsion Gravity”, - Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences, Gravity - 2(12): 1309-1314, (2021), doi: 10.37871/jbres1388

Левантовский В.И. // «Механика космического полета в элементарном изложении». – М.: Наука, (1980)

Турьшев В.Г., «Экспериментальные проверки общей теории относительности: недавние успехи и будущие направления исследований» - М: УФН, Том 179, №1 (2009).

Физика космоса,- Москва: «Советская энциклопедия», (1986)

Konstantinov S.I., “Calculation Method the Value of the Gravitational Constant for the Non-Equilibrium System of Mercury-Sun” - International Journal of Advanced Research in Physical Science, 5(6),pp 1-5, (2019)