Аномалия орбиты Меркурия в модели 4D-среды

В. Скоробогатов

http://vps137.narod.ru/physics.html mailto: vps137@yandex.ru

Для модели 4D-среды на основе модифицированного закона тяготения и известных значений смещений перигелия ближайших к Солнцу планет сделана попытка оценки значения коэффициента перевода единиц лошади в единицы массы. Полученное значение применимо как к объектам Солнечной системы, так и к такому объекту микромира, как электрон.

Как известно со времен Леверье, движение ближайшей планеты Солнечной системы, Меркурия, не подчиняется закону всемирного тяготения Ньютона. В результате этого происходит прецессия перигелия орбиты, составляющая 43 угловых секунды за столетие, которую невозможно объяснить влиянием других планет. Такие же аномалии обнаружены для всех ближайших к Солнцу планет, а недавно также и для Сатурна [5]. Среди множества теорий, предложенных для их объяснения, наилучшее согласие с наблюдениями достигнуто в общей теории относительности Эйнштейна и в теории Гербера, которые дают одинаковый результат для угла смещения перигелия, обратно пропорциональный фокальному параметру эллиптической орбиты планеты [1].

В работе [2] был предложен механизм гравитации на основе модели 4D-среды, заключающийся в том, что элементарная частица или тело массой m представляется не локализованным в пространстве объектом, вихрем, граничная гиперповерхность, или просто поверхность, которого имеет вид простейшего графика

$$f=\frac{b^2}{|r|}-x_4=0 \tag{1}$$

где $r=(x_1, x_2, x_3)$ – координаты обычного 3D-пространства, x_4 — координата дополнительного четвертого измерения, b – параметр вихря, связанный с массой соотношением

$$m=k\,b^2 \tag{2}$$

Коэффициент k служит для перевода единиц квадрата длины в единицы массы. Масса частицы при этом оказывается связанной с силами поверхностного натяжения, возникающими на искривленной поверхности. Учет этих сил позволил получить выражение, близкое к закону всемирного тяготения: *)

$$F=\frac{GMm}{r^2\sqrt{(1+M^2/k^2r^4)}} \tag{3}$$

В данной работе предпринята попытка использования этого выражения в кеплеровой задаче для уточнения величины k, основываясь на данных о прецессии орбит ближайших к Солнцу планет.

В классической физике рассмотрение движения планет вокруг Солнца относится к задаче о движении тел в центральном поле, а в случае поля с обратно-пропорциональной зависимостью от расстояния — к керлеровой задаче. В нашей модели нужно рассмотреть взаимодействие двух вихрей, размеры одного из которых предполагается значительно большей размеров другого. Поэтому первый из них можно считать неподвижным, а задача будет заключаться в нахождении зависимости $\boldsymbol{R}(t)$ в выражении

$$x_4=\frac{B^2}{|\boldsymbol{r}|}+\frac{b^2}{|\boldsymbol{R}-\boldsymbol{r}|} \tag{4}$$

Будем предполагать, что $B\gg b$ и что $R\gg B.$ Решение задачи в такой постановке достаточно затруднительно и его можно рассмотреть только качественно. Естественно, что если вихрь с параметром b неподвижен в какой-то начальный момент времени, то под действием силы притяжения он начнет движение к центру и в конце концов с ним сольется. Чтобы этого не случилось, необходимо, чтобы вихрь b имел скорость, направленную в сторону от вектора $\boldsymbol{R}$. Наличие такой скорости (в согласии с обобщенным принципом эквивалентности [2]) означает наличие наклона вихря в сторону от направления к центру. При большом наклоне, а значит и при большом значении энергии E, вихрь пройдет мимо и его движение относительно центрального тела будет инфинитным. Финитное движение вихря возможно при меньшем значении энергии. В этом случае наклон вихря , по-видимому, должен приводить к спиральному виду осевой линии вихря, так как только такая форма может обеспечить стационарность орбиты.

Ниже мы рассмотрим движения планеты с массой m вокруг Солнца (или какого-то другого центрального тела) с массой M в приближении, когда «размазанный» по всему пространству вихрь можно заменить материальной точкой. Тогда функцию Лагранжа можно представить в классическом виде

$$L=½m\ddot{r}+½mr^2\dot{\phi}^2-U\quad , \tag{5}$$

где ϕ — полярный угол, под который планета видна из центра притяжения.

Будем считать, что движение происходит в 2D-плоскости и что момент импульса $h = m r^2 \dot{\phi}$ является постоянной величиной, хотя это, как было указано [2], не выполняется в строгом смысле, поскольку в модели 4D-среды также участвуют еще три дополнительных компонента момента импульса Постоянство h позволяет использовать подстановку $\frac{h}{m r^2}\frac{\partial}{\partial \phi}$ вместо $\frac{\partial}{\partial t}$ в уравнении движения Эйлера

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} - \frac{\partial L}{\partial r} = 0 \qquad (6)$$

в результате чего мы приходим к выражению, в котором в качестве силы $F = -\partial U / \partial r$ использовано выражение из работы [2]

$$\frac{h}{r^2}\frac{d}{d\phi}\left(\frac{h}{mr^2}\frac{dr}{d\phi}\right) - \frac{h^2}{mr^3} + \frac{GM\,m}{r^2\sqrt{1+M^2/k^2 r^4}} = 0 \qquad (7)$$

Используя замену $y = 1/r$, мы получим нелинейное дифференциальное уравнение

$$\partial_{\phi\phi} y + y - \frac{1}{p\sqrt{1+M^2 y^4/k^2}} = 0 \quad , \qquad (8)$$

где $p = 1/GM\,m^2$ - фокальный параметр орбиты. Поскольку можно предположить, что размеры орбит планет много больше параметра вихря, соответствующего Солнцу $B = \sqrt{M/k}$, то можно ограничиться приближенным выражением для силы $F \approx \frac{GM\,m}{r^2}(1 - \frac{M^2}{2k^2 r^4})$, близким по форме к тому, что использовали при вычисления смещения перигелия у Меркурия Клеро и Пирсон [1] , у которых дополнительные члены к закону Ньютона были пропорциональны $1/r^4$ и $1/r^5$, соответственно. Тогда уравнение (8) примет вид

$$\partial_{\phi\phi} y + \lambda^2 y - \frac{1}{p} = 0 \quad . \qquad (9)$$

где $\lambda^2 = 1 + \frac{M^2 y^3}{2\,pk^2}$. Для не очень вытянутых орбит можно считать величину λ постоянной, приняв в качестве y обратное среднее значение обратного расстояния $1/a$ планеты до Солнца, где a - большая полуось. Тогда решение этого уравнения запишется в виде

$$y = \frac{1}{\lambda^2 p}(1 + e\cos\lambda\phi) \quad , \qquad (10)$$

где $e=\sqrt{1+\frac{2Eh^2}{G^2M^2m^3}}$ - эксцентриситет орбиты, E – энергия планеты. При $E<0$ это решение соответствует эллипсу, размеры которого в λ^2 раз больше рассчитанного по теории Ньютона. Его большая ось эллипса при каждом обороте смещается на угол $\Delta\phi_1$ благодаря аргументу косинуса в (10)

$$\Delta\phi_1=2\pi(\lambda-1)\approx\frac{\pi M^2}{2pa^3k^2} \tag{11}$$

Отмеченного выше изменение размеров эллипса нужно, по-видимому, отнести только к увеличению длины орбиты, происходящее за один период обращения, поскольку значения всех параметров орбиты берутся из результатов наблюдений. Тогда из-за такого увеличения длина орбиты большая ось эллипса будет поворачиваться за один период на угол $\Delta\phi_2$ равный

$$\Delta\phi_2=2\pi(\lambda^2-1)=\frac{\pi M^2}{pa^3k^2} \tag{12}$$

Результирующий эффект составляет

$$\Delta\phi=\Delta\phi_1+\Delta\phi_2=\frac{3\pi M^2}{2pa^3k^2} \tag{13}$$

Поскольку λ больше единицы, это смещение положительно. Поэтому отрицательное смещение, обнаруженное у Сатурна [5], требует дополнительного изучения.

Последнее выражение позволяет вычислить неизвестный коэффициент k по найденным из наблюдений за движением планет значениям $\Delta\phi$ [3]. Результаты приведены в Табл.1

Табл.1

	Меркурий	Венера	Земля
$\Delta\phi$, угл сек. за столетие	43.1 ± 0.5	8.4 ± 4.8	5.0 ± 1.2
$k/10^{12}$, кг/м^2	1.85 ± 0.01	0.73 ± 0.20	0.39± 0.05

Как видно, расхождение в значениях k довольно большое, особенно для Меркурия. Это по всей видимости является следствием того, что у этой планеты большой эксцентриситет — 0.2 и поэтому величину λ нельзя считать постоянной. С другой стороны, данные наблюдений по Венере и Земле именно из-за того, что их орбиты близки к круговым, недостаточно точны. Поэтому для уточнения k требуются дополнительные исследования, например, проведение расчета угла отклонения света вблизи Солнца и сравнения с данными наблюдений [4], но, похоже, его значение ниже той оценки, которая была дана ранее в [2], и близко к тому, которое приведено в Табл.1 для Земли. Используя приближенное значение $0.5\cdot10^{12}\,кг/м^2$, можно составить Табл.2 для отношений видимых радиусов R некоторых объектов Солнечной системы к параметрам соответствующих им вихрей b. Также в таблице указаны величины H_p и H_a, на которые в соответствии с (1) происходит "опускание" небесных тел в четвертое измерение под действием Солнца для планет и под действием планет для спутников в точках перигелия и апогея их орбит. На поверхности Солнца гиперплоскость находится на расстоянии 5.72 млн. км. от базовой границы Вселенной. Кроме того, в последней колонке дано значение H, которое сместилась бы гиперповерхность в центре 3D сферы, равномерно заполненной вихрями. Глубину такой «ямы» нетрудно получить с помощью выражения:

$$H = 3/2\,\frac{B^2}{R} \tag{14}$$

Табл. 2

	b, км	R/b	H_p, км	H_a, км	H, км
Солнце	$1.994\ 10^6$	0.35			$8.58\ 10^6$
Меркурий	812.7	3.01	864400	569500	404
Венера	3120.4	1.94	369900	364900	2413
Земля	3456.5	1.84	270300	261400	2813
Марс	1133.0	2.99	192400	159600	567
Юпитер	61621.4	1.16	56690	48700	79670
Сатурн	33718.2	1.79	29380	26070	28297
Уран	13176.5	1.94	14460	13230	10189
Нептун	14312.9	1.73	8930	8730	12409
Луна	383.36	4.53	32.9	29.5	127
Фобос	0.146	75.9	139	135	0.0029
Деймос	0.054	114	55	55	0.0007

Конечно, все приведенные в Табл. 2 данные носят приближенный характер из-за не совсем точного значения коэффициента k.

Таким образом, параметр вихря, соответствующий Солнцу, почти в три раза больше видимого радиуса, в то время как у планет он составляет менее половины радиуса. Исключение составляет лишь Юпитер, у которого это отношение близко к единице. Для малых тел, таких как астероидов и спутников Марса, этот параметр в сотни и тысячи раз меньше размеров. Поскольку средняя плотность всех тел, приведенных в Табл.2, примерно одинакова, рассмотрение отношения R/ƀ, по-видимому, может быть полезным для классификации небесных объектов и при изучении их внутреннего строения.

Также представляет интерес использовать полученное значение k для сравнения с известными оценками размеров элементарных частиц и ядер. Применяя выражение (2) к электрону, мы получаем значение $b_e = 1.35 \cdot 10^{-21} м$, что лишь на порядок больше размера электрона, полученного с помощью ловушки Пеннинга [6]. Таким образом, можно считать, что значение k в целом соответствует правильным значениям размеров как макро, так и микрообъектов, и дает возможность по-новому взглянуть на геометрию окружающего мира.

[1] Роузвер Н.Т. Перигелий Меркурия. От Леверье до Эйнштейна: Пер. с англ. М.: Мир, 1985.
[2] Скоробогатов В. Гравитация в модели 4D-среды. http://vps137.narod.ru/article12.pdf 2009
[3] MathPages. Reflections on Relativity. http://www.mathpages.com/rr/s6-02/6-02.htm
[4] MathPages. Bending light. http://www.mathpages.com/rr/s6-03/6-03.htm
[5] Iorio L. On the recently determined anomalous perihelion precession of Saturn.. http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0811/0811.0756v3.pdf 2008
[6] Dehmelt H. A Single Atomic Particle Forever Floating at Rest in Free Space: New Value for Electron Radius Phys. Scr. T22 102-110 1988