

Smulsky J. J. Gravitation, Field and Rotation of Mercury Perihelion// Proceedings of the Natural Philosophy Alliance. 15th Annual Conference 7-11 April 2008 at the University of New Mexiko, Albuquerque, USA. Vol. 5, No. 2. Published by Space Time Analyses, Ltd. Arlington, MA, USA.– 2009. – Pp. 254-260.

Ниже эта статья на русском языке.

ТЯГОТЕНИЕ, ПОЛЕ И ВРАЩЕНИЕ ПЕРИГЕЛИЯ МЕРКУРИЯ.

Смульский И.И.

Институт криосферы Земли СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия; e-mail

ismulsky@mail.ru

Рассмотрены основные составные части проблемы вращения перигелия Меркурия. Показано, что предложенная в 1898 г. Паулем Гербером конечная скорость распространения тяготения не имеет обоснования. Установлено, что при воздействии по закону тяготения Ньютона перигелий в неподвижной системе отсчета поворачивается на 529.9" в столетие, а по данным наблюдения на 582.3" в столетие. Ранее не учитывалось вращение Солнца на движение планет. Предложена составная модель вращения Солнца, которая позволяет учесть это воздействие. С учетом вращения Солнца закон тяготения Ньютона определяет всю величину вращения перигелия и все особенности движения планет.

1. Введение

Пусть при взаимодействии двух тел, а точнее, двух материальных точек по закону тяготения Ньютона, орбита одного из них относительно другого является эллипсом. Если кроме этих двух тел, например, Солнца и Меркурия будут еще другие тела, то орбита Меркурия относительно Солнца изменится, в частности, будет вращаться в направлении орбитального движения. В результате интегрирования уравнений движения среднюю скорость вращения получили 530" в столетие. Однако в результате анализа данных наблюдения еще в 19 веке было получено вращение перигелия Меркурия 571" в столетие. Для объяснения разности в 41" привлекались разные гипотезы о влиянии: других тел, эллиптичностью Солнца, конечной скорости распространения тяготения и т.п. Последняя гипотеза была математически оформлена Паулем Гербером в 1898 г. [1]. Он задался целью определить скорость распространения тяготения на основе умозрительных представлений о воздействии одного тела на другое. Основой этого воздействия он считал сопротивление среды между двумя телами, когда стремятся увеличить расстояние между ними. П. Гербер считал, что с изменением положения тел среде нужно определенное время, чтобы совершить эту работу. Таким образом, он нашел выражение для потенциала воздействия тела с массой m_1 на тело с массой m_2 в таком виде:

$$V = \frac{G(m_1 + m_2)}{r(1 - \beta)}, \quad (1)$$

где $\beta = v/c$; v - скорость второго тела относительно первого; c - скорость света в вакууме; G - гравитационная постоянная; r - расстояние между телами.

При потенциале (1) он записал дифференциальное уравнение движения тела m_2 относительно тела m_1 и в результате приближенного аналитического решения получил выражение для смещения перигелия орбиты тела m_2 за один период его обращения:

$$\Delta\varphi_p = \frac{24\pi^3 a^2}{T^2 c^2 (1-e^2)}, \quad (2)$$

где a - большая полуось орбиты, а e - ее эксцентриситет.

Задаваясь смещением перигелия Меркурия 41"/ст, П. Гербер из (2) определяет скорость распространения тяготения $c = 305500$ км/сек.

Как видим, идея о конечной скорости тяготения возникает в предположении, что два тела не могут взаимодействовать на расстоянии, а их взаимодействие обусловлено средой, находящейся между ними. Поэтому условный характер полученного им результата (2) П. Гербер осознает и подтверждает следующей фразой [1]: "Конечно, никто не будет отрицать, что движение перигелия Меркурия на угол 41" в столетие может зависеть от других нам ещё неизвестных обстоятельств, и потому обязательной необходимости в конечной скорости распространения гравитационного потенциала нет".

Полученный П. Гербером вывод и основной результат (2) в 1915 г. были положены А. Эйнштейном [2] в основу Общей теории относительности (ОТО). Если П. Гербер ищет ответ на вопрос: какая может быть скорость распространения тяготения, то А. Эйнштейн, принимая скорость тяготения равной c , определяет смещение перигелия Меркурия в виде (2). В дальнейшем на этом основании была сконструирована ОТО в четырехмерной криволинейной геометрии, к тому же в тензорном исполнении. Необычность и сложность этой математики породила массу проблем, за которой потерялась физическая сущность исходных положений.

В действительности, кроме этой сложности ОТО ничего не добавила к результату П. Гербера. Полученный им результат (2), обусловлен видом гравитационного потенциала (1). А вывод последнего основан, как уже отмечалось, на умозрительных представлениях о гравитационном взаимодействии. Какой же должен быть вид у силы взаимодействия двух тел, если тяготение распространяется с конечной скоростью? Кроме умозрительных представлений П. Гербера известны и другие выражения для гравитационного потенциала, например, потенциал Вебера. Кроме того, формула для силы может по-разному определяться из выражения для потенциала.

Для определения силы мы пошли следующим путем. Как известно, электромагнитное взаимодействие распространяется со скоростью света. Опираясь на экспериментальные законы электромагнетизма, мы получили дифференциальное уравнение для силы воздействия одной заряженной частицы с зарядом q_1 на другую с зарядом q_2 , после решения которого определили силу в следующем виде [3]:

$$\vec{F}_{12} = k \frac{\vec{R}_{12}(1-\beta^2)}{\left\{R_{12}^2 - [\vec{\beta} \times \vec{R}_{12}]^2\right\}^{3/2}}, \quad (3)$$

где \vec{R}_{12} - радиус-вектор от первой частицы до второй; $k=k_e=q_1 \cdot q_2 / \varepsilon$; ε - диэлектрическая проницаемость среды между частицами; $\vec{\beta} = \vec{v}_{12} / c_1$; \vec{v}_{12} - вектор скорости второй частицы относительно первой; $c_1 = c / \sqrt{\mu \cdot \varepsilon}$ - скорость распространения электромагнитного воздействия в среде; μ - магнитная проницаемость среды.

Закон Кулона определяет силу взаимодействия неподвижных друг относительно друга заряженных частиц. Отличие его от закона (3) для движущихся друг относительно друга заряженных частиц обусловлено конечной скоростью распространения электромагнитного воздействия. Если это отличие мы применим для закона тяготения Ньютона, то выражение (3) при $k=k_g=-G \cdot m_1 \cdot m_2$ будет определять силу гравитационного воздействия, распространяющегося со скоростью света. Здесь m_1 и m_2 - массы взаимодействующих тел.

Уравнение взаимодействия двух тел при силе (3) мы численно проинтегрировали для разных ситуаций и получили весь спектр возможных траекторий [4-6]. Для эллипсовидных траекторий отличие силы (3) от силы тяготения Ньютона заключается в изменении полуоси орбиты a , периода T и повороту перигелия на величину $\Delta\varphi_p$ (см. табл. 1) В таблице относительные изменения определялись, например, для полуоси a так: $\delta a = (a_N - a_\beta) / a_N$, где a_N - полуось орбиты при взаимодействии по закону Ньютона, а a_β - по закону (3). Из таблицы видно, что изменение полуоси δa и периода δT в два раза превышает смещение перигелия $\delta\varphi_p$. Однако по результатам наблюдений изменений δa и δT не обнаруживают.

Табл. 1. Относительные изменения параметров орбит при разных эксцентриситетах e орбиты и разных приведенных скоростях β_p в перигелии.

e	β_p	$\delta\varphi_p$	δa	δT
0.25	0.1	-0.003	0.0084	0.0065
	0.3	-0.032	0.076	0.055
	0.1	-0.002	0.0072	0.007

0.43	0.3	-0.025	0.066	0.060
------	-----	--------	-------	-------

Для перигелия Меркурия сила (3) дает $\Delta\varphi_p=0.23''$ в столетие, т.е. в 200 раз меньше величины, чем полученная П. Гербером и принятая в ОТО. Решение этой задачи показало нам, что приближенное интегрирование уравнения движения при потенциале (1) П. Гербером было очень грубым. Поэтому смещение перигелия (2) может существенно отличаться от точного результата, который обусловлен потенциалом (1). Так что, возможно, при правильном решении задачи, результат П. Гербера и ОТО приблизится к полученному нами смещению перигелия $\Delta\varphi_p=0.23''$ в столетие.

Итак, единственным обоснованным механизмом конечной скорости тяготения есть механизм, который следует из аналогии тяготения с электромагнитным воздействием. При этой скорости распространения тяготения вращение перигелия составляет лишь $0.23''$ в столетие. Кроме того, конечная скорость тяготения приводит к изменению других характеристик орбиты, например, периода обращения, длины полуоси и др. Однако, закон тяготения Ньютона хорошо описывает все остальные параметры орбиты Меркурия. Поэтому конечная скорость тяготения не может быть причиной этого явления. По-видимому, должна существовать другая причина аномального вращения перигелия Меркурия. Она должна приводить к смещению перигелия орбиты Меркурия, но не изменять ее эксцентриситет, период обращения, наклон и положение восходящего узла.

2. Изменения орбиты Меркурия

согласно закону тяготения Ньютона и по наблюдениям

На протяжении более десяти лет мы занимаемся исследованием эволюции орбитального и вращательного движения Земли планет [7,8]. Разработали новый метод численного интегрирования уравнений взаимодействия n_2 тел по закону тяготения Ньютона:

$$\frac{d^2 \vec{r}_i}{dt^2} = -G \sum_{k \neq i}^{n_2} \frac{m_k \vec{r}_{ik}}{r_{ik}^3}, \quad i = 1, 2, \dots, n_2, \quad (4)$$

где \vec{r}_i - радиус-вектор m_i относительно центра масс Солнечной системы;

\vec{r}_{ik} - радиус-вектор от тела массой m_k до тела массой m_i .

Метод реализован в виде программы Galactica на фортране. Его точность на порядки превышает точность известных нам из литературы методов. Этим методом мы проинтегрировали уравнения движения планет, Луны и Солнца, т.е. при $n_2=11$, за разные интервалы времени, в том числе за 100 млн. лет [9]. В результате многократных

сопоставлений полученных результатов с результатами наблюдений и результатами других авторов мы установили, что все наблюдаемые особенности движения планет описываются нашими численными решениями. Исключением являются только скорость движения перигелия Меркурия: она на 9% отличается от наблюдаемой. На рис. 1 представлены исследуемые угловые параметры орбиты Меркурия. Интегрирование уравнений (4) проводится в неускоренной системе координат xuz , основой которой является остановленная на начальную эпоху, например J2000.0, плоскость земного экватора A_0A_0' . Поэтому угловое положение точки перигелия B мы определяем от плоскости экватора A_0A_0' , т.е. $\varphi_p = DB$. Однако, точка D при изменении положения орбиты $MeMe'$ смещается вдоль нее и вносит вклад в величину φ_p . Чтобы уменьшить его, отсчитываем положение перигелия от т. G , которая получена в результате пересечения перпендикулярного круга γ_0G с кругом $MeMe'$ плоскости орбиты Меркурия, т.е. $\varphi_{p0} = GB$.

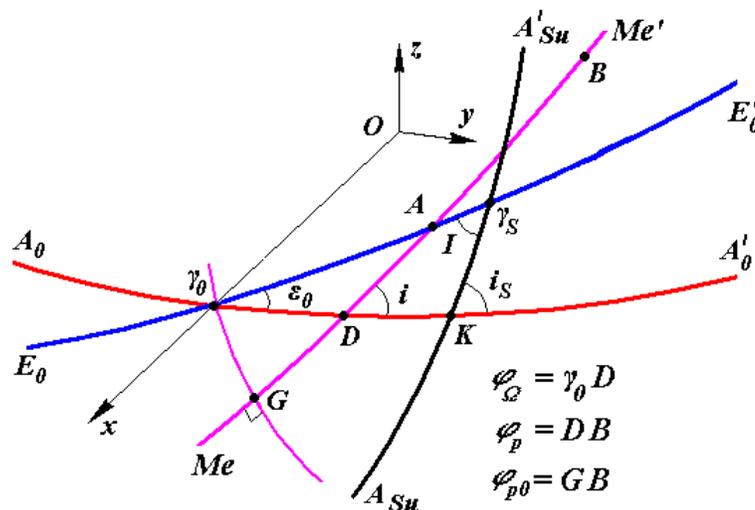


Рис. 1. Параметры орбиты Меркурия в неподвижной экваториальной гелиоцентрической системе координат x,y,z : A_0A_0' – плоскость экватора Земли в начальную эпоху T_0 ; E_0E_0' – плоскость орбиты Земли (плоскость неподвижной эклиптики) в начальную эпоху T_0 ; $MeMe'$ – плоскость орбиты Меркурия в произвольную эпоху T ; $A_{Su}A_{Su}'$ – плоскость экватора Солнца в произвольную эпоху T ; γ_0 – точка весеннего равноденствия в эпоху T_0 ; B – положение перигелия Меркурия на небесной сфере; $\varphi_\Omega = \gamma_0 D$ – угловое расстояние восходящего узла орбиты; $\varphi_p = DB$ и $\varphi_{p0} = GB$ – угловые расстояния перигелия; i – угол наклона плоскости орбиты к плоскости неподвижного экватора.

На рис. 2 сопоставлены результаты интегрирования уравнений движения (4) программой Galactica с аппроксимациями данных наблюдения С. Ньюкомба [10] и Дж.Л. Симона и др. [11]. Метод интегрирования, его погрешности и начальные условия подробно описаны в нашей работе [9]. Полиномиальные зависимости С. Ньюкомбом и Дж.Л.

Симоном и др. даны в подвижных эклиптических координатах. Их преобразование в неподвижную экваториальную систему приведено также в [9]. На рис. 2 точками 1 представлена рассчитанная нами динамика параметров орбиты Меркурия: эксцентриситета e , долготы восходящего узла φ_{Ω} , угла наклона плоскости орбиты i , угла положения перигелия φ_{p0} и отклонений полуоси Δa и периода обращения ΔT_{tr} от их средних значений. Прерывной и сплошной линиями представлены те же величины, полученные из наблюдений. Следует отметить, что база наблюдений не превышает 2000 лет. По этой причине их достоверность ограничена этим периодом времени. И как видно из графиков, аппроксимации 2 и 3 угла наклона i за этим интервалом времени начинают отклоняться от рассчитанной нами зависимости 1. Из графиков видно, что результаты наблюдений 2 и 3 хорошо согласуются с результатами решений дифференциальных уравнений (4) для элементов e , i , φ_{Ω} в пределах нескольких тысяч лет в прошлое и в будущее от исходной эпохи.

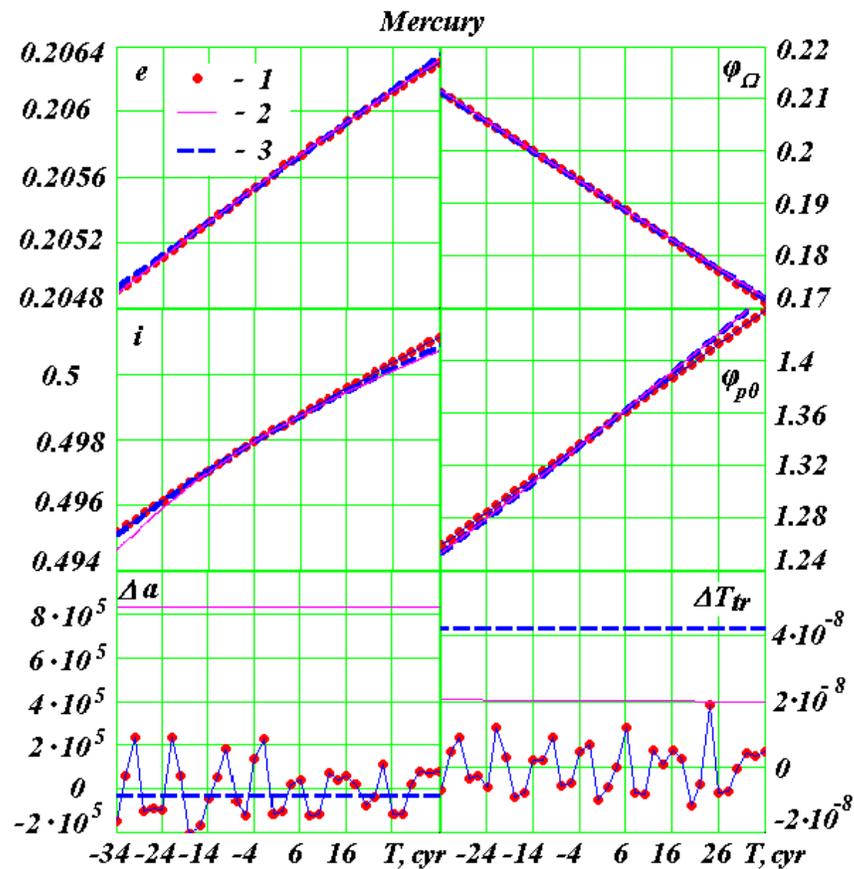


Рис. 2. Изменение орбиты Меркурия на интервале $-3.4 \div +3.6$ тыс. лет по результатам интегрирования уравнений (4) (см. на графике точки 1) и сопоставление его с аппроксимацией данных наблюдений С. Ньюкомба (2) и Дж.Л. Симона и др. (3) : e – эксцентриситет; углы: i , φ_{Ω} и φ_{p0} даны в радианах, а их обозначение см. на рис. 1; Δa – отклонение большой полуоси в метрах от ее

среднего значения $a_m = 5.79091129 \cdot 10^{10}$ м и ΔT_{ir} – отклонение периода обращения в юлианских столетиях от его среднего значения $T_{irm} = 2.40842427 \cdot 10^3$ суг. T – время юлианских столетиях от 30.12.1949 г.; интервал между точками – 200 лет. Средние значения a_m и T_{irm} получены по результатам интегрирования уравнений (4).

Так как скорости изменения параметров орбиты в современную эпоху в наилучшей степени представляют различия, то в табл. 2 они приведены для эпохи J2000.0. Как видно, наибольшее отличие имеется для скорости изменения перигелия $d\varphi_p/dT$: согласно аппроксимациям [10-11] данных наблюдения она равна 582.3" в столетие, а в результате интегрирования уравнений (4) гравитационного взаимодействия тел по закону Ньютона – 529.9" в столетие. Эти результаты мы многократно проверили, поэтому разность между ними составляет 52.4" в столетие, а не как было принято в начале 20-го века 41" в столетие.

На рис. 2 также сопоставлены отклонения большой полуоси орбиты Δa и продолжительности обращения ΔT_{ir} . Видно, что величины их согласуются с результатами С. Ньюкомба и Дж. Л. Симона и др. в рамках различий между последними. Полуось a и T_{ir} функционально связаны, например, при взаимодействии 2-х тел эта связь имеет вид:

$$T_{ir} = 2\pi a^{3/2} / \sqrt{G(m_{Me} + M_S)}, \quad (5)$$

где m_{Me} и M_S – массы Меркурия и Солнца, соответственно.

Синхронность колебаний Δa и ΔT_{ir} по результатам наших решений подтверждает эту связь. Отсутствие такой синхронности по результатам вышеупомянутых авторов свидетельствует о том, что величины погрешностей их результатов имеют порядок величин отклонения Δa и ΔT_{ir} .

Табл. 2. Сопоставление скоростей изменения параметров орбиты Меркурия на эпоху 2000.0, $JD_S = 2451545$: Nc и Sim – вековые изменения Ньюкомба и Симона и др. по результатам наблюдений; $n_2=11, 16, 21$ – по результатам интегрирования уравнений (4) с обычным Солнцем ($n_2=11$) и с моделями Солнца No 4 и No 5, соответственно.

Скорости	Изменение параметра за столетие (углы i и φ_Ω в радианах, φ_{p0} – в секундах)				
	Nc	Sim	$n_2=11$	4-я м. $n_2=16$	5-я м. $n_2=21$
de/dT	2.04E-5	2.0406E-5	2.0253E-5	2.0228E-5	2.0228E-5
Di/dT	8.1302E-5	8.1047E-5	8.5020E-5	7.4037E-5	7.4037E-5
$d\varphi_\Omega/dT$	-5.6510E-4	-5.6510E-4	-5.7229E-4	-5.9606E-4	-5.9606E-4
$d\varphi_p/dT$	582.05	582.53	529.86	581.64	581.64

Следует также отметить наличие колебаний полученных нами результатов. Аналогичные колебаниям Δa и ΔT_{ir} имеются колебания и остальных параметров орбиты. Поэтому при определении скоростей их изменения мы аппроксимировали полученные

результаты для параметров e , i , φ_Ω и φ_{p0} параболлами. Это, а также выбор системы отсчета позволил получить надежные результаты по скоростям изменения параметров.

3. О воздействии вращающегося шара на материальную точку

Гравитационное воздействие одного тела на другое определяется силой тяготения Ньютона. К сожалению, еще в 18 веке ввели поле, и гравитационное воздействие стали представлять так. Первое тело создает поле, а это поле действует на второе тело. Концепция поля привела ко многим ошибкам в современной науке, а также к погрешностям при расчете гравитационных взаимодействий. Одна из таких ошибок существует в понимании воздействия вращающегося тела. Например, однородный вращающийся шар и такой же невращающийся шар имеют одинаковое распределение гравитационного потенциала вокруг себя, т.е. создают одинаковое гравитационное поле. Поэтому автоматически считают, что эти два тела будут одинаково воздействовать на движущуюся вокруг них материальную точку (МТ). В действительности это не так. Каждая часть вращающегося тела относительно МТ движется по-разному. Это движение отразится на взаимодействии этой части с ней. Различие взаимодействий будет точно такое же, как и при воздействии одной материальной точки на другую. Если вначале вторая МТ неподвижна относительно первой, то она будет двигаться в ее направлении. Если же начальная скорость второй МТ направлена перпендикулярно их линии соединения, то в зависимости от величины скорости эта точка будет двигаться по окружности, эллипсу, параболе или гиперболе.

Итак, вращающееся тело будет воздействовать на материальную точку не так как невращающееся тело. Чтобы определить воздействие вращающегося тела на материальную точку нужно интегрировать уравнение движения МТ при воздействии на нее сил тяготения Ньютона от всех частей вращающегося тела. Такая задача является очень сложной и, возможно, когда-нибудь она будет решена. Мы пошли по другому пути и рассмотрели составную модель вращающегося тела. Его вращение мы представляем в виде осесимметрично расположенных в одной плоскости нескольких тел, которые в результате взаимного тяготения обращаются вокруг центрального тела. Варьируя их параметрами можно некоторые характеристики вращения составной модели и рассматриваемого тела сделать одинаковыми. Такую составную модель вращения Земли мы создали и исследовали [12-13]. Эволюция такой модели хорошо представила эволюцию оси вращения Земли.

4. Составная модель вращения Солнца

В настоящей работе мы представляем составную модель вращения Солнца. Но в отличие от составной модели Земли, здесь мы исследовали воздействие такого составного

Солнца на эволюцию движения планет. Составная модель (см. рис. 3) представляет n тел с массой m_i равномерно расположенных по окружности радиусом a вокруг центрального тела массой m_0 . Масса всех $n+1$ тел равна массе Солнца:

$$m_i n + m_0 = M_S. \quad (6)$$

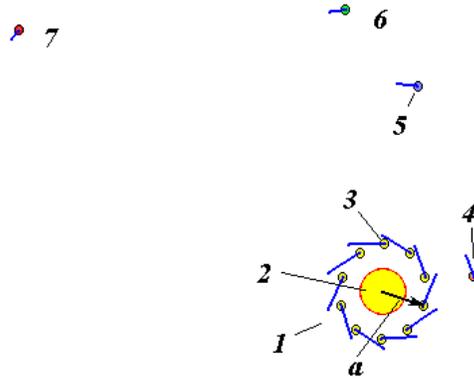


Рис. 3. Составные модели вращения Солнца и их параметры при массе Солнца $M_S = 1.98892 \times 10^{30}$ кг и его радиусе $R_S = 6.97113 \times 10^8$ м: 1 – составная модель Солнца; 2 – центральное тело; 3 – периферийное тело в модели No. 5; 4 – Меркурий; 5 – Венера; 6 – Земля и Луна; 7 – Марс; Остальные планеты находятся за пределами рисунка. Положение тел дано на 30.12.49 г. Линиями у тел представлены вектора их скоростей.

No Модели	n	$m_i \times 10^{-23}$	$a \times 10^{-10}$
		кг	м
2	5	604.8	2.528358
3	5	1.966	2.528449
4	5	1.565	2.528449
5	10	0.782	2.528449

Составная модель Солнца основана на результатах нашего точного аналитического решения [3,14] задачи взаимодействия n -тел, осесимметрично расположенных на плоскости вокруг центрального тела. Мы получили силу воздействия на каждое периферийное тело в следующем виде:

$$F = G(m_0 + m_i f_n) m_i / r^3, \quad (7)$$

где r – расстояние от центрального тела m_0 до периферийного m_i ; функция f_n , зависит от числа тел n :

$$f_n = 0.25 \sum_{i=2}^n \frac{1}{\sin[(i-1)\pi/n]}. \quad (8)$$

Из физических соображений следует, что такая модель будет идентична по воздействию вращающегося Солнца на планеты, если совпадут их угловые скорости вращения, массы частей вращающегося Солнца с массами периферийных тел $n m_i$, а также расстояние этих тел до планет с расстоянием вращающихся масс Солнца до планет. Однако

последние два условия выполнить невозможно, так как составная модель может существовать при $a \sim 36R_S$, где R_S - радиус Солнца. Поэтому можно варьировать только количеством периферийных тел n и массой m_l . При исследовании составной модели Земли [12-13], было установлено, что количество тел $n=5$ является оптимальным с позиций трудоемкости и адекватности. Поэтому представленные ниже результаты были получены с $n=5$ при вариации m_l (4-е варианта) и один вариант при $n=10$.

При силе (7) и угловой скорости Солнца ω_s радиус круговой орбиты определяется выражением

$$a = [G(m_0 + m_l f_n) / \omega_s^2]^{1/3}, \quad (9)$$

где $\omega_s = 2\pi/T_S$;

$T_S = 25^d \cdot 38 \cdot 24 \cdot 3600$ - сидерический период вращения Солнца в сек.

Итак, при заданных m_l и n из (6) определяется масса центрального тела m_0 , а из (9) - полуось a круговой орбиты периферийных тел. Тела расположены в плоскости экватора Солнца, которая по данным Кэррингтона [15,16] наклонена к плоскости эклиптики J2000.0 (см. рис. 1) под углом $I = 7.^\circ 25$, а долгота восходящего узла $\Omega = \gamma_0 \gamma_S = 75.^\circ 76 + 1.397 \cdot T$, где T - время в юлианских столетиях от эпохи J2000.0. С помощью величин I и Ω координаты и скорости тел составной модели Солнца преобразуются в барицентрическую экваториальную систему координат.

Уравнения взаимодействия (4) Солнца, планет, Луны и тел составной модели Солнца, всего n_2+n тел, численно интегрировались, и проводились исследования, аналогичные представленным на рис. 2. Исследовались орбиты четырех планет: от Марса до Меркурия. Было рассмотрено пять составных моделей Солнца. В первой модели радиус a составной модели был равный радиусу Солнца R_S . Однако эта модель оказалась неустойчивой. Параметры остальных моделей приведены в таблице на рис. 3.

Для модели 2 с наибольшей массой m_l периферийных тел существенно изменилась представленная на рис 2 динамика параметров: e , i , φ_{Ω} , φ_{p0} . Например, угол наклона i стал уменьшаться, скорость изменения перигелия значительно возросла, а колебания Δa и ΔT_{tr} увеличились на 2 порядка. Аналогичное влияние эта модель оказала на орбиту Венеры, но с меньшими амплитудами колебаний, например, величины Δa и ΔT_{tr} возросли всего на порядок.

Для орбит Земли и Марса величины изменений уменьшались, и для орбиты Марса существенно изменилась только динамика угла наклона i , а отклонения Δa и ΔT_{tr} практически не изменились.

Обозначим скорости изменения перигелия Меркурия во второй модели $\varphi'_{p02} = d\varphi_{p0}/dT = 20704''$ в столетие, а полученное интегрированием уравнений (4) с обычным Солнцем – φ'_{p00} и в результате аппроксимации наблюдений – φ'_{p0a} . Считая, что воздействие составной модели Солнца пропорционально массе периферийных тел, можно, составив пропорцию из вышеприведенных величин, определить новую массу m_{1n} периферийного тела:

$$m_{1n} = m_{12} \frac{\varphi'_{p0a} - \varphi'_{p00}}{\varphi'_{p02} - \varphi'_{p00}}, \quad (10)$$

где m_{12} – масса периферийного тела в модели 2.

В третьей модели масса периферийного тела была взята близкой к величине, следующей из (10). При этом скорость изменения перигелия Меркурия была получена $\varphi'_{p03} = 594.9''$ в столетие, т.е. больше наблюдаемой. Последующие уточнения массы периферийного тела привели к модели 4. С целью проверки влияния количества периферийных тел в пятой модели оно было увеличено вдвое, а масса m_1 вдвое уменьшена. Результаты моделей 4 и 5 по скоростям изменения параметров орбиты Меркурия приведены в табл. 2. Как видно из табл. 2, они совпадают. При этом скорость вращения перигелия $581.6''$ в столетие близка к наблюдаемой величине $582.3''$ в столетие. Дальнейшим уточнением массы периферийного тела m_1 можно сделать эти скорости равными.

Как видно из табл. 2 составная модель вращения Солнца привела также к изменению скорости угла наклона di/dT с $8.5 \cdot 10^{-5}$ радиан в столетие до $7.4 \cdot 10^{-5}$. Это изменение направлено в сторону сближения с величиной $8.1 \cdot 10^{-5}$ радиан в столетие, полученное по данным наблюдения. Однако эта тенденция слишком сильная, поэтому с учетом составной модели результат хуже совпадает с наблюдениями, чем без ее учета. Такая же ситуация, но меньшей степени, имеется для $d\varphi_{\Omega}/dT$.

Параметры i и φ_{Ω} (см. рис. 1) определяют плоскость орбиты Меркурия. Так как полуось орбиты составной модели a равна 0.437 полуоси орбиты Меркурия, то периферийные тела составной модели оказывают сильное воздействие на плоскость орбиты Меркурия. И полученное изменение скоростей i и φ_{Ω} является тому свидетельством. Очевидно, что вращающиеся массы, будучи расположенными на Солнце, не вызовут этого изменения.

Составные модели Солнца 4 и 5 не изменили величин отклонений полуоси Δa и периода обращения ΔT_r Меркурия. Эти модели не оказали ощутимого влияния на параметры орбиты Венеры, а орбиты Земли и Марса практически остались без изменения. Таким образом, воздействие вращающегося Солнца, имитированное составной его моделью,

приводит к дополнительному смещению перигелия Меркурия и не оказывает существенного влияния на другие параметры орбиты Меркурия, а также на параметры орбит других планет.

Выводы

1. Предложенный в 1898г. Паулем Гербером механизм конечной скорости тяготения является умозрительным и не имеет обоснования.
2. Механизм конечной скорости тяготения, основанный на аналогии с электромагнитным воздействием, дает смещение перигелия 0.23" в столетие, что более чем в 200 раз меньше разницы между наблюдениями и расчетами по закону тяготения Ньютона.
3. Уточненная скорость вращения перигелия Меркурия относительно неподвижного пространства составляет 582.3" в столетие, а по расчетам при законе тяготения Ньютона 529.9" в столетие, т.е. разность между ними равна $\Delta\varphi'_{p0} = 52.4"$ в столетие.
4. Конечная скорость тяготения должна приводить не только к изменению смещения $\Delta\varphi_{p0}$ перигелия, но и в два раза больших изменений периода обращения ΔT_{tr} и длины полуоси a . Так как этих изменений не наблюдается, то конечная скорость тяготения не может объяснить смещения перигелия Меркурия.
5. Полученная в результате ньютоновского взаимодействия скорость $\varphi'_{p0} = 529.9"$ в столетие не учитывает воздействия вращающихся масс Солнца. Учет вращения Солнца в виде составной модели позволяет компенсировать разность $\Delta\varphi_{p0}$ с наблюдениями, не изменяя период ΔT_{tr} и полуось орбиты Меркурия a , а также параметров орбит других планет.
6. Введенная в механику концепция поля затрудняет понимание взаимодействий между телами. Воздействие вращающегося тела на движущуюся относительно него материальную точку отличается от воздействия невращающегося тела. С учетом воздействия вращающегося Солнца закон тяготения Ньютона определяет все особенности движения в Солнечной системе.

Литература

1. Gerber P. Die raumliche und zeitliche Aubreitung der Gravitation // Z. Math. Phys.– 1898.– Vol. 43.– P. 93-104.
2. Эйнштейн А / А Эйнштейн. Собр. науч. трудов: В 4 т.– М.: Наука.– 1965.– Т. 1.– С. 439-447.
3. Смутьский И. И. Теория взаимодействия. - Новосибирск: Из-во Новосибирского ун-та, ННЦ ОИГГМ СО РАН. - 1999. - 294с. http://www.ikz.ru/~smulski/TVfulA5_2.pdf.
4. Смутьский И.И. Траектории при взаимодействии двух тел, зависящем от относительного расстояния и скорости//Математическое моделирование. - 1995. - Т.7. - N7. - С.117-126. <http://www.smull.newmail.ru/Russian1/FounPhisics/TrV2tl.pdf>.

5. Smulsky J.J. The new Fundamental Trajectories: part 1 - Hyperbolic/ Elliptic trajectories// Galilcan Electrodynamics. Vol. 13, № 2, 2002, pp. 23-28. <http://www.smul1.newmail.ru/English1/FounPhisics/NFT.pdf>.
6. Smulsky J.J. The new Fundamental Trajectories: part 2 - Parabolic/ Elliptic trajectories// Galilcan Electrodynamics. Vol. 13, № 3, 2002, pp. 47-51. <http://www.smul1.newmail.ru/English1/FounPhisics/NFT.pdf>.
7. Смутьский И.И. Расчет взаимодействий в Солнечной системе за 50 млн. лет для изучения эволюции климата // «Большая Медведица». Журнал проблем защиты Земли. – Межрегиональный общественный фонд им. Ломоносова. Новосибирск, Россия.– 2005 г. No. 1, с. 44-56. <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/RasVSS2c.pdf>.
8. Смутьский И.И., Сеченов К.Е. Уравнения вращательного движения Земли и их решения при воздействии Солнца и планет / Институт криосферы Земли СО РАН. - Тюмень, 2007. - 35 с. - ил.: 7. Библиогр.: 19 назв. - Рус. - Деп. в ВИНТИ 02.05.07 г. № 492-B2007. <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/UVrVzSPc.pdf>.
9. Гребеников Е.А., Смутьский И.И. Эволюция орбиты Марса на интервале времени в сто миллионов лет / Сообщения по прикладной математике. Российская Академия Наук: ВЦ им. А.А. Дородницына. М.: ВЦ РАН А.А. Дородницына. – 2007. 63 с. <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/EvMa100m4t2.pdf>.
10. Newcomb S. The elements of the fourt inner planrts a nd the fundamental constants of astronomy. Washington: Government printing office. 1895. –202 p.
11. Simon J.L., Bretagnon P., Chapront J. et. al. Numerical Expression for Precession Formulae and Mean Elements for the Moon and the Planets // Astron. Astrophys. – 1994, vol. 282, p. 663-683.
12. Мельников В. П., Смутьский И.И., Смутьский Я.И. Эволюция осесимметричной системы и вращение Земли / Фундаментальные и прикладные проблемы механики: Материалы конференции. – Томск: Изд-во Том. Ун-та. – 2006. – С. 448-449. <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/EvOsSy3.pdf>.
13. Мельников В. П., Смутьский И.И., Смутьский Я.И. Составная модель вращения Земли и возможный механизм взаимодействия континентов // Геология и Геофизика, 2008, №11, с. 1129-1138. <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/RGGRu190.pdf>.
14. Смутьский И.И. Осесимметричная задача гравитационного взаимодействия N-тел// Математическое моделирование. – 2003, а, т. 15, № 5, с. 27-36. <http://www.smul1.newmail.ru/Russian1/IntSunSyst/Osvnb4.doc>.
15. Carrington R.Ch. Observation of the spot on the Sun from November 9, 1853 to March 24, 1861 made in at Redhill. London: Williams and Norgate. – 1863. 248 p.
16. Труды ИПА РАН. Вып. 10. Эфемеридная астрономия. – Санкт-Петербург: ИПА РАН, 2004 – 488 с.