Chinese J. of Systems Engineering and Electronics, Vol. 6, No. 4, 1995, pp. 107-114
Special Issue on Space, Time and Motion – Theory and Experiment

Перевод с английского

Теория гравитации Эйнштейна: альтернативный эксперимент и теория

Анатолий Ф. Потехин
Одесский государственный морской университет, Мечникова 34, Одесса, 65029, Украина
(Статья получена 21 октября 1994)

Аннотация. Обоснована постньтоновская теория гравитации в линейном и нелинейном приближениях в форме электродинамических уравнений Максвелла. Рассматриваются некоторые следствия из этой теории.
Ключевые слова: Гравитогироскопическое поле, смещение перигелия.

1. ВВЕДЕНИЕ.

В фундаменте общей теории относительности Эйнштейна заложены два краеугольных камня: общий принцип относительности и принцип эквивалентности. Как и в специальной теории относительности [1], оба эти принципа интерпретируются Эйнштейном неверно [2] и др.

Как следствие, следует признать, что на протяжении 3/4 столетия существования этой теории, она не нашла практического применения и не привела к изменению технологий. Это не может не настораживать.

В этой связи полезно напомнить, что кинематическая теория гравитации Птолемея-Коперника-Кеплера была вытеснена динамической теорией гравитации Ньютона. Затем снова наступил период кинематической теории гравитации Эйнштейна как теории пространства и времени. Следует признать, что, не имея динамической теории гравитации как технической теории, мы что-то потеряли.

Чтобы отразить динамический процесс движения материальных тел, Ньютон ввёл понятия приложенных сил и сил инерции.

Силы инерции имеют такой же универсальный характер, как и силы гравитационного притяжения. Что касается сил гравитационного притяжения, то Ньютон установил, что их источником являются материальные тела. Источников же сил инерции Ньютон не нашёл и ввёл их по определению как врождённые силы материи. Только Мах сделал предположение, что силы инерции также порождаются материальными телами. Развивая эту идею, Эйнштейн сформулировал принцип тождественной эквивалентности сил инерции и сил гравитационного притяжения, и обосновал на этой основе свою теорию гравитации [3]. Но уже из теории Ньютона следует, что силы инерции эквивалентны силам гравитационного притяжения лишь с точностью до знака (принцип Даламбера). К сожалению, Эйнштейн не принял во внимание, что взаимно тяготеющие тела порождают силы инерции, противоположные по знаку их силам гравитационного притяжения (***в противном случае, эти тела мгновенно схлопнулись бы***). А если это так, то второе (постньютоновское) приближение поля гравитации тела, должно быть полем отталкивания, а не притяжения. Так ли это? Ответить на этот вопрос можно, лишь создав независимую от теории Эйнштейна постньютоновскую теорию гравитации.

Делалось много попыток создать постньютоновскую теорию гравитации до Эйнштейна и после- [4], [5] и др. К сожалению, эти попытки оказались безуспешными. Трудно поверить в то, что постньютоновская теория гравитации не может быть создана непосредственно на базе физических фактов и аналогий, а не как результат упрощений уравнений Эйнштейна. Ниже даётся обоснование такой теории и рассматриваются некоторые следствия из неё.

ПОСТНЬЮТОНОВСКОЕ ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ – ЛИНЕЙНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ

Работы Лоренца, Пуанкаре, Эйнштейна и др., в конечном итоге, привели к осознанию того, что система уравнений Максвелла, которая описывает электромагнитное поле на базе экспериментальных результатов, полученных Фарадеем, есть следствие кинематического эффекта: ограничения скорости распространения физических взаимодействий. В частности, не только изменение пространственного и временного интервалов, но и сжатие поля движущегося заряда в направлении его движения есть также чисто кинематический эффект, никак не связанный с физической природой источника поля – электрический заряд или гравитационный. Отсюда следует, что для любых взаимодействий кулоновского типа, можно построить теорию в форме электродинамики Максвелла.

Может существовать только четыре типа полей, которые описываются в форме системы уравнений Максвелла. Это следующие поля.

Поле I, создаваемое движущейся средой с положительной объемной плотностью ρ_e электрического заряда

$$\mathrm{rot}\,\overline{E} = -\frac{\partial \overline{B}}{\partial t}; \qquad \mathrm{div}\,\overline{E} = \frac{1}{\varepsilon_0}\rho_e; \tag{1}$$

$$\mathrm{rot}\,\overline{B} = \mu_0(\rho_e v + \varepsilon_0 \frac{\partial \overline{E}}{\partial t}); \qquad \mathrm{div}\,\overline{B} = 0. \tag{2}$$

Поле II , которое получается из поля I подстановкой $-\overline{E}$ вместо $\overline{E}$ и $-\overline{B}$ вместо $\overline{B}$.
Тот же результат можно получить подстановкой в уравнения поля I $-\rho_e$ вместо ρ_e. Это позволяет ввести понятие отрицательного электрического заряда и его поля II.

Поле III получается из поля I подстановкой $-\overline{E}$ вместо $\overline{E}$ и $\overline{B}$ вместо $\overline{B}$. Переобозначая $\overline{E}$ на $\overline{H}$ и $\overline{B}$ на $\overline{G}$, получим следующую систему уравнений, которые описывают это поле:

$$\mathrm{rot}\,\overline{H} = \frac{\partial \overline{G}}{\partial t}; \qquad \mathrm{div}\,\overline{H} = -\frac{1}{\gamma_0}\rho_m; \tag{3}$$

$$\mathrm{rot}\,\overline{G} = g_0(\rho_m \overline{v} - \gamma_0 \frac{\partial \overline{H}}{\partial t}): \qquad \mathrm{div}\,\overline{G} = 0, \tag{4}$$

здесь c - скорость света в вакууме, $\gamma_0 g_0 = \varepsilon_0\mu_0 = 1/c^2$.

Поле IY может быть получено из поля I подстановкой $\overline{H}$ вместо $\overline{E}$ и $-\overline{G}$ вместо $\overline{B}$.

Поля III и IY имеют такую же симметрию относительно заряда, как и поля I и II, т. е. поле IY получается из поля III подстановкой $-\rho_m$ вместо ρ_m. Но такой симметрии не существует между полями I и II, с одной стороны, и полями III и IY, с другой стороны. Всё, что мы знаем из экспериментов о взаимодействии электрических зарядов, описывается полями I и II. Следовательно, можно предположить, что поля III и IY описывают взаимодействия не электрической природы.

Из аналогии между законом Кулона в электростатике и законом тяготения Ньютона в гравитостатике, можно предположить, что полям III и IY соответствуют гравитационные взаимодействия. Известно существование гравитационных зарядов только одного знака. В таком случае, взаимодействию этих зарядов должно соответствовать поле III, для которого

$$\operatorname{div}\overline{H} = -\frac{1}{\gamma_0}\rho_m, \tag{5}$$

в соответствии с законом всемирного тяготения Ньютона. Тогда $\overline{H}$ есть напряжённость гравитационного поля, ρ_m есть плотность гравитационного заряда (гравитационной массы) и гравитационная константа $\gamma_0 = 1/4\pi k$ (k -гравитационная константа Ньютона).

Физический смысл вектора $\overline{G}$ устанавливается из рассмотрения взаимодействия гравитационных вихрей – это удвоенная угловая скорость прецессии пробного гироскопа в данном поле, вследствие которой его ось вращения ориентируется по направлению $\overline{G}$. Вектор $\overline{G}$, в таком случае, целесообразно назвать вектором гироскопической индукции, g - гироскопической константой и $\overline{H}\overline{G}$ поле - гравитогироскопическим полем как аналога электромагнитного поля.

ПОСТНЬЮТОНОВСКОЕ ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ – НЕЛИНЕЙНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ

Из уравнений (3), (4) находим плотность субстанциальной энергии гравитогироскопического поля

$$w_0 = \frac{1}{2}(\gamma_0 H^2 + \frac{1}{g_0}G^2), \tag{6}$$

плотность потока энергии

$$\overline{S} = \frac{1}{g_0}\overline{H}\times\overline{G} \tag{7}$$

и плотность импульса поля

$$\overline{p}_f = \frac{\overline{S}}{c^2} = \gamma_0\overline{H}\times\overline{G}. \tag{8}$$

Согласно идеи Эйнштейна, поле гравитации также является источником поля гравитации. Поэтому, в уравнениях (3) и (4), мы должны принять во внимание наряду с плотностью массы ρ_m и плотностью количества движения вещества $\rho_m\overline{v}$, также плотность энергии w_0 и плотность количества движения поля $\overline{p}_f$. Тогда

$$\operatorname{div}\overline{H} = -\frac{1}{\gamma_0}(\rho_m + \rho_f), \tag{9}$$

$$\mathrm{rot}\,\overline{G} = g_0[(\rho_m \overline{v} + \overline{p}_f) - \gamma_0 \frac{\partial H}{\partial t}], \tag{10}$$

где

$$\rho_f = \frac{w_0}{c^2}. \tag{11}$$

Принимая во внимание величины w_0, $\overline{p}_f$ и (11), получим следующую систему уравнений, описывающих гравитогироскопического поля в нелинейном приближении

$$\mathrm{rot}\,\overline{H} = \frac{\partial \overline{G}}{\partial t}; \qquad \mathrm{div}\,\overline{H} = -\frac{1}{\gamma_0}\rho_m - \frac{1}{2}(\frac{1}{c^2}H^2 + G^2); \tag{12}$$

$$\mathrm{rot}\,\overline{G} = g_0(\rho_m \overline{v} - \gamma_0 \frac{\partial \overline{H}}{\partial t}) + \frac{1}{c^2}\overline{H} \times \overline{G}; \qquad \mathrm{div}\,\overline{G} = 0 \tag{13}$$

или, ограничиваясь только членами порядка v^2/c^2,

$$\mathrm{rot}\,\overline{H} = \frac{\partial \overline{G}}{\partial t}; \qquad \mathrm{div}\,\overline{H} = -(\frac{1}{\gamma_0}\rho_m + \frac{1}{2c^2}H^2); \tag{14}$$

$$\mathrm{rot}\,\overline{G} = g_0(\rho_m \overline{v} - \gamma_0 \frac{\partial \overline{H}}{\partial t}); \qquad \mathrm{div}\,\overline{G} = 0. \tag{15}$$

При $\rho_m = 0$ из (14, (15) получим систему уравнений, описывающих гравитогироскопические волны, которая, (в отличие от системы уравнений для электромагнитных волн) является нелинейной.

СМЕЩЕНИЕ ПЕРИГЕЛИЯ ПЛАНЕТ [6].

Гравитационное поле центрального тела, вращающегося с постоянной угловой скоростью вокруг оси - стационарно. В этом случае, согласно (14), вектор напряжённости поля $\overline{H}$ определяется из системы уравнений

$$\mathrm{rot}\,\overline{H} = 0; \qquad \mathrm{div}\,\overline{H} = -(\frac{1}{\gamma_0}\rho_m + \frac{1}{2c^2}H^2). \tag{16}$$

Следовательно, поле $\overline{H}$ потенциально, $\overline{H} = -\mathrm{grad} f$.

Будем искать потенциальную функцию f в виде

$$f = f_0 + \frac{1}{c^2}f_1 + \frac{1}{c^4}f_2 + \cdots \tag{17}$$

Если мы ограничиться только первыми двумя членами этого ряда, то найдём

$$f = -\frac{kM}{r}(1 - \frac{r_0}{2r}); \tag{18}$$

$$\overline{H} = -\frac{kM}{r^2}(1 - \frac{r_0}{r})\overline{r}^0, \tag{19}$$

где

$$r_0 = kM/2c^2, \tag{20}$$

M - масса центрального тела, $\overline{r}$ - радиус-вектор точки поля, $\overline{r} = r \cdot \overline{r}^0$.

Вектор гироскопической индукции $\overline{G}$ согласно (15) определяется системой уравнений

$$\mathrm{rot}\,\overline{G} = g_0 g \rho_m \overline{v}; \qquad \mathrm{div}\,\overline{G} = 0, \tag{21}$$

где g гироскопическая проницаемость среды (аналог магнитной проницаемости). Из этих уравнений находим вектор $\overline{G}$ (аналогично тому, как из подобных уравнений находится вектор магнитной индукции $\overline{B}$)

$$\overline{G} = r_0 g \cdot \frac{K_z}{M} \cdot \frac{3\overline{r}^0 \times (\overline{k} \cdot \overline{r}^0) - \overline{k}^0}{r^3}, \tag{22}$$

где K_z кинетический момент центрального тела относительно его оси вращения, $\overline{k}^0$ единичный вектор этой оси.

Далее ограничимся случаем, когда плоскость орбиты движущейся частицы перпендикулярна оси вращения тела, т. е. $\overline{r} \perp \overline{k}^0$. Тогда

$$\overline{G} = -r_0 g \cdot \frac{K_z}{M} \cdot \overline{k}^0. \tag{23}$$

С учётом равенства инертной и гравитационной масс, уравнение движения частицы в рассматриваемом поле имеет вид

$$\frac{d}{dt}[1 - (u/c)^2]^{-1/2}\overline{u} = \overline{H} + \overline{u} \times \overline{G}, \tag{24}$$

где $\overline{u}$ - вектор скорости частицы.

Используя (19), (23) и проектируя (24) на радиальное и трансверсальное направления, получим

$$\frac{d^2r}{dt^2} - r(1 + \frac{r_0}{r})(\frac{d\psi}{dt})^2 = -\frac{kM}{r^2}(1 - \frac{r_0}{r}) - \frac{r_0 g}{r^2} \cdot \frac{K_z}{M}\frac{d\psi}{dt}, \tag{25}$$

$$r^2 \left(1 + \frac{2 r_0}{r}\right) \cdot \frac{d\psi}{dt} + \frac{r_0 g}{r} \cdot \frac{K_z}{M} = h = \text{const} \qquad (26)$$

Последнее из этих уравнений выражает закон сохранения кинетического момента системы. Из этого закона следует, что уменьшение кинетического момента центрального тела, сопровождается одновременным увеличением кинетического момента движущейся частицы.
После определения константы кинетического момента h,

$$h = (1 + \frac{r_0}{R})(kMR)^{\frac{1}{2}} + \frac{3}{2} \cdot \frac{r_0 g}{R} \cdot \frac{K_z}{M}, \qquad (27)$$

где R - среднее значение радиуса орбиты частицы, получим следующее (дополнительное к ньютоновскому) значение для смещения перигелия планет (в радианах в секунду)

$$\theta = \frac{\pi k M}{2c^2 a(1-e^2)T} + \frac{2\pi g K_z}{c^2 a^{3/2}(1-e^2)^{3/2} T}\left(k/M\right)^{1/2} \qquad (28)$$

здесь a - большая полуось, e - эксцентриситет орбиты, T – период вращения планеты.

Если мы примем во внимание только релятивистское значение количества движения планеты, тогда дополнительное смещение перигелия равно

$$\theta_1 = \frac{\pi k M}{c^2 a(1-e^2)T}. \qquad (29)$$

Учёт лишь самодействия гравитационного поля даёт

$$\theta_2 = \frac{-\pi k M}{2c^2 a(1-e^2)T}. \qquad (30)$$

Наконец, принимая во внимание только вращение центрального поля, получим

$$\theta_3 = \frac{2\pi g K_z}{c^2 a^{3/2}(1-e^2)^{3/2} T}\left(k/M\right)^{1/2} \qquad (31)$$

Суммируя все эти результаты, получим приведенное выше значение для величины θ.

В общей теории относительности Эйнштейна дополнительное смещение перигелия планет обуславливается только центрально-симметричным стационарным полем Солнца, а вкладом от его вращения пренебрегают в связи с малостью величины и противоположностью знака. В предлагаемой же теории, вклад от вращения Солнца составляет 11/12 от суммарного дополнительного смещения перигелия планет и имеет тот же знак, что и это суммарное смещение.

В приближении $\theta \cong \theta_3$, отношения дополнительных смещений перигелиев двух планет i и k равно

$$\frac{\theta_i}{\theta_k} = (\frac{T_k}{T_i})^2 \quad (32)$$

Если мы определим величину gK_z из условия, что дополнительное смещение перигелия Меркурия составляет 42" в столетие, то величины смещения остальных планет находится в согласии с наблюдаемыми значениями.

Заметим, что согласно общей теории относительности

$$\frac{\theta_i}{\theta_k} = (\frac{T_k}{T_i})^{5/3} \quad (33)$$

С точки зрения предложенной теории, становятся понятными такие факты, как взаимная ориентация осей и направления вращения планет и Солнца, перераспределение кинетического момента между планетами и Солнцем в процессе эволюции солнечной системы и др.

ВЫВОДЫ

Делалось много попыток установить постньютоновскую теорию гравитации в форме электродинамических уравнений Максвелла. В данной статье это выполнено как в линейном, так и в нелинейном приближениях. Найдено, что уравнения гравитационного поля имеют тот же вид, что и уравнения Эйнштейна в постньютоновком приближении. Но имеется принципиальная разница между этими двумя теориями: они совпадают с точностью “до наоборот”. Например, если тело вращается вокруг оси, то для компонент его гравитационного поля, имеем

$$\overline{H} = -\frac{kM}{r^2}(1 \pm \frac{r_0}{r})\overline{r}^0; \quad (34)$$

$$\overline{G} = \pm r_0 g \cdot \frac{K_z}{M} \cdot \overline{k}^0, \quad (23)$$

где верхний знак "+" относится к геометрической теории Эйнштейна (поле Керра в постньютоновском приближении), нижний знак – к предложенной здесь теории гравитации.

Проверка правильности знака в альтернативном эксперименте позволит отбросить одну из этих теорий. Если верен верхний знак, то это будет соответствовать теории Эйнштейна, и тогда мы должны отказаться от теории гравитации в форме Максвелла. Если же эксперимент подтвердит нижний знак "-" , то:

а) будет подтверждено, что, дополнительное к ньютоновскому, смещение перигелия планет обусловлено вращением Солнца - вихревой компонентой его гравитационного поля;

б) необходимо осуществить экспериментальные исследования вихревой компоненты гравитационного поля, в частности, подтвердить возможность изменения этой компоненты в материальных средах, подобно тому, как в ферромагнитных средах изменяется магнитное поле, [6] (*заметим, что сама природа преподнесла нам такой эксперимент - уменьшение веса тел внутри смерчей и их перенос на значительные расстояния)*;

в) будет доказано, что гравитационное поле, генерируемое телом, квантуется на чередующиеся концентрические зоны притяжения – отталкивания, [7].

Данная статья публикуется, прежде всего, для того, чтобы привлечь внимание физиков-экспериментаторов к проведению указанного здесь альтернативного эксперимента.

ПРИЗНАТЕЛЬНОСТЬ

Автор признателен профессору Х. Е. Вильхельму, указавшего на публикации Хевисайда [8], Карстоу [9] и Бриллюэна [10]. Эти учёные предложили теорию гравитации в форме электродинамических уравнений Максвелла задолго до нас. Но их аналогия с введением в уравнения Максвелла отрицательных констант γ_0, g_0, даёт отрицательное значение плотности энергии w_0 и ведёт к уравнениям, которые не объясняют дополнительное смещение перигелия планет.

1. Xu Shaozhy, Xu Xiangqun, "Systematical scrutiny into special relativity". Chinese J. of Systems Engineering and Electronics. Vol.4, No.2. 1993, pp. 75- 85
2. Fock V., The Theory of Space, Time and Gravitation. Pergamon. London, 1959.
3. Einstein, A., "Die Grundlage der algemeneinen Relativitatstheories", Ann.Phys. (Leipzig), 49, 1916.
4. Pauli, W., Theory of Relativity, Pergamon Press,Oxford, 1958
5. Misner, C. W., Thorne, K. S., Wheeler, J. A., Gravitation, W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1973.
6. Potjekhin, A. F., "On the motion of particle in a field of rotating body in the post-Newtonian approximation".Izvestija VUZOV. Phyzika. 5, pp.15-18, 1991. (SOVIET PHYSICS JOURNAL, Consultants Bureau, New York.).
7. Potjekhin, A. F. "The dynamical prerequisite of the theory of gravitation of Einstein". Reports of 8-th Russian Gravitational Conference, p. 258, Moscow, 1993.
8. Heaviside O, Electromagnetic Theory (1893), Dover, New York 1950; Appendix B, pp. 115- 118.
9. Carstoiu J, Comptes Rendus. (Acad. France) 268, pp. 201-263 (1969).
10. Brillouin L. Relativity Reexamined Academic Press, New York (1970)