

**О ДВИЖЕНИИ ЧАСТИЦЫ В ПОЛЕ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ТЕЛА
В ПОСТНЬЮТОНОВСКОМ ПРИБЛИЖЕНИИ.
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ**

ПОТЕХИН А. Ф.

Сравниваются компоненты гравитационного поля в постньютоновском приближении в геометризованной (тензорной Эйнштейна) и полевой (векторной в форме Максвелла) теориях гравитации. Выявлено принципиальное отличие этих полей по движению пробной частицы. Экспериментально обнаружена возможность качественной регистрации вихревой компоненты гравитационного поля. Обоснована схема альтернативного эксперимента.

Введение.

Известно, что попытки согласовать электродинамику и СТО с классической теорией гравитации Ньютона вначале шли по пути создания полевой теории гравитации в духе Фарадея-Максвелла. [1]. Но неожиданный ход мыслей Эйнштейна и отождествление им гравитационных сил с кинематическими силами инерции [2] привели к геометризованной теории тяготения – ОТО, в которой гравитационный потенциал отождествлён с метрическим тензором четырёхмерного пространства-времени. Осязаемое значение этой теории ограничивается, как правило, постньютоновским приближением. При этом постньютоновская теория гравитации получается из ОТО как следствие, если в последней удерживаются только члены порядка $(v/c)^2$. Чем отличается данная теория от той постньютоновской теории, в основе которой лежит концепция полевой теории гравитации в духе Фарадея-Максвелла, и существует ли альтернативный эксперимент, который позволил бы отдать предпочтение одной из этих теорий? С учётом тех дискуссий, которые ведутся с момента появления ОТО и продолжаются до настоящего времени [3], данный вопрос является далеко не праздным. Для ответа на него, рассмотрим задачу о движении частицы в поле вращающегося тела в постньютоновском приближении согласно каждой из этих теорий.

1. Теория 1 – постньютоновское гравитационное поле согласно ОТО

Релятивистское уравнение движения частицы имеет вид

$$\frac{d}{dt}(m\bar{v}) = \bar{F}, \quad m = m_0 \left[1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2 \right]^{-1/2} \quad (1)$$

Трёхмерная сила Минковского, действующая на частицу в постоянном гравитационном поле, образуемом равномерно вращающимся вокруг своей оси аксиально-симметричным телом, согласно ОТО [4] равна

$$\bar{F} = mc^2 \left[-grad \ln \sqrt{h} + \sqrt{h} \left(\frac{\bar{v}}{c} \times rot \bar{g} \right) \right],$$

где $h = g_{00}$, а \bar{g} – трёхмерный вектор с ковариантными компонентами $-g_{0\alpha}/g_{00}$, причём в предельном случае малых скоростей $g_{00} = 1 + 2\varphi/c^2$. Здесь φ – нерелятивистский потенциал гравитационного поля; $g_{0\alpha}$ – компоненты метрического тензора Эйнштейна.

Представим последнее выражение для силы в виде силы Лоренца

$$\bar{F} = m(\bar{H} + \bar{v} \times \bar{G}),$$

где с точностью до членов порядка $(v/c)^2$ вдали от тела имеем

$$H = -grad\Phi, \quad \Phi = -\frac{\gamma M}{r} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{r_0}{r}\right), \quad r_0 = \frac{\gamma M}{c^2}$$

$$\bar{G} = 2 \frac{r_0}{r} \frac{K_z}{Mr^2} \left[\bar{k}_0 - 3\bar{r}^0 (\bar{k}^0 \bar{r}^0) \right]$$

Здесь M и K_z – соответственно масса и кинетический момент относительно оси вращения центрального тела; \bar{r} – текущий радиус-вектор частицы, $\bar{r} = r \bar{r}^0$; \bar{k}^0 – единичный вектор оси вращения; γ – константа гравитации; c – скорость света.

Ограничимся далее случаем, когда плоскость орбиты частицы перпендикулярна оси вращения, т. е. когда $\bar{r} \perp \bar{k}^0$. Тогда

$$\bar{G} = 2 \frac{r_0}{r} \frac{K_z}{Mr^2} \bar{k}^0 \quad (2)$$

2. Теория 2 – постньютоновская полевая теория гравитации в форме Максвелла

Действующая на частицу сила также имеет вид силы Лоренца, однако, в этом случае компоненты \bar{H} и \bar{G} , найденные с учётом уравнений поля, приведенных в [5], даются выражениями

$$H = -grad\Phi, \quad \Phi = -\frac{\gamma M}{r} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{r_0}{r}\right), \quad r_0 = \frac{\gamma M}{2c^2}$$

$$\bar{G} = -\frac{r_0}{r} \frac{K_z}{Mr^2} \left[\bar{k}_0 - 3\bar{r}^0 (\bar{k}^0 \bar{r}^0) \right]$$

и при $\bar{r} \perp \bar{k}^0$

$$\bar{G} = -\frac{r_0}{r} \frac{K_z}{Mr^2} \bar{k}^0 \quad (3)$$

3. Обсуждение результатов

Уравнения движения частицы в проекциях на радиальное и трансверсальное направления имеют один и тот же вид в обеих теориях

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(1 \mp \frac{r_0}{r}\right) \left(\frac{d\phi}{dt}\right)^2 = -\frac{\gamma M}{r^2} \left(1 \pm \frac{r_0}{r}\right) \pm r |G| \frac{d\phi}{dt}$$

$$r^2 \left[\left(1 \mp \frac{2r_0}{r}\right) \right] \frac{d\phi}{dt} \mp |G| = h = const,$$

причём верхний знак в уравнениях относится к теории 1, а нижний – к теории 2.

Принципиальное отличие теории 1 от теории 2 заключается в следующем:

а) Согласно теории 1, потенциал Φ состоит из ньютоновского потенциала $\varphi = -\frac{\gamma M}{r}$,

порождённого массой M , и такого же по знаку потенциала $\varphi_1 = -\frac{1}{2}\left(\frac{\varphi}{c}\right)^2$, порождённого

потенциалом φ , т. е. дополнительное поле φ_1 , как и основное поле φ , является полем притяжения. В отличие от этого, в теории 2 дополнительное поле является полем отталкивания (именно в этом суть известной проблемы отрицательной энергии в векторной теории гравитации [6], на что ранее не обращалось внимания). Последнее обстоятельство исключает в теории 2 возможность гравитационного коллапса тел.

б) В теории 1 согласно (2), вихревая компонента гравитационного поля \bar{G} вдали от вращающегося тела сонаправлена с его вектором кинетического момента, в то время как в теории 2, согласно (3), она противоположна направлению движения частицы, обусловленное вращением тела, в теории 1 противоположно направлению движения частицы по орбите [7], а в теории 2 – сонаправлено. Заметим, что разные направления векторов \bar{G} в рассматриваемых теориях заложено априори в их исходных постулатах (моделях): в теории 2 сила гравитации $m\bar{v} \times \bar{G}$ есть аналог магнитной части силы Лоренца, где \bar{G} – квазимагнитная компонента гравитационного поля, в то время как в теории 1 – это квазикориолисова сила инерции $2m\bar{v} \times \bar{\Omega}$, где $\bar{\Omega} = \bar{G}/2$ есть угловая скорость вращения системы отсчёта (принцип эквивалентности Эйнштейна).

В совокупности, указанные различия приводят к тому, что согласно теории 1, наблюдаемое смещение перигелия планет целиком объясняется центрально-симметричным гравитационным полем Солнца, его вращением при этом пренебрегается по двум причинам: несоответствием знака и малостью вклада по порядку величины. Согласно же теории 2, смещение перигелия планет может быть объяснено лишь с учётом вращения центрального тела при возможности усиления в среде квазимагнитной компоненты поля \bar{G} . Последнее обусловлено упорядочиванием взаимной ориентации векторов кинетических моментов микрочастиц среды при наличии вихревой компоненты гравитационного поля, что, в свою очередь, приводит к изменению данной компоненты. Для учёта этого явления следует вводить аналог относительной магнитной проницаемости среды μ , и тогда

$$\bar{G} = -\mu \frac{r_0}{r} \frac{K_z}{Mr^2} \bar{k}^0$$

Невозможность изменения (экранировки) компоненты \bar{H} в среде обусловлена существованием гравитационного заряда лишь одного знака, т. е. невозможностью гравитационной поляризации среды.

Решение уравнений движения частицы, приведенных выше, показывает, что для того, чтобы получить наблюдаемое значение смещения перигелия планет солнечной системы в теории 2, значение μ должно быть порядка 10^4 , если принять значение кинетического момента Солнца $K_z = (1,6 \div 6,1) 10^{41} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}$. Следует при этом учесть, что общепринятое сейчас, значение K_z установлено по результатам визуального наблюдения за вращением Солнца по перемещению его характерных пятен на видимой поверхности, т. е. весьма приблизительно. Заметим, что независимое определение μ позволило бы в теории 2 по смещению перигелия планет установить кинетический момент Солнца, подобно тому, как по значению гравитационной постоянной была определена его масса.

4. Эксперимент

Для проверки качественной возможности регистрации вихревой компоненты гравитационного поля с помощью современной измерительной техники, был проведен эксперимент. Необходимость

регистрации именно вихревой компоненты диктуется возможностью её усиления в среде, предсказываемой теорией 2. Согласно идеи эксперимента, измерительное устройство должно регистрировать процессы на молекулярном и атомном уровнях. Причём, с течением времени накапливаются и фиксируются в форме конкретных макроскопических признаков внутрискруктурные изменения от малых гравитационных возмущений, в данном случае, от действия силы $m\vec{v} \times \vec{G}$. Источником вихревой компоненты гравитационного поля является вращающийся консольный ротор с пустотелым диском на его конце. Детектирующее устройство находится во внутренней полости диска, и регистрируются следующие процессы: осаждение частиц суспензии; диффузия контактирующих между собой двух жидкостей разной плотности и цвета; испарение жидкости; проращивание семян растений; кристаллообразование в насыщенных растворах и др. Предусмотрена защита опытной зоны (ОЗ) и контрольной зоны (КЗ) от космических излучений, электрических и магнитных полей, а также их термо- шумо- и виброизоляция. Обеспечивается идентичность условий в ОЗ и КЗ. Длительность каждого эксперимента в серии от трёх до пятнадцати суток. Результаты экспериментов, устойчиво регистрируемых при неоднократных повторениях: интенсивность осаждения частиц суспензии в ОЗ в 1,77 – 2,25 раза выше, чем в КЗ, причём эта разница увеличивается по мере роста частоты вращения ротора; скорость диффузии в ОЗ ниже на 5 – 19%, чем в КЗ, с увеличением частоты вращения ротора скорость диффузии в ОЗ уменьшается; снижение интенсивности испарения в ОЗ по сравнению с КЗ, составляло 10 – 13%; развитие ростков у семян в ОЗ происходило медленнее чем в КЗ на 4 – 10%, причём, если подавляющее число ростков в КЗ было ориентировано вниз, то в ОЗ от 3-х до 50% ростков ориентировались вверх и горизонтально; кристаллообразование в ОЗ отличается как скоростью, так и динамикой самих процессов, нашедшей отражение в количестве и форме образовавшихся кристаллов.

Заключение

Теоретически предсказана и экспериментально подтверждена возможность качественной регистрации вихревой компоненты гравитационного поля. Требуется дальнейшее увеличение точности измерения с целью проведения альтернативного эксперимента по регистрации направления вихревой компоненты \vec{G} гравитационного поля.

Автор признателен старшему научному сотруднику А.С. Ланцеву за представленную здесь экспериментальную часть статьи.

1. Визгин В. П. Релятивистская теория тяготения. Истоки и формирование.– М.: Наука, 1981. – 352 с.
2. Паули В. Теория относительности. – М.: Наука, 1983. –336 с.
3. Логунов А. А. Лекции по теории относительности. Современный анализ проблемы. – М.: Наука, 1987. –371 с.
4. Ландау Л. Д, Лифшиц Е. М. Теория поля. – М.: Наука, 1988. –510 с.
5. Потехин А. Ф. // Изв. Вузов. Физика. –1985. –№10. С. 116 – 118.
6. Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж. Гравитация. Т1. –М.: Мир, 1977.
7. Гинзбург В. Л. // УФН. –1956. –Т. 59. –Вып.1. –С. 11 – 16.