



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Д2-95-223

В.Н.Стрельцов

О РЕЛЯТИВИСТСКОЙ
ТЕОРИИ ТЯГОТЕНИЯ НЬЮТОНА

1995

Данная и предыдущие работы автора [1] являются, по существу, развитием известного подхода Пуанкаре [2] и Минковского [3] по релятивизации теории тяготения Ньютона*. Исследования в этом направлении становятся особенно актуальными после осознания того, что рассматриваемый как один из главных результатов специальной теории относительности «закон (принцип) эквивалентности массы и энергии» противоречит лоренц-ковариантности, т.е. самой сути этой теории.

Кинетический потенциал. Согласно ньютонову (нерелятивистскому) определению импульса материального тела частицы равен произведению его массы на скорость:

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v} \quad (1)$$

Как говорят, масса m выступает здесь мерой инерции тела. Релятивистским обобщением выражения (1) является формула

$$p^i = mu^i \quad (2)$$

Здесь слева фигурирует 4-вектор энергии-импульса $p^i = (E/c, \mathbf{p})$, а справа — ковариантная 4-скорость $u^i = dx^i/d\tau$, где τ — собственное время, $i = 0, 1, 2, 3$. Формула (2) напоминает известное выражение для энергии и импульса заряда в электромагнитном поле, описываемом 4-потенциалом A^i :

$$G^i = eA^i \quad (3)$$

Поэтому можно сказать, что 4-скорость играет роль релятивистского кинетического потенциала.

Вместе с тем, из явно ковариантного вида формулы (2) следует, что масса является лоренцевым скаляром (инвариантом), т.е. не изменяется при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой**. Однако до настоящего времени, и особенно в популярных изложениях теории относительности, все еще

*В этой связи см., например, также [4, 5], где можно найти ссылки на другие работы подобной тематики.

**Детальное рассмотрение этой проблемы можно найти в статье Л.Б.Окуня [6].

бытует мнение, что масса тела растет со скоростью: $m_v = m\gamma$, где γ — лоренц-фактор ($\gamma \equiv u^0$). Но на языке четырехмерной формулировки это означает, что здесь мы имеем дело с компонентой 4-вектора. При этом другие его компоненты должны зависеть от направления скорости. В результате становятся возможными отрицательные значения массы! А ведь именно предыдущая формула и послужила основой «закона эквивалентности массы и энергии».

Релятивистская теория тяготения. Напомним, что релятивистское обобщение уравнения Пуассона имеет вид

$$\square g^i = 4\pi G J^i. \quad (4)$$

Здесь справа фигурирует 4-вектор плотности тока массы; откуда следует, что релятивистский потенциал тяготения также должен описываться 4-вектором. Выражение для g^i может быть получено с помощью лоренц-преобразования потенциала Ньютона [1] и имеет вид

$$g^i = -\frac{MU^i}{U^i R_i}. \quad (5)$$

Здесь M — масса движущейся частицы, U^i — ее 4-скорость, R^i — запаздывающее расстояние.

Энергия и импульс частицы с массой m в гравитационном поле по аналогии с (3) описывается формулой

$$P^i = mg^i. \quad (6)$$

Для релятивистской силы тяготения Ньютона будем иметь

$$F^i = -mG^{ik}u_k, \quad (7)$$

где G^{ik} — тензор напряженности гравитационного поля, u^i — 4-скорость «пробной» частицы массы m . При этом мы все же склоняемся к мнению, что как и в случае электромагнитного поля, G^{ik} скорее всего антисимметричный тензор. Хотя, конечно, здесь необходимо специальное исследование.

В соответствии с нашим предположением для напряженности гравитационного поля (в отсутствии ускорения) получим

$$G^{ik} = -G \frac{Mc^2}{(U^i R_i)^3} (U^i R^k - U^k R^i). \quad (8)$$

В результате на основании (7) для релятивистской силы Ньютона будем иметь

$$F = -G \frac{mM\Gamma^{-2}\gamma}{R^2(1 - \beta n)^3} [n(1 + \beta V) - V(1 + \beta n)], \quad (9)$$

где $n = R/R$, $\beta = u^\alpha/u^0$, $\gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}$, $V = U^\alpha/U^0$, $\Gamma = (1 - V^2)^{-1/2}$.

Однако согласно общепринятым в настоящее время представлениям поле тяготения описывается общей теорией относительности (ОТО). В основе же ОТО лежит упомянутый выше так называемый закон (принцип) эквивалентности массы и энергии — «пропорциональность энергии и инертной массы, являющаяся следствием обычной теории относительности...» [7]. Именно в соответствии с этим «законом» плотность массы (компонента 4-вектора) в правой части нерелятивистского уравнения Пуассона заменяется на плотность энергии, которая дается компонентой симметричного тензора 2-го ранга [8].

Несовместимость «закона эквивалентности массы и энергии» с лоренц-ковариантностью [9, 1]. «Одним из важнейших результатов теории относительности является утверждение, что всякая энергия E обладает пропорциональной ей инерцией (E/c^2)» [10]. Хотя это утверждение считается следствием теории относительности, оно противоречит самой ее сути. Как мы уже отмечали, утверждение о пропорциональности массы и энергии справедливо только для покоящейся системы отсчета, когда материальное тело после потери энергии, скажем в форме излучения, остается в покое. Во всех же других инерциальных системах отсчета из-за инвариантности массы такая пропорциональность не имеет места. Больше того, если любой массе отвечает энергия, то не любой энергии отвечает масса. Таким образом, знаменитая эйнштейновская формула справедлива только в системе покоя (S^*):

$$E^* = mc^2. \quad (10)$$

В общем же согласно (2) имеем

$$p^i = (E/c, \mathbf{p}) = mu^i,$$

откуда следует, что

$$E = mu^0 c. \quad (11)$$

Для соответствующих плотностей в системе покоя

$$\epsilon^* = \rho^* c^2 \quad \text{или} \quad \rho^* = \epsilon^*/c^2, \quad (10')$$

но в движущейся системе уже

$$\rho \neq \epsilon/c^2 \quad (J^0 \neq T^{00}/c^2).$$

Таким образом, рушится сама основа ОТО и других теорий гравитации с тензорным потенциалом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Д2-94-326, Дубна, 1994; Сообщение ОИЯИ Р2-95-216, Дубна, 1995.
2. Пуанкаре А. — В сб.: Принцип относительности. М.: Атомиздат, 1973, с.118.
3. Минковский Г. — там же, с.167.
4. Afanasiev G.N., Asanov R.A. — Ann. Phys. Leipz., 1981, v.38, p.169.
5. Визгин В.П. — Релятивистская теория тяготения. М.: Наука, 1981, с.268.
6. Окунь Л.Б. — УФН, 1989, т.158, с.511.
7. Эйнштейн А. — Собр. науч. трудов. М.: Наука, 1965, т.1, с.271.
8. Там же, с.489.
9. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Д2-94-481, Дубна, 1994.
10. Эйнштейн А. — Собр. науч. трудов. М.: Наука, 1965, т.1, с.219.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 мая 1995 года.