

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

95-294

Д2-95-294

В.Н.Стрельцов

НЕКОВАРИАНТНОСТЬ ЗАКОНА
ИНЕРЦИИ ЭНЕРГИИ

1995

Эта проблема уже затрагивалась ранее [1,2] в связи с релятивизацией теории тяготения Ньютона. Ввиду ее исключительной важности остановимся на ней отдельно.

Как известно, закон, или принцип эквивалентности (пропорциональности) массы и энергии, или закон инерции энергии (ЗИЭ), считается одним из главнейших результатов специальной теории относительности (СТО). Математически он выражается знаменитой эйнштейновской формулой

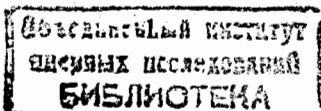
$$E = mc^2. \quad (1)$$

Впервые утверждение о том, что каждой энергии E следует приписать инертную массу E/c^2 [3], было высказано Эйнштейном еще в «доквариантный» период СТО, т.е. до ее четырехмерной формулировки (в конце 10-х годов). Однако и в его статье 1912 года [4] читаем: «Одним из важнейших результатов теории относительности является утверждение, что всякая энергия E обладает пропорциональной ей инерцией (E/c^2)». В дальнейшем Эйнштейн неоднократно возвращается к доказательству формулы (1) [5—7].

Следует отметить, что много места ЗИЭ уделяет Паули в своей известной книге «Теория относительности» [8], или, как он его называет, «закону инертности энергии любого вида». «Уравнение Эйнштейна (1), утверждающее, что энергия пропорциональна инертной массе, и часто называемое законом инерции энергии, представляет собой, возможно, самый важный результат теории относительности» — считает Борн [9]. Детальное обсуждение этой проблемы можно найти в статье Окуня [10].

Хотя ЗИЭ считается следствием теории относительности, он противоречит самой ее сути. Эквивалентность массы и энергии имеет место только в покоящейся системе отсчета, когда материальное тело после потери энергии, скажем, в форме излучения, остается в покое. Во всех же других инерциальных системах, поскольку масса — лоренцев скаляр (инвариант), а энергия — компонента 4-вектора, такая эквивалентность уже не имеет места. Больше того, если любой массе отвечает энергия, то не любой энергии отвечает масса.

В рамках четырехмерной формулировки отвечающая ЗИЭ зависимость массы от скорости $m_\nu = m\gamma$, где γ — лоренц-фактор, означает, что здесь мы имеем дело с компонентой 4-вектора. При этом другие его компоненты должны зависеть от направления скорости. В результате, вообще, становятся



возможными отрицательные значения массы! А ведь именно предыдущая формула служит фактически основой ЗИЭ.

Таким образом, знаменитая эйнштейновская формула (1) справедлива только в системе покоя. В общем же лоренц-ковариантное соотношение между массой и энергией имеет вид

$$E = \gamma mc^2, \quad (2)$$

где $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$, v — скорость движения тела.

Следствие. Насколько можно судить, именно представление о росте массы со скоростью привело впоследствии к выводу о невозможности описания потенциала тяготения с помощью 4-вектора [4]. Приведем мыслимые здесь рассуждения (см., например, [11]). Начнем с того, что потенциалы Кулона и Ньютона имеют аналогичный вид. При этом электрический потенциал преобразуется как компонента 4-вектора. В принципе, таким же образом может вести себя и гравитационный потенциал. Однако здесь нужно учесть, что электрический заряд — инвариант. Если же масса растет со скоростью, то гравитационный потенциал уже не может быть 4-вектором; за счет дополнительного γ он должен вести себя подобно тензору 2-го ранга.

С другой стороны, отказ от нековариантной формулы (1) должен означать и отказ от описания поля тяготения тензорным потенциалом; тем самым сохраняется аналогия с электромагнитным полем [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Strel'tsov V.N. — JINR Comm., P2-95-216, Dubna, 1995.
2. Idem — JINR Comm., D2-95-223, Dubna, 1995.
3. Einstein A. — Ann. Phys., 1906, 20, p.627.
4. Ibid., 1912, 38, p.1059.
5. Idem — Bull. Amer. Math. Soc., 1935, 61, p.223.
6. Idem — Techn. J. (Haifa), 1946, V, p.16.
7. Idem — Sci. Illustr., 1946, I, p.16.
8. Pauli W. — The Theory of Relativity. NY, Pergamon, 1958, § 41.
9. Born M. — Einstein's Theory of Relativity. NY, Dover, 1962, p.278.
10. Okun L.B. — Sov. Phys. Usp., 1989, 32, p.629; Phys. Today, 1989, 42, p.31.
11. Zel'dovich Ya.B., Novikov I.D. — The Theory of Gravity and Evolution of the Stars. M., Nauka, 1971, Ch.2, § 3.
12. Strel'tsov V.N. — JINR Comm., D2-94-326, Dubna, 1994.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 июля 1995 года.