



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

ИФВЭ 2005–28  
ОТФ

С. С. Герштейн, А. А. Логунов, М. А. Мествиришвили

## **ПОЛЕВАЯ ТЕОРИЯ ГРАВИТАЦИИ И МАССА ПОКОЯ ЧАСТИЦ**

Направлено в *ДАН*

Протвино 2005

**Аннотация**

Герштейн С.С., Логунов А.А., Мествиришвили М.А. Полевая теория гравитации и масса покоя частиц: Препринт ИФВЭ 2005–28. – Протвино, 2005. – ? с., библиогр.: 7.

В работе показано, что согласно полевой теории гравитации все свободные физические поля должны иметь ненулевую **массу покоя**.

**Abstract**

Gershtein S.S., Logunov A.A., Mestvirishvili M.A. The Field Theory of Gravitation and the Rest Mass of Particles: IHEP Preprint 2005–28. – Protvino, 2005. – p. ?, refs.: 7.

It is shown in this work that all free physical fields should have a nonzero **rest mass** according to the field theory of gravitation.

В релятивистской теории гравитации (РТГ), как полевой теории, гравитационное поле рассматривается как физическое поле со спинами 2 и 0, развивающееся в пространстве Минковского. Источником этого поля является универсальная сохраняющаяся величина — тензор энергии-импульса всех полей материи, включая и гравитационное поле. Именно такой подход к гравитации и приводит к эффективному риманову пространству полевого происхождения. Отметим, что эффективное риманово пространство имеет только простую топологию. Движение пробного тела происходит в пространстве Минковского под действием силы гравитации, что эквивалентно движению пробного тела по геодезической линии эффективного риманова пространства. При таком подходе на основании принципа наименьшего действия возникает следующая полная система уравнений РТГ [1, 2]:

$$R^{\mu\nu} - \frac{1}{2}g^{\mu\nu}R + \frac{m^2}{2}\left[g^{\mu\nu} + \left(g^{\mu\alpha}g^{\nu\beta} - \frac{1}{2}g^{\mu\nu}g^{\alpha\beta}\right)\gamma_{\alpha\beta}\right] = 8\pi T^{\mu\nu}, \quad (1)$$

$$D_\nu \tilde{g}^{\mu\nu} = 0. \quad (2)$$

Поскольку гравитационное поле действует в пространстве Минковского с метрическим тензором  $\gamma_{\mu\nu}$ , оно не должно выводить движение пробного тела за границу конуса пространства Минковского. Это обеспечивается условиями причинности

$$g_{\mu\nu}U^\mu U^\nu = 0, \quad (3)$$

$$\gamma_{\mu\nu}U^\mu U^\nu \geq 0. \quad (4)$$

Здесь  $U^\mu$  — **изотропный** четырехвектор скорости в эффективном римановом пространстве, он соответствует физическим полям, **масса покоя которых равна нулю**.

**Времениподобный** четырехвектор скорости в римановом пространстве, удовлетворяющий равенству

$$g_{\mu\nu}U^\mu U^\nu = 1, \quad U^\nu = dx^\nu/ds,$$

где  $ds$  — интервал эффективного риманова пространства, соответствует физическим полям, **масса покоя которых не равна нулю**.

Четырехимпульс частиц определяется известным равенством

$$p^\nu = mcU^\nu.$$

Согласно условиям причинности (??) и (??) любой времениподобный вектор в эффективном римановом пространстве

$$g_{\mu\nu}U^\mu U^\nu = 1 \quad (5)$$

должен оставаться времениподобным вектором и в пространстве Минковского, т. е.

$$\gamma_{\mu\nu}U^\mu U^\nu > 0. \quad (6)$$

Поскольку условия (??) и (??) должны выполняться и для слабых гравитационных полей, то в этом случае имеем по теории возмущений

$$g_{\mu\nu} = \gamma_{\mu\nu} - \phi_{\mu\nu} + \frac{1}{2}\gamma_{\mu\nu}\phi, \quad \phi = \gamma_{\mu\nu}\phi^{\mu\nu}. \quad (7)$$

Для слабого гравитационного поля, например слабой гравитационной волны, условие (??) принимает вид

$$\gamma_{\mu\nu}U^\mu U^\nu = \phi_{\mu\nu}U_0^\mu U_0^\nu. \quad (8)$$

Здесь учтено равенство  $\gamma_{\mu\nu}U_0^\mu U_0^\nu = 0$ . Правая часть равенства (??) не является положительно определенной величиной, а поэтому возможно нарушение условия (??). Именно по этой причине необходимо исключить возможность равенства

$$g_{\mu\nu}U^\mu U^\nu = 0 \quad (9)$$

для любого поля, поскольку оно противоречит условиям причинности, которые, в силу универсальности гравитационного поля, должны выполняться для всех физических полей.

Дискуссия по поводу принципа причинности имела место в работах [3–6]. Однако она не полностью устранила возражения, выдвинутые в работах [3–4]. Для того, чтобы исключить возможность нарушения принципа причинности, необходимо сделать общий физический вывод: **все свободные физические поля, включая и электромагнитное поле, имеют массу покоя**. Это общее физическое следствие РТГ согласуется с основной аксиомой Минковского [7]: “Субстанция, находящаяся в любой мировой точке, всегда при надлежащем определении пространства и времени, может быть рассматриваема как находящаяся в покое.

*Аксиома выражает ту мысль, что в каждой мировой точке выражение  $c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$  всегда положительно, или, иначе, что всякая скорость  $v$  всегда меньше  $c$ . Сообразно с этим  $c$  является для сверхсубстанциональных скоростей верхним пределом, и в этом как раз заключается более глубокое значение величины  $c$ ”.*

На основании нашего общего физического вывода условия причинности (??) и (??) сводятся к следующим условиям:

$$g_{\mu\nu}U^\mu U^\nu = 1, \quad (10)$$

$$\gamma_{\mu\nu}U^\mu U^\nu > 0. \quad (11)$$

Именно эти условия мы и приводили в работе [5], оставив без внимания равенство (??).

В случае слабого гравитационного поля отсюда находим

$$\gamma_{\mu\nu}U^\mu U^\nu = 1 + U_0^\mu U_0^\nu \left( \phi_{\mu\nu} - \frac{1}{2}\gamma_{\mu\nu}\phi \right) > 0. \quad (12)$$

Здесь  $U_0^\nu = dx^\nu/d\sigma$ ,  $d\sigma$  — интервал пространства Минковского

$$\gamma_{\mu\nu} U_0^\mu U_0^\nu = 1. \quad (13)$$

Таким образом, согласно (??) времениподобный вектор  $U^\nu$  в эффективном римановом пространстве остается времениподобным и в пространстве Минковского. Это означает, что конус эффективного риманова пространства находится внутри конуса пространства Минковского. Таким образом, постоянная  $c$ , входящая в интервал пространства Минковского

$$d\sigma^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2, \quad (14)$$

является универсальной постоянной, которая объединяет пространство и время в единый пространственно-временной континуум. Она всегда остается недостижимым верхним пределом для скорости движения любой материи. То, что такой вывод следует из РТГ, объясняется тем, что в силу универсальности гравитации ее физические требования должны выполняться для всех свободных физических полей.

В заключение авторы выражают благодарность В. А. Петрову, А. Н. Тавхелидзе, Н. Е. Тюрину, Ю. В. Чугрееву за ценные обсуждения.

### Список литературы

- [1] А. А. Логунов, М. А. Мествиришвили. Релятивистская теория гравитации. – М.: Наука, 1989.
- [2] А. А. Логунов. Теория гравитационного поля. – М.: Наука, 2001;  
А. А. Logunov. The Theory of Gravity. – М.: Nauka, 2001;  
А. А. Logunov. The Theory of Gravity. gr-qc/0210005, 2002.
- [3] J. B. Pitts, W. C. Schieve. Bimetric Gravitation. // Gen. Rel. Grav. 2001. V. 33. P. 1319–1350.
- [4] J. B. Pitts, W. C. Schieve. Null Cones in Lorentz-Covariant General Relativity. gr-qc/0111004. 2001.
- [5] А. А. Логунов, М. А. Мествиришвили. The Causality Principle in the Field Theory of Gravitation. gr-qc/0106055. 2001.
- [6] Ю. В. Чугреев. Нарушается ли принцип причинности для гравитационных волн? // ТМФ. 2004. Т. 138, е 2. С. 349–352.
- [7] Г. Минковский. Пространство и время. // Сб. Принцип относительности. С. 167–180. – М.: Атомиздат, 1973;  
Phys. ZS. 1909, b. 10, s. 104.

*Рукопись поступила 11 июля 2005 г.*

С.С. Герштейн, А.А. Логунов, М.А. Мествиришвили  
Полевая теория гравитации и масса покоя частиц.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы **ИТ<sub>Е</sub>X**.  
Редактор Л.Ф. Васильева.

---

Подписано к печати 07.07.2005. Формат 60 × 84/8.  
Офсетная печать. Печ.л. 0.5. Уч.-изд.л. 0,4. Тираж 160. Заказ 69.  
Индекс 3649.

---

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий  
142284, Протвино Московской обл.

