

Прощай, псевдотензор

Р. И. Храпко*

Московский авиационный институт, Москва, 125993

Псевдотензор энергии-импульса гравитационного поля даёт положительный вклад в полную энергию системы «вещество + поле», а потому представляется ошибкой.

PACS: 04.02.-q, 02.40.-k

Гравитационное поле принципиально отличается от обычных полей, электромагнитного, глюонного, тем, что в процессе гравитационного притяжения объектов гравитационное поле не элиминирует вследствие интерференции, как обычные поля, а наоборот, усиливается. Масса-энергия притягивающихся объектов всегда увеличивается в процессе притяжения. В случае обыкновенного поля это увеличение компенсируется уменьшением энергии поля для соблюдения закона сохранения. Однако в случае гравитационного притяжения, гравитационному полю приходится приписывать отрицательную массу-энергию, если мы верим, что в процессе притяжения сохраняется суммарная энергия системы «объекты + поле».

Для учета отрицательной энергии гравитационного поля был предложен псевдотензор энергии-импульса гравитационного поля t_{μ}^{ν} . Добавление компоненты t_4^4 этого псевдотензора к соответствующей компоненте T_4^4 тензора энергии-импульса вещества дает формулу для полной энергии изолированной системы [1, (91.1), (91.3), (92.1)]:

$$U = J_4 = \int (T_4^4 + t_4^4) \sqrt{-g} dx^1 dx^2 dx^3 = m. \quad (1)$$

Полная энергия равна сумме собственной энергии вещества и гравитационной энергии, причем эта сумма равна шварцшильдовской постоянной m , которая, по определению, характеризует неизменное гравитационное поле на больших расстояниях.

Толман пишет [1, § 97]: «Этот результат, естественно, укрепляет нашу уверенность в практических преимуществах эйнштейновского метода, использующего псевдотензорную плотность потенциальной гравитационной энергии и импульса t_{μ}^{ν} ».

Явное выражение для компоненты t_4^4 псевдотензора изолированной системы найдено, в частности, в [1]. Это – сумма давлений по трем осям, то есть утроенное давление в изотропном случае [1, (92.4), (97.2), (97.3), (97.5)], [2, (105,23)]:

$$U = J_4 = \int (T_4^4 - T_1^1 - T_2^2 - T_3^3) \sqrt{-g} dx^1 dx^2 dx^3 = \int (T_4^4 + 3p) \sqrt{-g} dx^1 dx^2 dx^3 = m. \quad (2)$$

Странно, однако, что псевдотензорная добавка – положительна, тогда как она должна вносить отрицательный вклад в полную массу-энергию. Странно также, что несмотря на это положительное слагаемое, добавляемое к собственной энергии вещества, сумма все же оказывается равна постоянной m , хотя собственная энергия вещества сама превышает эту постоянную [см. (5) ниже].

Загадка разрешается просто. Формулы (1), (2) – ошибочны. Для получения полной энергии следует плотность, $T_4^4 + t_4^4$, интегрировать по элементу пространственного объема

$$dV = \sqrt{-g_{11} g_{22} g_{33}} dx^1 dx^2 dx^3. \quad (3)$$

На это указано, в частности, в [2, § 100]. Так что модуль полной энергии (инвариантную полную энергию) изолированной системы с использованием псевдотензора нужно вычисляться по формуле [3, (6.9)]

* Email: khrapko_ri@hotmail.com, <http://khrapkori.wmsite.ru>

$$J = \int (T_4^4 + 3p) \sqrt{-g_{11}g_{22}g_{33}} dx^1 dx^2 dx^3 = \int (T_4^4 + 3p) \frac{\sqrt{-g}}{\sqrt{g_{44}}} dx^1 dx^2 dx^3. \quad (4)$$

И эта величина существенно больше, чем постоянная m , поскольку $g_{44} < 1$. И даже полная энергия одного вещества больше, чем постоянная m [3, (5.8)],

$$P = \int T_4^4 \sqrt{-g_{11}g_{22}g_{33}} dx^1 dx^2 dx^3 > m. \quad (5)$$

В этом выражается гравитационный дефект массы тела [2, § 100].

Величины (1), (2) получены интегрированием ковариантной компоненты 4-импульса элемента системы. На это, в частности, указывает оставшийся индекс 4. А такое интегрирование бессмысленно, поскольку реперы, поддерживающие компоненту элемента, различны в различных точках области интегрирования. И не существует репера, поддерживающего интегральную величину J_4 , несмотря на галилеевскую асимптотику.

Приходится признать ошибочной всю концепцию описания «энергии гравитационного поля» с помощью псевдотензора, поскольку он не выполняет свою главную функцию: вносить отрицательный вклад в полную энергию изолированной системы.

Список литературы

1. Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология (М.: Наука, 1974)
2. Ландау Л. Д. и Е. М. Лифшиц, Теория поля (М.: Наука, 1973)
3. Khrapko R.I. "The Truth about the Energy-Momentum Tensor and Pseudotensor". *Gravitation and Cosmology*, 20, 4 (2014), p. 264.
<http://khrapkori.wmsite.ru/ftpgetfile.php?id=132&module=files>

Goodbye, the Pseudotensor!

Radi Khrapko

Moscow Aviation Institute - Volokolamskoe shosse 4, 125993 Moscow, Russia

The gravitational field pseudotensor gives a positive contribution to the energy of the gravitational field with matter contained in it, and therefore seems to be a mistake

Добавление

Статьи, критикующие псевдотензор энергии-импульса гравитационного поля, многократно отклонялись научными журналами

- **ТМФ**. Ваша статья "Миф об энергии гравитационного поля" не представляет интереса для журнала ТМФ и не может быть опубликована. Отв. Секретарь В.В.Жаринов. July 30, 2013.

- **ЖЭТФ**. Бюро редколлегии ЖЭТФ рассмотрело Вашу статью "Миф об энергии гравитационного поля". Редколлегия признала, что по своему содержанию статья носит методический характер и потому ее публикация в ЖЭТФ нецелесообразна. May 22, 2014 (Статья была направлена в редакцию July 31, 2013)

- **УФН**. Редколлегия рассмотрела Вашу статью «Миф об энергии гравитационного поля» и считает ее публикацию нецелесообразной в связи с тем, что мы не видим необходимости разворачивать дискуссию по данной тематике на страницах журнала УФН. Академик О.В.Руденко. 02.08.2013

Редколлегия ознакомилась с Вашей статьей «Псевдотензор гравитационного поля — ошибка». Дискуссионные заметки в журнале УФН публикуются в исключительных случаях.

Мы считаем публикацию Вашего Письма в редакцию нецелесообразным. Зам. главного редактора, академик РАН О.В. Руденко. August 21, 2013.

Ваша статья была обсуждена на заседании бюро редколлегии УФН. Редколлегия УФН не нашла оснований для пересмотра своего решения. В связи с этим редакционная коллегия не может принять к рассмотрению Вашу статью «Миф об энергии гравитационного поля». Дальнейшую переписку по Вашей статье считаем нецелесообразной. Академик РАН В.А. Рубаков. 24 июня 2014 г.

15-я Российская гравитационная конференция (Казань, 30 июня – 5 июля 2014)
отклонила доклад «Правда о тензоре и псевдотензоре энергии-импульса»

-- **GRG** September 01, 2013:

“The paper under consideration provides an explicit example of a well-known fact, namely that the energy-momentum pseudo-tensor does not provide an invariant means for calculating the energy-momentum contribution due to the gravitational field. It is dependent on the coordinate system, or more precisely on the reference frame used. So while I believe that the paper is correct I do not think that it contributes anything new and therefore, I suggest that it be rejected.” Abhay Ashtekar.

-- **My reply was:**

Dear Abhay Ashtekar, Sorry, Your Reviewer is not correct when he writes “that the energy-momentum pseudo-tensor does not provide an invariant means for calculating the energy-momentum contribution due to the gravitational field. It is dependent on the coordinate system, or more precisely on the reference frame used”.

In reality, as is well known, the energy-momentum pseudo-tensor DOES provide an invariant means for calculating the energy-momentum contribution due to the gravitational field. It is INDEPENDENT on the coordinate system, or more precisely on the reference frame used. For example,

Tolman wrote:

“ t_{μ}^{ν} is a quantity which is defined in all systems of coordinates by (87.12), and the equation is a covariant one valid in all systems of coordinates. Hence we may have no hesitation in using this very beautiful result of Einstein”.

Landau & Lifshitz wrote:

“The quantities P^i (the four-momentum of field plus matter) have a completely define meaning and are independent of the choice of reference system to just the extent that is necessary on the basis of physical considerations”.

Tolman wrote:

“It may be shown that the quantities J_{μ} are independent of any changes that we may make in the coordinate system inside the tube, provided the changed coordinate system still coincides with the original Galilean system in regions outside the tube. To see this we merely have to note that a third auxiliary coordinate system could be introduced coinciding with the common Galilean coordinate system in regions outside the tube, and coinciding inside the tube for one value of the 'time' x^4 (as given outside the tube) with the original coordinate system and at a later 'time' x^4 with the changed coordinate system. Then, since in accordance with (88.5) the values of J_{μ} would be independent of x^4 in all three coordinate systems, we can conclude that the values would have to be identical for the three coordinate systems”.

So, I think you need to use another Reviewer.

-- **I have no answer.**

-- **Classical and Quantum Gravity**, September 11, 2013:

“We do not publish this type of article in any of our journals and so we are unable to consider your article further”. John Fryer, Ben Sheard, Adam Day, Martin Kitts.

-- **New Journal of Physics**, September 17, 2013

“We are unable to consider the article for our journal as it has previously been rejected”. Kryssa Roycroft and Joanna Bewley.

-- **PRD**, October 11, 2013

“Your manuscript only refers to work written more than sixty years ago, and ignores the considerable relevant work since then that is related to an understanding of the issues and difficulties associated with local and global concepts of energy in gravitating systems in a (necessarily) curved spacetime”. Erick J. Weinberg.

-- **My reply was:**

Dear Erick J. Weinberg, All works written during the sixty years on this topic are founded on the first work by Einstein, Eddington, Tolman. All these works developed the Einstein’s work, interpreted it or modernized it. In contrast, my paper argues that the first work is trivially invalid owing to a simple mistake, namely, a covariant component of the energy-momentum vector, instead of mass, was calculated in the work, and this component has no sense. Thus all works, which take the first work seriously, are of no interest.

-- **An appeal** against the decision was rejected without explanations.