УДК 531.5

ОБ УСКОРЕНИИ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ МИНКОВСКОГО[1]

Седов Л. И.

Ранее [1—4] были описаны связи моделей физических явлений гравитации с геометрическими моделями пространства и времени. В результате получен анализ макроскопической природы гравитационных взаимодействий в рамках четырехмерных псевдоримановых пространств и трехмерных евклидовых пространств, в которых есть универсальное абсолютное время по Ньютону.

Соответствующая теория развивается ниже для семейств K, составленных из мировых линий, сопутствующих свободным движениям индивидуализированных точек, образующих материальный континуум и отвечающих частицам с постоянной массой покоя.

В лагранжевой системе координат ξ^1, ξ^2, ξ^3, ξ^4 для индивидуальных точек семейства K принимается, что $\xi^\alpha = \mathrm{const}$ $(\alpha = 1, 2, 3)$, а ξ^4 — временная координата, изменяющаяся вдоль мировых линий K.

Вообще говоря, для любого семейства сопутствующих мировых линий K, необязательно для свободных движений материальных частиц в псевдоримановом пространстве, можно ввести каноническую сопутствующую систему координат ξ^1, ξ^2, ξ^3, τ, в которой в каждой точке метрика имеет вид

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 + 2g_{\alpha 4} d\xi^\alpha d\tau + g_{\alpha\beta} d\xi^\alpha d\xi^\beta \quad (\alpha, \beta = 1, 2, 3)$$

где координата τ совпадает с собственным глобальным временем на мировых линиях K, а компоненты ускорения на мировых линиях представятся формулами

$$g_{\alpha 4} = u_\alpha, \quad a_\alpha = \frac{\partial u_\alpha}{\partial \tau} = \partial g_{\alpha 4} (\xi^\alpha, \tau)/\partial \tau$$

где u_α — ковариантная компонента вектора четырехмерной скорости $\mathbf{u}$, направленного по касательной в каждой точке сопутствующих мировых линий K, а контрвариантные компоненты вектора $\mathbf{u}$ равны 0, 0, 0, 1.

Как известно, поле соответствующих абсолютных векторов ускорений на мировых линиях K с координатами Лагранжа $\xi^\alpha = \mathrm{const}$ получается в локальной инерциальной системе отсчета дифференцированием вдоль линий K трехмерной скорости $\mathbf{v}$ по времени наблюдателя t или дифференцированием четырехмерной скорости $\mathbf{u}$ по глобальному собственному времени τ.

Определение векторов ускорения можно производить с помощью применения инерциальных ортонормированных локальных тетрадных базисов $\mathbf{э}_\alpha$, $\mathbf{э}_4 = \mathbf{u}$ в каждой точке семейства мировых линий K при дифференцировании соответственно по t или τ при постоянных $\mathbf{э}^1$, $\mathbf{э}^2$, $\mathbf{э}^3$ и переменных $\mathbf{э}_4 = \mathbf{u}$ с учетом равенств $\pm \mathbf{э}_\alpha = \mathbf{э}^\alpha$, справедливых в ортонормированных локально инерциальных тетрадах.

В этих тетрадах в локальных евклидовых пространствах по Ньютону для абсолютных ускорений имеем

$$\mathbf{a} = \partial \mathbf{v} (\xi^\alpha, t)/\partial t = (\partial v_\alpha/\partial t)\, \mathbf{э}^\alpha$$

а в пространстве Римана, в частности Минковского, имеем

$$\mathbf{a}^* = \partial \mathbf{u} (\xi^\alpha, \tau)/\partial \tau = (\partial \mathbf{u} (\xi^\alpha, \tau (\xi^\alpha, t))/\partial t)\, \partial t/\partial \tau$$

причем на основании преобразования Лоренца в канонической сопутствующей системе отсчета верны равенства

$$d\tau = dt \sqrt{1 - \frac{v^2 (\xi^\alpha, t)}{c^2}}, \quad u_\beta = \frac{v_\beta}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

[1] Доклад на Международной конференции «Современные математические проблемы механики и их приложения». Москва, ноябрь, 1987 г. Добавление к статье «О природе времени, пространства и гравитации» (ПММ. 1987. Т. 51. Вып. 6. С. 900—907.)

Отсюда следуют формулы

$$\mathbf{a}^* = a_\alpha{}^* \mathbf{э}^\alpha = \frac{\partial u_\beta}{\partial \tau}\, \mathbf{э}^\beta = \left\{\frac{\partial}{\partial t}\left[\frac{v_\beta}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right]\right\}\frac{\mathbf{э}^\beta}{\sqrt{1-v^2/c^2}}, \quad \mathbf{a} = a_\alpha \mathbf{э}^\alpha$$

или

$$a_\beta{}^* = \frac{a_\beta}{1-v^2/c^2} + \frac{v_\beta v_\alpha a^\alpha}{c^2(1-v^2/c^2)^2}, \quad a^\alpha = a_\alpha$$

и, следовательно, в каждой ортонормированной инерциальной тетраде верно следующее векторное равенство, которое, очевидно, должно выполняться не только в специальных тетрадах, но и вообще во всех других видах локальных инерциальных тетрад в точках пространства на кривых семейства K:

$$\mathbf{a}^* = \frac{d\mathbf{v}}{dt}\frac{1}{1-v^2/c^2} + \frac{\mathbf{v}(\mathbf{v}\, d\mathbf{v}/dt)}{c^2}\frac{1}{(1-v^2/c^2)^2} \tag{1}$$

Формулу (1) можно применять как в двух разных римановых пространствах, так и в системах наблюдателя и в собственных глобальных системах отсчета в одном и том же пространстве Минковского. Очевидно, что в собственных системах отсчета при $\mathbf{v} = 0$, $\mathbf{a}^* = \mathbf{a}$. Однако связь (1) между ускорениями в точках семейства K в ньютоновской механике и в специальной теории относительности (СТО), вообще говоря, неголономна.

Для заданного семейства мировых линий K после теоретического определения с опорой на опытные данные поля ускорений $\mathbf{a}$ (или $\mathbf{g}$) силы тяготения в ньютоновской механике с учетом поля скоростей можно вычислить по формуле (1) поле ускорений силы тяготения в СТО. После этого для семейства K в сопутствующих координатах можно определить поле ускорения для других заданных своей метрикой псевдоримановых пространств.

При соответствующих преобразованиях пространств компоненты метрических тензоров g_{ij} в общем случае не оставляют форму $ds^2 = g_{ij}d\xi^i d\xi^j$ инвариантной.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Седов Л. И.* Гравитация и моделирование пространства и времени // Докл. АН СССР (ДАН СССР). 1987. Т. 295. № 2. С. 362—368.
2. *Седов Л. И.* О природе времени, пространства и гравитации // ПММ. 1987. Т. 51. Вып. 6. С. 900—907.
3. *Седов Л. И.* О глобальном времени в общей теории относительности // Докл. АН СССР (ДАН СССР). 1983. Т. 272. № 1. С. 44—48.
4. *Sedov L. I.* On the global time in general relativity // Rend. Sem. Mat. Univers. Polytechn. Torino. 1984. V. 42. No. 2. P. 39—46.

Москва

Поступила в редакцию
19.XII.1987

УДК 532.5

СЕМЕЙСТВО ТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ ОДНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ГАЗА ПОД ДЕЙСТВИЕМ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Желтухин А. Н.

Для уравнений неустановившегося одномерного движения совершенного газа при учете поглощения монохроматического излучения строится новое семейство точных решений с линейной зависимостью скорости от пространственной координаты. Решения содержат несколько произвольных функций и несколько произвольных постоянных. Известны [1, 2] точные решения без излучения. При учете поглощения монохроматического излучения задача рассматривалась в [3], где найдены точные автомодельные решения. В отличие от этих решений ниже строятся решения, содержащие несколько произвольных функций.