Статья В.Б. Морозова «**Метрика ускоренной системы и решения уравнения Эйнштейна**» привлекла мое внимание тем, что я оказался в списке лиц, которым автор выражает благодарность. Но я не имею никакого отношения к этой статье, если не считать таковым ссылку на пример Адамара неустойчивого решения УМФ. Об этом примере автор узнал от меня из переписки, в которой не обсуждались идеи, изложенные в статье. Я нахожу ее содержание ошибочным и хотел бы высказать свои соображения.

Начну со ссылки на пример Адамара. В этой связи автор пишет: «*Обычно предполагается, что предельные условия (начальные или граничные) существенно не сказываются на результатах решения конкретных задач, в том числе задач гравитации. Однако это совсем не так.*» Это действительно не так, поскольку в теории гравитационного поля обычно принимаются условия обращения в ноль на бесконечности. Ни для кого не секрет, что решения дифф. уравнений зависят от граничных или начальных условий. Но в этой статье я таковых не увидел, поэтому ссылка на пример Адамара является бессодержательной.

На стр. 3 утверждается: «*На самом деле тензор энергии-импульса поля в общем случае должен быть ненулевым, т.е. по крайне мере не нулевым является тензор натяжений, входящий в тензор энергии-импульса*». В обоснование дана ссылка на высказывание Эйнштейна, который, однако, имел ввиду гравитационное поле. В плоском пространстве–времени тензор энергии импульса равен нулю, что следует из его определения через компоненты метрического тензора и символы Кристоффеля (уравнение 94.4 **[1]**). В статье предпринята неудачная попытка определить тензор энергии-импульса при отсутствии гравитационного поля, о чем еще будет сказано ниже.

На стр. 4 автор пытается дать новое доказательство того факта, что имеет место «*локальная эквивалентность однородного гравитационного поля и однородно ускоренной системы*». За основу берется формула (1), которая описывает метрику плоского пространства-времени в инерциальной системе отсчета S' с координатами из системы S, движущейся относительно нее равномерно и прямолинейно. При этом (1) некорректно называется метрикой системы S, поскольку в координатах этой инерциальной системы метрика выглядит так:

$$ds^2 = c^2dt^2 - dx^2 \quad \text{(одномерный случай)}$$

Затем формула (1) бездоказательно обобщается на случай, когда система отсчета S является неинерциальной. Так получается формула (2), которая, вообще говоря, неверна. При этом автор пишет: «*Ограничимся «правильными» системами, а именно, такими в которых достаточно малую окрестность точки можно считать однородной псевдоевклидовой (локально инерционными системами координат*)». Такое ограничение, на самом деле, не суживает класс систем отсчета, т.к. любая метрика заменой координат может быть сделана псевдоевклидовой в точке. Более того – можно обнулить в этой точке также и коэффициенты Γ_{ij}^k (локально галилеева система отсчета). Соответственно, в бесконечно малой окрестности точки пространство-время является плоским (псевдо-евклидовым).

Затем утверждается, что в «*простейшем, линейном случае*» из (2) получается формула (3). Не ясно: почему в случае равноускоренной системы функция $\zeta(x)$ должна быть линейной? В первом приближении формула (3) совпадает с формулой 103.3 **[1]** для метрики однородного, слабого поля с ньютоновским потенциалом. Однако, здесь нет нового доказательства эквивалентности однородного гравитационного поля и однородно ускоренной системы.

Высказывание на стр. 5: «*Сравнение частот «маятников» стандартных часов, помещенных в точку A_0, даст одинаковый результат - ν_0 в обеих системах отсчета*», вообще говоря, является ошибочным. Если система отсчета движется с ускорением, то период колебаний математического маятника изменится по сравнению с инерциальной системой.

Далее утверждается, что «*соотношение (4) не является точным ни для полей инерции, ни для гравитационного поля*». В том, что касается полей инерции, с этим трудно согласиться, поскольку (4) следует из формулы для эффекта Доплера. Малость пространственных расстояний здесь не является существенной, поэтому вывод (5) выглядит надуманным. Кроме того, из (5) не следует (6), поскольку в случае нерелятивистского движения в отсутствие гравитации изменение частот связано не с различием хода времени в двух системах отсчета, а с изменением расстояний, которые световые импульсы проходят от источника к наблюдателю.

Таким образом, в статье нет вывода формулы (6) Более того - она ошибочна, поскольку противоречит преобразованию Лоренца при переходе из системы S в S' в произвольный момент времени τ':

$$d\tau = \sqrt{1 - \frac{(a\tau')^2}{c^2}} \cdot d\tau'$$

Очевидно, что при малом a данное равенство верно, но оно несовместимо с (6) .

Далее из ошибочных формул (2) и (6) получается (7), якобы точно выражающая интервал однородно ускоренной системы отсчета. Но формула (7) не является точной хотя бы потому, что в выражении для ds^2 отсутствуют слагаемые, пропорциональные $dxdt$, которыми в приближении пренебрегают.

Для подтверждения своего мнения о том, что формула (7) верна, автор повторяет рассуждения с разбиением расстояния на малые промежутки, которые привели его к (5). При этом используется формула

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2\phi}{c^2}\right)c^2 dt^2 - \left(1 + \frac{2\phi}{c^2}\right)\left(dx^2 + dy^2 + dz^2\right), \qquad (*)$$

которая справедлива в случае слабого гравитационного поля (и малой скорости движения). Однако очевидно, что это условие не будет выполняться в том случае, когда задано сильное поле. В этом случае формула (*) неверна даже при $x \to 0$, **если** в качестве системы отсчета не выбрана локально галилеева система отсчета. По-видимому, автор подразумевает выбор локально галилеевых систем для каждого из N интервалов, на которые делится расстояние x. Однако в этом случае ниоткуда не следует, что каждая пара соседних (локально галилеевых) систем связана между собой так же, как S и S' (первая движется относительно второй равноускоренно).

Таким образом, вывод (7) основан на грубых ошибках. Эта формула заведомо не является точной, т.к. она не содержит слагаемых, пропорциональных $dxdt$, которыми в приближении пренебрегают.

Далее на стр. 7 автор рассматривает тензор Эйнштейна для метрики (7) и, пользуясь уравнением (9), формально вводит тензор энергии-импульса t_{ik} в равноускоренной системе отсчета. Затем предлагается добавить его к тензору энергии-импульса материи T_{ik} и, таким образом, статья претендует на уточнение уравнения гравитационного поля, так что в результате оно принимает вид (11).

В дальнейшем автор уточняет вид метрики Шварцшильда, отображая различие графиками на рисунке в конце статьи (без номера). Однако, как следует из вышесказанного, в решение Шварцшильда de'facto была привнесена ошибка, проистекающая из замены компоненты тензора $g_{00} = 1 + \frac{2\varphi}{c^2}$ на $g_{00} = \exp\left(\frac{2\varphi}{c^2}\right)$. Полученный результат (12) можно рассматривать, как тривиальную, приближенную формулу, но ее практическая полезность никак не обоснована в статье. Соответственно, нет снований для того, чтобы применять формулу (13) вместо той, которая указана ниже. Эти две формулы не совпадают даже в первом приближении. Следовательно, статья претендует на опровержение классического результата Шварцшильда, хотя это не сказано прямо.

Таким образом, статья отрицает тот факт, что в отсутствие гравитационного поля тензор-энергии импульса (пустого пространства) равен нулю. Тем самым отрицается определение тензора энергии-импульса через компоненты метрического тензора и коэффициенты связности, согласно которому в плоском пространстве-времени тензор энергии-импульса равен нулю. Выводы данной статьи основаны на грубых ошибках, которые рассмотрены выше, и противоречат основам ОТО.

[1] Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Теория поля. «Физматгиз», 1960.

21 марта 2015

Доктор физ.-мат. наук (геометрия и топология)
Зотьев Д.Б.