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. Не имея никакого отношения к этой статье, если не считать ссылку на пример Адамара неустойчивого решения УМФ (из учебника). Об этом примере автор узнал от меня из переписки, в которой не обсуждались идеи, изложенные в статье. Более того, я нахожу ее содержание ошибочным, поэтому не хочу быть как-то связанным с этой работой. Хотел бы высказать свои соображения, чтобы не выглядеть голословным.

Начнем со ссылки на пример Адамара. В этой 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. Разумеется, ни для кого не секрет, что решения дифференциальных уравнений существенно зависят от граничных или начальных условий. Но в этой статье я не увидел таковых, поэтому ссылка на пример Адамара выглядит бессодержательной. Это еще раз говорит о моей непричастности de'facto.

На стр. 3 автор утверждает: «*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 прямо 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, крайне простое 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 системы, как и любой другой инерциальной системы отсчета метрика выглядит так (в одномерном случае):

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 .$$

Затем формула (1) бездоказательно обобщается на случай, когда система отсчета S является неинерциальной. Так получается формула (2), которая, вообще говоря, неверна (для произвольной, неинерциальной системы отсчета (2) не имеет места). 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 (т.е. локально). 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). Ничего не сказано о том, почему в случае равноускоренной системы функция $\zeta(x)$ должна быть линейной. В первом приближении (3) совпадает с формулой 103.3 **[1]** для метрики однородного, слабого поля с ньютоновским потенциалом. Однако, претензии на новое доказательство эквивалентности однородного гравитационного поля и однородно ускоренной системы являются безосновательными. Справедливо говорить здесь не о доказательстве, а о грубой подгонке рассуждений под известный результат.

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 автор утверждает, 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 соотношения (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 формула (7), якобы точно выражающая интервал однородно ускоренной системы отсчета. Имеется ввиду интервал в координатах равноускоренной системы S. Формула (7) не является точной хотя бы потому, что в выражении 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

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

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 отсчета связана между собой так же, как системы S и S' (первая движется относительно второй равноускоренно).

Таким образом, вывод (7) основан на грубой ошибке. 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 центрального уравнения ОТО – 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. 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 отрицаются основы ОТО, прежде всего исходное определение тензора энергии-импульса через компоненты метрического тензора и коэффициенты связности, согласно которым в плоском пространстве-времени этот тензор равен нулю. Амбициозные выводы данной статьи основаны на грубых ошибках, которые рассмотрены выше.

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

21 марта 2015

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