І. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН

Домрачев В. Е.

Винницкий торгово-экономический институт

УДК 530.18:531.12

К ВОПРОСУ СОВМЕСТНОГО ОПИСАНИЯ ГРАВИТАЦИИ И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА

В роботі пропонується не обожнювати, як це робиться в теорії відносності, такі різні фізичні поняття як швидкість електромагнітних та швидкість гравітаційних хвиль, і відрізняти системи відліку, в яких тіла відліку характеризуються тільки масою від систем відліку, в яких тіла відліку характеризуються масою і електричним зарядом. При цьому утворюються різні псевдоевклідові і псевдоріманові простори. Для простору, в якому тіла відліку, що характеризуються масою та електричним зарядом, обмінюються гравітаційним і електромагнітним сигналами, будуються ортогональні перетворення координат, узагальнюючі перетворення Лоренца. В роботі обґрунтовується геометрична модель для сумісного опису гравітації і електромагнетизму.

An this paper is offered no identify such deference physical concepts as velocity of electromagnetic and velocity of gravitation waves, as it doing in theory of relativity and distinguish reading systems in which bodies reading are characterized only mass from that with bodqis reading are characterized mass and electrical charge. Under this different pseudoevclide and pseudoriman spaceis are formed. For the space in which bodies reading characterized mass and electrical charge are exchanged gravital and electromagnetic signals orthogonal transformation of co-ordinate is built, which generalized Lorentz transformations an this paper geometrical model for common description of gravitation and electromagnetism is based.

1. Введение.

Задача геометризации физики имеет давнюю историю и восходит к идеям В. Клиффорда об описании «искривлёнными геометриями» всех сущностей реального мира. А. Эйнштейн после создания общей теории относительности (ОТО), в которой построена геометрическая модель гравитации, потратил много сил и времени на создание единой теории поля, осуществляющей геометризацию всех известных полей. Программа минимум этого направления: геометризация наряду с гравитацией электромагнитного поля. А.Эйнштейном и его современниками был испробован ряд вариантов геометризации электромагнитного поля. Перечислим для иллюстрации лишь некоторые, отличающиеся, впрочем, оригинальностью исходных идей. Исторически первой была теория Вейля, обобщённая позднее А.Эддингтоном, развивающая вариант геометрии с сегментарной кривизной. В.И.Родичев [1] для описания электромагнетизма использовал геометрию с кручением Э.Картана. Пятимерная геометрия Калуцы приводила к совместному геометрическому описанию гравитации и электромагнетизма, и имела продолжение в многомерных единых теориях гравитации и других взаимодействий (теории Калуцы – Клейна) [2]. Последние годы жизни А.Эйнштейн развивал геометрию с несимметричным метрическим тензором, представляемом в виде суммы двух тензоров: из которых симметричный тензор соответствовал гравитации, а антисимметричный электромагнетизму [3].

Для нас существенно, что в приведенных направлениях, и в более поздних работах, авторы стремились к геометризации электромагнетизма в рамках **линейной теории** Максвелла – Лоренца, а также то, что бесспорного и общепринятого результата такой геометризации не получено до сих пор.

2. Обоснование геометрической модели для совместного описания гравитации и электромагнетизма.

В работах [4-5] обсуждаются некоторые противоречия и алогизмы теории относительности (ТО), для устранения которых требуется уточнение базисных понятий ТО. В предлагаемой работе уточним смысл таких понятий, как система отсчёта (СО) и скорость передачи взаимодействия, и в результате с необходимостью приходим к геометрической модели для совместного описания гравитации и электромагнетизма.

1. В специальной теории относительности (СТО) под системой отсчёта понимается тело отсчёта, снабжённое системой 3-х пространственных координат и часами для измерения времени. Возникает вопрос, какими физическими характеристиками определяется это тело. В ТО с телом отсчёта не связана ни одна физическая характеристика. Но в таком случае это не физическое понятие, а некий абстрактный фантом, использование которого в физической теории неправомерно. Неявно, конечно, с этим телом как минимум связана его масса. Но требуется уточнение, поскольку правомерен вопрос: одинаковы ли тела отсчёта, характеризуемые только массой – тела (m), и тела отсчёта, характеризуемые массой и электрическим зарядом - тела (m,q). А, соответственно, одинаковы ли СО, связанные с этими телами? Ответ на такой вопрос в ТО отсутствует.

Мы встанем на точку зрения, что существуют как минимум два типа СО, различных в физическом отношении. С первым типом СО связаны тела отсчёта (m), а со вторым - тела отсчёта (m,q). Кроме того, мы будем рассматривать несуществующие в природе СО, с которыми связаны тела отсчёта (q), характеризуемые только электрическим зарядом. Последние будут фигурировать в теории лишь как вспомогательные построения.

2. Нет полной определенности в ТО и с таким понятием как скорость передачи взаимодействия. С одной стороны это максимальная скорость передачи взаимодействия между телами. Вопрос: какого взаимодействия и между какими телами? Ответ - любого взаимодействия между любыми телами, выглядит неубедительным, по причине отсутствия в нём какой-либо определённости. С другой стороны в ТО происходит конкретизация этого понятия, но не однозначным образом: то максимальная скорость передачи взаимодействия в общей теории относительности (ОТО) равна скорости гравитационных волн, далее обозначаемой c_1, то (в СТО и ОТО) скорости света c_2. Имеет место определенная путаница и подмена физических понятий. Одному и тому же символу c в зависимости от обстоятельств его использования в ТО приписывается абсолютно разное физическое содержание: или c_1, или c_2, а то и одновременно и c_1, и c_2. По нашему мнению такая ситуация является логически недопустимой. Физическая величина, называемая скоростью света, не при каких обстоятельствах не сможет стать скоростью гравитационных волн, даже если и принять равными их численные значения.

Имеются вопросы и к принятому Эйнштейном равенству этих скоростей $c_1 = c_2 = c$. По нашему мнению равенством численных значений указанных скоростей можно воспользоваться в итоговых формулах теории, если это приведёт к их упрощению (были бы экспериментальные основания). Однако использование равенства $c_1 = c_2 = c$ на старте теоретических построений задаёт не столько их численное равенство, сколь отождествление, по крайней мере, частичное, физической сути гравитационных и электромагнитных явлений. Не понятно, теория какого из этих явлений при этом строится.

Появляется необходимость в такой модификации ТО, которая позволила бы устранить отмеченные противоречия и при этом не противоречила бы существующим в этой области экспериментальным результатам. Рассмотрим ещё раз основные стартовые положения СТО. Начнём с квадрата интервала между двумя событиями, заключающимися в распространении светового сигнала в системе отсчета К со скоростью c из одной точки в другую, близко расположенную:

$$dS_0^2 = c^2dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = \eta_{ik}dx^i dx^k = 0\,, \qquad (1)$$

где $x^i = (ct, x^\alpha)$, $\eta_{ik} = \eta^{ik} = diag(1 -1 -1 -1)$ - метрический тензор пространства Минковского. Здесь и далее 4- мерные индексы, пробегающие значения 0,1,2,3, будем обозначать латинскими буквами i,j,k…, а 3 – мерные индексы, пробегающие значения 1,2,3, – греческими буквами $\alpha, \beta, \gamma ...$

Если мы уточним, что под скоростью распространения сигнала понимаем скорость гравитационных волн $c = c_1$, а под телами отсчета - тела (m), то вместо (1) следует записать квадрат интервала, который связывает массы, обменивающиеся родным для себя гравитационным сигналом, в виде:

$$d\overline{S}_0^{\ 2} = c_1^{\ 2} dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = \eta_{ik} d\overline{x}^i d\overline{x}^k = 0 \qquad (2)$$

где $\overline{x}^i = (c_1 t, x^\alpha)$.

Аналогичное выражение получим для электрических зарядов, обменивающихся электромагнитным сигналом:

$$d\widetilde{S}_0^{\ 2} = c_2^{\ 2} dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = \eta_{ik} d\widetilde{x}^i d\widetilde{x}^k = 0 \qquad (3)$$

где c_2 - скорость электромагнитных волн, $\widetilde{x}^i = (c_2 t, x^\alpha)$. Величины, связанные с гравитационными явлениями, будем подчёркивать сверху прямой чертой, а связанные с электромагнитными явлениями - волнистой чертой.

В ТО не делается различий между интервалами (2) и (3), более того они оба содержатся в интервале (1). Хотелось бы понять, каким образом? В первом постулате СТО, базирующемся на определённой интерпретации результатов экспериментов Майкельсона – Морли, утверждается инвариантность скорости света относительно инерциальных систем отсчёта. При этом молчаливо предполагается и инвариантность скорости гравитационных волн. То есть, по умолчанию, предполагается, что инвариантное выражение (1) содержит в себе инвариантные выражения (2) и (3). С физической точки зрения интервал (2) связан только с массами и гравитационными волнами, т. е. с гравитационными явлениями, а интервал (3) – с электромагнитными. Объединенное же описание гравитации и электромагнетизма, использующее только интервал (1) математически возможно лишь при полном отождествлении скоростей c_1 и c_2, а это, как уже выше отмечалось, алогично.

В ТО делается ещё одно, далеко идущее обобщение. Из условия однородности пространства и времени и изотропности пространства доказывается инвариантность не только равных нулю интервалов, но и бесконечно малых интервалов, а так же и конечных интервалов между **любыми** двумя событиями. Согласно принципу относительности **все законы природы** одинаковы во всех инерциальных системах отсчёта. Возникает вопрос, как произошло «заселение» четырёхмерной геометрии, определяемой квадратичной формой (1), всеми мыслимыми явлениями природы? На поставленный вопрос возможен такой ответ. Поскольку все реальные явления происходят в пространстве и времени, а **модель его единственна** то «заселение» этого пространства – времени «всем сущим», как говорится, без вариантов. Ответ усложняется, если таких моделей несколько, да еще, к тому же, они структурно эшелонированы.

В работах [6-7] обосновывается необходимость замены одной всеобщей и универсальной ТО на целый ряд взаимно связанных теорий, имеющих ограниченные рамки применимости, но использующих математический формализм как ОТО, так и СТО, имеющий, по нашему мнению, «общегеометрический» характер. Согласно структурно иерархическим представлениям, геометрическая модель, соответствующая данной ТО, описывает физические явления, соответствующие лишь определённому физическому полю, и лишь на данном структурном уровне. Здесь уже «население» математической модели физическим содержанием происходит дифференцированно.

Так мы полагаем, что псевдоевклидово пространство Минковского $\overline{R}_1^4$, определяемое квадратичной формой (2), служит основой для описания лишь гравитационных явлений, а псевдоевклидово пространство Минковского $\widetilde{R}_1^4$, определяемое квадратичной формой (3), служит основой для описания лишь электромагнитных явлений. Далее строим два четырехмерных псевдоримановых пространства событий ускоренных локально лоренцевых систем отсчета: одно $\overline{M}^4$ - для описания движений пробных тел, характеризуемых только массой, в гравитационном поле, второе $\widetilde{M}^4$, пока гипотетическое, для описания движений пробных тел, характеризуемых только электрическим зарядом, в электромагнитном поле. Уменьшению полей в геометрическом описании соответствует переход из ОТО в СТО. При этом псевдоримановы пространства $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$ превращаются в псевдоевклидовы пространства Минковского $\overline{R}_1^4, \widetilde{R}_1^4$, группы симметрии псевдоримановых пространств превращаются в группы Пуанкаре, а пространственно - временные координаты инерциальных систем отсчета в каждом из пространств, связываются преобразованиями Лоренца, отличающимися параметрами преобразования - скоростями c_1 и c_2.

Квадраты метрических интервалов псевдоримановых пространств $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$ обозначим следующим образом:

$$d\overline{S}^2 = \overline{g}_{ik} dx^i dx^k = (\eta_{ik} + \overline{h}_{ik}) d\overline{x}^i d\overline{x}^k , \quad (4)$$

$$d\widetilde{S}^2 = \widetilde{g}_{ik} d\widetilde{x}^i d\widetilde{x}^k = (\eta_{ik} + \widetilde{h}_{ik}) d\widetilde{x}^i d\widetilde{x}^k . \quad (5)$$

Строго говоря, поскольку реально существуют лишь тела, характеризуемые или только массой - тела (m), или одновременно и массой и электрическим зарядом, - тела (m,q), построения (3,5) носят лишь вспомогательный характер.

Для описания движения тел (m,q) в гравитационных и электромагнитных полях мы построим псевдоевклидово пространство Минковского $\hat{R}_1^4$, являющееся четырехмерным пространством событий лоренцевых систем отсчета, тела отсчета которых характеризуются и массой и электрическим зарядом, а также обобщающее его псевдориманово пространство $\hat{M}^4$. Такие системы отсчёта могут обмениваться как гравитационным, так и электромагнитным сигналами. Примем, как это делается в ТО, инвариантность скоростей этих сигналов относительно указанных систем отсчёта. В таком случае будут одновременно инвариантными относительно преобразований координат, связывающих системы координат инерциальных систем отсчёта (m,q) (далее обозначаемых - СО K), квадраты интервалов, определяемых формулами (2-3), а также их линейные комбинации. Соответственно зададим квадратичные формы, определяющие геометрию псевдоевклидова пространства $\hat{R}_1^4$ и псевдориманова пространства $\hat{M}^4$, в следующем виде:

$$d\hat{S}_0^2 = d\overline{S}_0^2 + \alpha \cdot d\widetilde{S}_0^2 \quad (6)$$

$$d\hat{S}^2 = d\overline{S}^2 + \alpha \cdot d\widetilde{S}^2 = \hat{g}_{ik} d\hat{x}^i d\hat{x}^k = (\eta_{ik} + \hat{h}_{ik}) d\hat{x}^i d\hat{x}^k . \quad (7)$$

Здесь 4- координаты пространств $\hat{R}_1^4$ и $\hat{M}^4$ имеют вид:

$$\hat{x}^i = (c_\Sigma t, \sqrt{1+\alpha} \cdot x^\alpha) , \quad (8)$$

где $c_\Sigma^2 = c_1^2 + \alpha \cdot c_2^2$, а масштабный множитель α, определяемый из принципа соответствия, служит для согласования метрических стандартов в пространствах $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$.

Вначале рассмотрим псевдоевклидово пространство $\hat{R}_1^4$. Пользуясь инвариантностью квадратичной формы (6) относительно инерциальных СО K, стандартным путём получим формулы, связывающие координаты таких СО. В случае если инерциальная СО K' движется вдоль оси x системы отсчёта K с постоянной скоростью

$$\hat{V}^\alpha = \frac{d\hat{x}^\alpha}{dt} = \sqrt{1+\alpha}\,\frac{dx^\alpha}{dt} = \sqrt{1+\alpha} \cdot V^\alpha , \quad (9)$$

ортогональные преобразования, оставляющие неизменными квадратичную форму (6), сохраняют координаты $y = y'$, $z = z'$, и осуществляют поворот в плоскости tx в псевдоевклидовом пространстве $\hat{R}_1^4$:

$$\hat{x} = \hat{x}' ch\phi + c_\Sigma t' sh\phi , \quad (10)$$

$$c_\Sigma t = \hat{x}' sh\phi + c_\Sigma t' ch\phi . \quad (11)$$

Рассматривая в СО K движение начала координат СО K' запишем формулы (10-11) в виде: $\hat{x} = c_\Sigma t' sh\phi$, $c_\Sigma t = c_\Sigma t' ch\phi$. Отсюда находим гиперболический тангенс угла поворота ϕ:

$$th\phi = \frac{\hat{x}}{c_\Sigma t} = \frac{\hat{V}}{c_\Sigma} = \frac{V}{\hat{c}} . \quad (12)$$

где $$\hat{c}^2 = \frac{c_\Sigma^2}{1+\alpha} . \quad (13)$$

Отметим, что численное значение «эффективной» скорости $\hat{c}$ зависит от параметра α. При выполнении условий: $\alpha << 1$ и $\alpha \cdot c_2^2 << c_1^2$, $\hat{c}$ стремится к численному значению скорости гравитационных волн, а при выполнении условий: $\alpha >> 1$ и $\alpha \cdot c_2^2 >> c_1^2$, к численному значению скорости электромагнитных волн. Кроме того «эффективная» скорость $\hat{c}$, при условии, что $\alpha = 0$, превращается в скорость гравитационных волн, а при равенстве численных значений скоростей гравитационных и электромагнитных волн: $c_1 = c_2 \equiv c$, - в c и при этом не зависит от параметра α. Первый случай соответствует превращению пространства $\hat{R}_1^4$ в пространство $\overline{R}_1^4$, а второй случай – возврату к стандартной метрике СТО.

Из (10-13) мы получим аналог преобразований Лоренца: формулы, связывающие координаты произвольного события x, y, z, t в СО K с координатами того же события x', y', z', t' в СО K':

$$x = \frac{x' + Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{\hat{c}^2}}}, \; y = y', \; z = z', \; t = \frac{t' + \frac{V}{\hat{c}^2} x'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{\hat{c}^2}}}, \tag{14}$$

Из вида формул (14) следуют, очевидно, и релятивистская формула сложения скоростей и все релятивистские эффекты СТО. Единственное отличие: вместо скорости света в формулах, описывающих эти эффекты, в нашем случае выступает «эффективная» скорость $\hat{c}$. Отсюда делаем вывод, что геометрические модели, использующие метрику (6), даже в случае неравенства скоростей c_1 и c_2, непротиворечивы в той же степени, как и СТО.

Вернёмся к псевдоримановой метрике (7). Подставляя (4) и (5) в (7) мы получим формулы, связывающие компоненты метрического тензора пространства $\hat{M}^4$ с соответствующими компонентами метрических тензоров пространств $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$:

$$\hat{h}_{00} = \frac{1}{1+\alpha}\left[\overline{h}_{00}\left(\frac{c_1}{\hat{c}}\right)^2 + \alpha \cdot \left(\frac{c_2}{\hat{c}}\right)^2 \widetilde{h}_{00}\right], \tag{15}$$

$$\hat{h}_{0\alpha} = \frac{1}{1+\alpha}\left[\overline{h}_{0\alpha}\,\frac{c_1}{\hat{c}} + \alpha \cdot \frac{c_2}{\hat{c}}\,\widetilde{h}_{0\alpha}\right], \tag{16}$$

$$\hat{h}_{\alpha\beta} = \frac{1}{1+\alpha}\left[\overline{h}_{\alpha\beta} + \alpha \cdot \widetilde{h}_{\alpha\beta}\right]. \tag{17}$$

3. Заключение.

Подведем итоги. Отмеченные в работе противоречия ТО устраняются, если же отождествлять, как это делается в ТО, такие разные физические понятия, как скорость гравитационных и скорость электромагнитных волн, и отличать тела отсчета (m) от тел отсчета (m,q). При этом образуются разные псевдоевклидовы и псевдоримановы пространства. Для пространства $\hat{R}_1^4$ строятся ортогональные преобразования координат, обобщающие преобразования Лоренца, которые связывают пространственные и временные координаты систем отсчета с телами отсчета (m,q).

В работе обосновывается возможность совместного описания гравитации и электромагнетизма в псевдоримановом пространстве $\hat{M}^4$ с «объединенной» метрикой (15-17).

Литература

1. Родичев В. И. Пространство с кручением и нелинейные уравнения поля. // ЖЭТФ,1961, т. 40, вып. 5. с.1469-1472
2. Владимиров Ю. С. Размерность физического пространства – времени и объединение взаимодействий. // М.: Изд-во МГУ, 1987, с. 215.
3. Эйнштейн А. Релятивистская теория несимметричного поля // Собр. науч. тр. Т.2. М.: Наука, 1966, с. 849-873.
4. Домрачев В. Е Интерпретация и некоторые обобщения теории относительности механики и электродинамики // М., «Кириллица-1», 2002. с. 54.
5. Домрачев В. Е. Обобщение уравнений Максвелла // Сб. ст. Международной научной конф. « Проблемы гармонии, симметрии и золотого сечения в природе, науке и искусстве». Винница, 2003. с. 358-361.
6. Домрачев В. Е. Структурно иерархическая модель пространства - времени. “Доповіді Національної академії наук України”, № 1, 2006, С. 67-72.
7. Домрачев В. Е. Некоторые обобщения линейных полевых уравнений теории гравитации и электродинамики “Доповіді Національної академії наук України”, № 2, 2006, С. 71-76.