УДК 531.18:530.12

В.Е. ДОМРАЧЕВ

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И НЕКОТОРЫЕ ОБОБЩЕНИЯ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ, МЕХАНИКИ И ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ. I.

На основе предложенной системы гипотез, обобщающих гипотезы теории относительности, строится теория пространства-времени. Частными случаями этой теории являются обобщенные варианты электродинамики, механики и теории относительности. Результатом теории являются также конструктивные модели понятий релятивистских энергии-импульса, энергии покоя и скорости передачи взаимодействия. Принципиальным положением теории является возможность существования различных скоростей передачи взаимодействия у гравитационных и электромагнитных полей. В линейном приближении теория приводит к уравнениям классической электродинамики и механики.

1. Противоречия теории относительности и возможные пути их устранения.

Объединение пространственных и временных координат в пространственно-временной континуум, реализованное в теории относительности (ТО), обусловлено в том числе и фактом существования электромагнитных волн. Оператор д`Аламбера волнового уравнения электромагнитного поля естественным образом связывает пространственно-временные координаты в единый четырехмерный континуум $x^i = (ct, x^\alpha)$ [1]), куда вполне органично входит и скорость распространения электромагнитных волн *c*. Но экспериментальным фактом является существование многих других волновых явлений. Соответственно имеется экспериментальная основа для образования многих пространственно-временных континуумов.

Выбор континуума, связанного с электромагнитными волнами в качестве единственно возможного, в рамках которого должны описываться все другие явления, является одной из неявно введенных гипотез ТО. Аргументацией в пользу сделанного выбора служит определенная трактовка некоторых экспериментальных фактов. Однако такой подход приводит к ряду противоречий. Рассмотрим некоторые из этих противоречий, важных для дальнейшего обсуждения.

Первое противоречие на наш взгляд состоит в том, что специальная теория относительности (СТО) принимается в качестве основы и фундамента всех физических теорий, а ее обобщенный вариант - общая теория относительности (ОТО), оказывается лишь теорией гравитационных взаимодействий.

Разрешением этого противоречия может быть признание необоснованности использования СТО как основы всех наук. Мы разделяем точку зрения, что ОТО является естественным обобщением СТО. Более того, в этой связке мы принимаем за основу ОТО, как соответствующую реальным физическим явлениям, а СТО понимаем как идеализацию, получаемую из ОТО путем асимптотического уменьшения гравитационных полей. Поэтому считаем принципиальным отметить, что фигурирующая в СТО скорость света на самом деле является скоростью распространения гравитационных волн.

---

[1]) 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 α, β….

Второе противоречие мы усматриваем в принятии Эйнштейном равенства скорости света, далее обозначаемая c_2 , и скорости гравитационных волн - c_1. Этим отождествлением задается не столько равенство численных значений этих величин, сколь отождествление физической сути гравитационных и электромагнитных явлений. Имеет место определенная путаница и подмена физических понятий. Так, в электродинамике, описываемой в пространстве Минковского, c - скорость распространения электромагнитных волн. Эта же величина входит в определение метрики пространства. С другой стороны, в ОТО гравитационные волны, описываемые в том же, но возмущенном пространстве Минковского, распространяются именно со скоростью гравитационных волн, которую совершенно необоснованно и в то же время вынуждено (геометрия навязывает) называют скоростью света.

Естественной альтернативой обсуждаемой гипотезы является признание разного физического содержания у гравитационного и электромагнитного полей, и неравенства $c_1 \neq c_2$, а также введение различных пространств Минковского, как основы для описания гравитационных и электромагнитных явлений, в метрике которых фигурируют скорости c_1 и c_2 соответственно.

Третье противоречие на наш взгляд состоит в том, что в специальной теории относительности принимается в качестве исходного неконструктивное понятие системы отсчета (СО) и, далее, инерциальной системы отсчета (ИСО). Не понятно является ли СО физическим или чисто математическим понятием. Если чисто математическим, то как с такой СО связывать координатную систему и такие физические величины как скорость и ускорение. Если понятие СО физическое, то спрашивается, какими физическими характеристиками оно описывается. Если с СО не связываются ни одна из физических величин, то правильным будет признать, что такое физическое понятие попросту отсутствует.

Не проясняет ситуации и такое определение системы отсчета как тела отсчета с которым связана система пространственных координат и времени. На наш взгляд тело отсчета становится реальностью только тогда, когда с ним кроме слов ...твердое тело или частица, связать физические величины, характеризующие это тело или частицу.

При этом, по нашему мнению, следует различать тела отсчета, характеризуемые массой, от тел отсчета, характеризуемых электрическим зарядом, или гиперзарядом, спином, изоспином, а также другими физическими характеристиками и их комбинациями. А принятое в СТО безликое и универсальное тело отсчета в качестве основы СО является ничем не обоснованной и эфемерной гипотезой.

Далее, в механике и СТО с введением ИСО принимается в качестве универсального, верного для любых движущихся тел, понятие инерции, и, соответственно, в качестве единственно возможных, понятия прямой линии и прямолинейного и равномерного движения. Все эти утверждения, вообще говоря, также являются гипотезами, неявно (по умолчанию) принятыми в ТО.

Рассмотрим пример: электрон, движущийся в поле ядра. На наш взгляд правильный ответ на вопрос: почему он не излучает - потому, что движется прямолинейно и равномерно. Но прямая для электрона в пространстве атома иная, чем для того же электрона в пространстве Земли.

Мы предлагаем **методологический принцип физической конструктивности**. Под которым понимаем следующее **правило: физическая теория должна строиться на понятиях, имеющих реальную физическую основу. И рамки применимости вводимых таким образом физических понятий должны также ограничиваться рамками существования описываемых ими физических явлений.**

В первую очередь, в соответствии с этим принципом, уточним пространственно- временные понятия. Понятия пространственных и временных координат определяются понятием прямолинейного и равномерного движения, которое в свою очередь определяются понятием инерции. Мы будем различать понятие инерции для систем отсчета, характеризуемых массами, находящимися в гравитационном поле, от понятия инерции для СО, характеризуемых зарядами, находящимися в электромагнитном поле, а также СО, характеризуемых массами и зарядами, находящимися в гравитационном и электромагнитном полях.

Каждому полю ставим в соответствие свою скорость передачи взаимодействия, свой класс ИСО, с каждым из которых связываем свой принцип относительности и строим свою СТО и далее ОТО.

Эйнштейновский принцип относительности при этих построениях заменяем на следующее **правило: уравнения поля и уравнения движения тел, подверженных воздействию только этого поля, должны быть инвариантны относительно преобразований координат и времени, связывающих инерциальные системы отсчета, соответствующие только данному полю. При этом в каждом из пространств Минковского действуют свои группы преобразований Лоренца и Пуанкаре, отличающиеся лишь скоростью передачи взаимодействия, соответствующей данному полю.**

Четвертое противоречие ТО, на наш взгляд состоит в том, что уже в Эйнштейновской СТО неявно заложена необходимость второй метрики. Так, принцип относительности требует, чтобы все законы природы были инвариантны относительно преобразований, связывающих координаты инерциальных систем отсчета. При этом вначале задается метрика пространства, определяющая пространственно - временные стандарты, в рамках которых согласно принципу относительности и должны строиться все физические теории. В определенном смысле первичным становится задание геометрии, метрического интервала. Лишь затем появляется возможность определять пространственные и временные интервалы, используя которые, в свою очередь, вводятся физические величины скорости, импульса, силы, энергии...

Возникает вопрос, с помощью какой метрики была определена сама скорость света, которая входит в такое первичное понятие, как метрический интервал. Ответ может быть только один - существует еще одна метрика, с помощью которой и определяется эта величина. И, стало быть, принцип относительности изначально распространяется не на все физические законы.

Пятое противоречие ТО. Требование точечности элементарных частиц теорией относительности приводит к бесконечным значениям их собственных энергий. Этот бессмысленный результат обычно трактуется как неправомерное распространение классической электродинамики в область малых расстояний. На наш взгляд, правильнее трактовать это противоречие также неправомерностью распространения в эту область и СТО.

2. Система аксиом.

В предлагаемой работе делается попытка построения теории, свободной от указанных в п.1 противоречий, для чего принимается система аксиом, представленная нижеследующими тремя принципами.

1) Обобщенный принцип эквивалентности.

Мы принимаем, что как ОТО, так и СТО являются теориями, описывающими исключительно гравитационные явления. Причем фигурирующая в этих теориях скорость с является скоростью распространения гравитационных волн c_1. Мы также считаем верным слабый принцип эквивалентности ОТО, позволивший геометризовать гравитационное поле, согласно которому механические явления в истинном поле тяжести и в ускоренной СО в отсутствии тяготения (в локальной области пространства) протекают по одинаковым законам. Причем под СО здесь мы понимаем систему пространственно-временных координат $\bar{x}^i = \left(c_1 t, x^\alpha\right)$, связанных с телом отсчета, характеризуемым только массой.

Но мы отказываемся от сильного принципа эквивалентности ОТО, согласно которому **все физические процессы** в истинном поле тяжести и в ускоренной СО в отсутствии тяготения протекают по одинаковым законам.

Вместо сильного принципа эквивалентности ОТО мы предполагаем, что **с каждым физическим полем связывается свой слабый принцип эквивалентности.** Это утверждение о существовании многих слабых принципов эквивалентности мы назовем обобщенным принципом эквивалентности.

Применительно к электромагнитному полю слабый принцип эквивалентности означает, что электромагнитные явления в истинном электромагнитном поле и в ускоренной СО в отсутствии электромагнитного поля (в локальной области пространства) протекают по одинаковым законам. При этом под системой отсчета здесь мы понимаем систему пространственно-временных координат $\tilde{x}^i = \left(c_2 t, x^\alpha\right)$, связанных с телом отсчета, характеризуемым только электрическим зарядом.

Иными словами мы предполагаем, что электромагнитному полю может быть поставлено в соответствие свое пространство событий со своей пространственно-временной метрикой, а, соответственно, и свое понятие инерции, аналогичное инерции гравитационной, но отличное от него. Математический формализм геометризации полей, реализованный в теориях СТО + ОТО, является на наш взгляд достаточно универсальным и может быть примененным, после необходимой адаптации, к геометризации электромагнитного поля.

Гипотетическое обобщение понятия инерции, сделанное выше, базируется на первый взгляд на совершенно нереальном предположении о существовании тел, характеризуемых только электрическим зарядом (без массы !), что находится в явном противоречии с хорошо известными экспериментальными фактами.

Так имеет место определенная “исключительность” гравитационных явлений. Это, во-первых, универсализм гравитационного поля. Все наблюдаемые до сих пор тела, включая элементарные частицы, обладают массами и подвержены действию гравитационного поля. И, во-вторых, ускорение пробных тел во внешнем гравитационном поле одинаково для всех пробных тел и не зависит от их массы. Именно последнее обстоятельство и позволяет геометризовать гравитационное взаимодействие (ОТО). Пробные тела в ОТО “катятся по горкам кривизны“, не оказывая влияния на величину этих “горок”.

Ускорение же пробных тел, обладающих электрическим зарядом и, по необходимости, массой, и находящихся в гравитационном и электромагнитном полях, согласно уравнениям движения Ньютона зависит от величины удельного заряда. Соответственно эта величина должна входить в уравнения поля. Поэтому здесь, как может показаться, не построишь “универсальных горок”, а соответственно и геометризация электромагнитных полей в духе ОТО проблематична.

Указанная особенность гравитационных явлений, как будет ниже показано, может быть объяснена определенным положением человека-экспериментатора в структуре мира, где инерционные явления доминирующим образом обусловлены гравитацией.

Заметим, что в уравнениях Максвелла, описывающих электромагнитное поле, вообще не фигурирует масса частиц, а в уравнениях Эйнштейна ОТО, описывающих гравитационное поле, вообще не фигурирует электрический заряд частиц. Асимметрия гравитации и электромагнетизма проявляется лишь в уравнениях движения пробных частиц, обладающих зарядом и массой.

В разделе 8 будет показано, что указанная асимметрия может быть объяснена результатом суммарного действия на частицу, характеризуемую одновременно массой и электрическим зарядом, гравитационного и электромагнитного полей, каждое из которых, по отдельности, действует вполне аналогичным и симметричным образом на эту же частицу, но характеризуемую только массой для гравитационного поля и только зарядом для электромагнитного поля.

Можно пойти дальше, предположив возможным геометризацию любых физических полей путем использования в той или иной степени математического формализма СТО + ОТО. При таком подходе мы с каждым полем связываем понятие инерции, а вместе с ним и понятие прямой линии, равномерного движения, ИСО и т.д.

Появляется проблема, связанная с выяснением взаимоотношений введенных таким образом пространств событий и их систематизацией. Для решения этой проблемы вводим еще два принципа.

2) Принцип структурной иерархии.

В природных явлениях просматривается структурная иерархия. Так макроскопические объекты в земных лабораторных масштабах состоят из молекул и атомов, последние из электронов и ядер и т. д. в сторону уменьшения. В свою очередь перечисленные объекты образуют Землю и др. тела Солнечной системы, которая является структурным элементом Вселенной и т. д. в сторону увеличения.

По нашему мнению в геометрическом описании природных явлений должна существовать структурная иерархия, адекватная природной. Под принципом структурной иерархии мы понимаем структурную иерархию геометрий. При этом любая, выделенная из структурного ряда геометрия, служит для описания движений и взаимодействий тел лишь данного, выделенного структурного уровня. В свою очередь эта геометрия связана с геометриями выше- и нижележащих структурных уровней.

Особенности этих связей, конечно, зависят от конкретного физического содержания рассматриваемой задачи. Можно отметить лишь некоторые общие закономерности.

Структурный характер геометрии данного уровня определяется совокупным результатом движений и взаимодействий тел нижележащего уровня. Так мы связываем с частицами описываемого уровня такие понятия, как масса, электрический заряд, спин, и т.д., которые и определяют структурный характер геометрии. К примеру, с массой связывается псевдориманова геометрия M^4. Но сами эти понятия для данной геометрии являются первичными. Их содержание и смысл могут быть поняты при анализе движений тел нижележащего уровня. Так, к примеру, спин связывают с вращением элементарных частиц.

А понятия прямой линии и прямолинейного и равномерного движения тел рассматриваемого уровня определяются траекториями движущихся тел вышележащего структурного уровня.

Для иллюстрации рассмотрим задачу о движении пробных тел в лабораторных земных условиях. Пусть пробные тела, обладающие электрическим зарядом и массой, движутся в гравитационном и электромагнитном поле Земли. Положение Земли как планеты солнечной системы определяет ее место в природной структурной иерархии. Зададим в качестве исходной геоцентрическую декартову систему координат x^{α}, $\alpha = 1,2,3$. Однако под прямыми линиями, соответствующими координатным осям этой координатной системы, будем понимать участки траектории движения Земли вокруг Солнца.

В самом деле, пробная частица, движущаяся по геодезической гравитационного поля Земли, при “выключении” последнего будет двигаться по траектории Земли вокруг Солнца. Тем самым используемые прямые являются вполне конструктивными понятиями, связанными с реальным физическим процессом и именно они “искривляются” гравитационным полем Земли, а не физический вакуум, как общепринято.

В качестве периодического процесса, задающего временные интервалы, также будем рассматривать периодический процесс, связанный с годовым движением Земли вокруг Солнца.

Для задания метрических интервалов, соответствующих гравитационному и электромагнитному полю Земли, требуется определить скорости гравитационных c_1 и электромагнитных волн c_2. Определить эти скорости можно используя введенные выше пространственные координаты x^α с евклидовой геометрией и время t. При этом мы воспользовались принципом структурной иерархии: используя метрические понятия исходной геометрии (траектории тел вышележащего структурного уровня) мы определили понятие прямой линии и величины скоростей c_1 и c_2.

Далее, пользуясь обобщенным принципом эквивалентности, строим два четырехмерных псевдоримановых пространства событий: одно $\overline{M}^4$ - для описания движений пробных тел, характеризуемых массой, в гравитационном поле и второе $\widetilde{M}^4$, пока гипотетическое, для описания движений пробных тел, характеризуемых только электрическим зарядом, в электромагнитном поле. Задаемся в пространстве $\overline{M}^4$ удобной, учитывающей симметрию задачи, системой координат $\bar{x}^i = (c_1 t, \bar{x}^1, \bar{x}^2, \bar{x}^3)$, аналогично в пространстве $\widetilde{M}^4$- системой координат $\tilde{x}^i = (c_2 t, \tilde{x}^1, \tilde{x}^2, \tilde{x}^3)$.

Следует отметить, что поскольку при построении пространств $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$ использовано одно и тоже понятие прямой линии, то всегда в этих пространствах может быть выбрана система координат, выраженная через координаты исходной геоцентрической системы координат $\bar{x}^i = (c_1 t, x^1, x^2, x^3)$ и $\tilde{x}^i = (c_2 t, x^1, x^2, x^3)$.

3) Принцип композиции полей.

При описании движения реальных пробных тел, характеризуемых массой и зарядом, которые находятся в гравитационном и электромагнитном полях, возникает задача об объединении, композиции этих полей.

Для объединения не взаимодействующих друг с другом полей предлагаем объединить соответствующие им пространства в ортогональную сумму пространств. Так для гравитационного и электромагнитного полей строим пространство R^8 путем объединения в ортогональную сумму псевдоримановых пространств событий для пробной массы - $\overline{M}^4$ и пробного электрического заряда - $\widetilde{M}^4$:

$$R^8 = \overline{M}^4 \oplus \widetilde{M}^4 . \qquad (1)$$

Далее, как будет ниже показано, используя свойства пространства R^8 и тот факт, что пробный заряд и пробная масса в R^8 являются одним и тем же пробным телом, можно построить свое псевдориманово пространство событий для этих тел - $\widetilde{\widetilde{M}}^4$, метрика которого построена из метрик пространств $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$ и зависит от величины удельного заряда пробного тела.

Возможность построения “суммарного” поля путем объединения (1) объясняем в первую очередь тем, что при этом не происходит “перемешивания” операторов $\overline{L}$ из группы симметрии $\overline{G}$ пространства событий $\overline{M}^4$ и операторов $\widetilde{L}$ из группы симметрии $\widetilde{G}$ пространства событий $\widetilde{M}^4$, так как операторы L, действующие в R^8, представляются как

$$L = \overline{L} \oplus \widetilde{L} . \tag{2}$$

При этом на электрический заряд оказывается действие только со стороны электромагнитного поля, а на массу - только со стороны гравитационного.

При уменьшении полей мы уменьшаем силовое воздействие со стороны этих полей на пробную частицу, в геометрическом описании этому процессу 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 $\overline{G}$ и $\widetilde{G}$ - в группы Пуанкаре, а пространственно-временные координаты инерциальных систем отсчета связываются преобразованиями Лоренца, отличающимися параметрами преобразования - скоростями c_1 и c_2.

3. Построение аналога специальной теории относительности в пространстве событий пробных электрических зарядов.

Принимаем, что геометризация пространства событий $\overline{M}^4$ уже реализована Эйнштейном в ОТО, а $\overline{R}_1^4$ в СТО. Геометризацию пространства событий $\widetilde{R}_1^4$ произведем по аналогии. Далее символы физических величин, определенных в пространствах $\overline{R}_1^4$ и $\overline{M}^4$ - будем снабжать прямой чертой сверху, а в пространствах $\widetilde{R}_1^4$ и $\widetilde{M}^4$ - волновой чертой.

Все формулы СТО, полученные в пространстве $\overline{R}_1^4$, переносятся в пространство $\widetilde{R}_1^4$ без существенных изменений. Заменяется лишь c_1 на c_2, да под скоростью $\widetilde{v}$ понимается скорость пробного тела, характеризуемого только зарядом q, относительно выбранной системы координат.

С учетом сказанного определим 4-вектор скорости в пространстве $\widetilde{R}_1^4$:

$$\widetilde{u}^i = \frac{d\widetilde{x}^i}{d\widetilde{S}_0} = \left(\frac{1}{\widetilde{\beta}}, \frac{\vec{\widetilde{v}}}{c_2 \cdot \widetilde{\beta}} \right), \tag{3}$$

где $\widetilde{\beta} = \sqrt{1 - \widetilde{v}^2 / c_2{}^2}$, $d\widetilde{S}_0{}^2 = \overset{0}{g}_{ij} \, d\widetilde{x}^i d\widetilde{x}^j$, $\overset{0}{g}_{ij}$ - метрический тензор пространства Минковского с сигнатурой (1-1-1-1).

При построении аналога релятивистской механики в пространстве $\widetilde{R}_1^4$ заменяем массу пробной частицы m на величину заряда пробной частицы q. При этом, чтобы сохранить размерности, принятые для действия, энергии, импульса и силы, домножаем заряд q на размерный коэффициент k, который определим далее из принципа соответствия. Следует также принять во внимание существование различных знаков у электрических зарядов. С учетом сказанного определим действие для пробного заряда q в гипотетическом пространстве $\widetilde{R}_1^4$:

$$S_0 = \mp kqc_2 \int_{t_1}^{t_2} \tilde{\beta} dt\ . \qquad (4)$$

Далее, пользуясь стандартной процедурой, определяем выражения релятивистских импульса, энергии и 4-вектора силы для пробного заряда:

$$\tilde{\vec{P}} = \frac{kq \cdot \tilde{\vec{v}}}{\tilde{\beta}}, \qquad (5)$$

$$\tilde{E} = \frac{kqc_2{}^2}{\tilde{\beta}}, \qquad (6)$$

$$\tilde{g}^i = \left(\frac{\tilde{\vec{f}} \cdot \tilde{\vec{v}}}{c_2 \tilde{\beta}}, \frac{\tilde{\vec{f}}}{c_2 \tilde{\beta}} \right), \qquad (7)$$

где 3-мерный вектор силы: $\tilde{\vec{f}} = \dfrac{d\tilde{\vec{P}}}{dt}$, а знаки в формуле (4) выбираются противоположными знакам заряда q.

По аналогии с неинвариантностью массы в пространстве $\overline{R}_1^4$ мы предполагаем также неинвариантность электрического заряда при преобразованиях Лоренца в пространстве $\tilde{R}_1^4$:

$$q = \frac{q_0}{\tilde{\beta}}. \qquad (8)$$

Интерпретацией приведенных формул займемся в следующих разделах.

4. Обобщение уравнений Максвелла.

В работе [1] построена общековариантная нелинейная электродинамика по аналогии с теорией гравитации Эйнштейна. В этой работе используется отмеченный Эйнштейном [2] математический факт, что уравнения слабого гравитационного поля эквивалентны уравнениям линейной электродинамики. Таким образом в теориях гравитации прослеживается последовательность обобщающих теорий: скалярная теория Ньютона, векторная линейная гравидинамика (описываемая уравнениями, аналогичными уравнениям Максвелла) и тензорная нелинейная ОТО.

Отсюда кажется довольно естественным обобщить векторную электродинамику Максвелла на нелинейную тензорную теорию, аналогичную ОТО, что и было проделано в отмеченной работе Г.И. Шиповым.

Проблема обобщенной таким образом электродинамики на наш взгляд в ее неуниверсальности. Величина электромагнитного поля в этой теории зависит не только от величины электрических зарядов, создающих поле, но и от величины электрического заряда пробных частиц. Представляется также искусственным способ устранения этой зависимости в линеаризованном варианте теории. Для этого принимается зависимость от удельного заряда аналога Эйнштейновской гравитационной постоянной. В результате получается геометрическая модель, метрические свойства которой, индивидуальны для каждой пробной частицы. У каждой пробной частицы своя геометрия. Теряется исходный смысл понятия пробная частица.

Кроме того, в нелинейном тензорном варианте теории существует зависимость электромагнитного поля не только от заряда пробной частицы, но и от ее массы (т.е. источником электромагнитного поля является не только заряд, но и масса). Впрочем необходимость такого описания в рамках единственного и единого для всех явлений природы пространства событий СТО очевидна. Уравнения геодезических в этой теории должны приводить к уравнениям движения электрических зарядов, в которых фигурирует величина удельного заряда. Поэтому и уравнения поля должны зависеть от этой величины.

В развиваемом нами варианте теории пробное тело находится в гравитационном и электромагнитном полях. Принимаем, что эти поля независимые. Каждое из этих полей создает свое пространство-время, геометрические свойства которых описываются в пространствах событий $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$. Если пробная частица характеризуется только массой, то ее движение происходит по геодезическим пространства $\overline{M}^4$, если только зарядом – то по геодезическим пространства $\widetilde{M}^4$. Если же пробное тело имеет и электрический заряд и массу, то его движение определяется результирующим действием со стороны гравитационного и электромагнитного полей. Способ композиции этих полей и построение в «суммарном» поле геодезических, зависящих от удельного заряда пробной частицы, будут рассмотрены далее в п.7 и п.8.

В соответствии с вышесказанным в качестве тензорных нелинейных уравнений электромагнитного поля, обобщающих векторные линейные уравнения Максвелла, примем уравнения, аналогичные полевым уравнениям Эйнштейна ОТО:

$$\widetilde{R}_{ij} - \frac{1}{2}\cdot\widetilde{g}_{ij}\widetilde{R} = \frac{8\pi\widetilde{G}_2}{c_2^{\ 4}}\cdot\widetilde{T}_{ij} \tag{9}$$

Левая часть этих уравнений выражается традиционным образом [3, с.335], через коэффициенты Кристоффеля $\widetilde{\Gamma}^i_{.jk}$ и метрический тензор $\widetilde{g}_{ij}$ пространства событий $\widetilde{M}^4$.

В правой части этих уравнений представлены величины, характеризующие электрические заряды, являющиеся источником электромагнитного поля. Здесь мы вводим новую фундаментальную электромагнитную константу $\widetilde{G}_2$, имеющую смысл, аналогичный гравитационной постоянной G. $\widetilde{T}_{ij}$ - тензор энергии-импульса в пространстве событий системы точечных электрических зарядов e_a, являющихся источниками электромагнитного поля и распределенных в пространстве $\widetilde{M}^4$ с плотностью

$$\rho = \sum_a e_a\delta\left(\bar{\vec{r}} - \bar{\vec{r}}_a\right). \tag{10}$$

Тензор $\widetilde{T}_{ij}$ для системы невзаимодействующих электрических зарядов построим аналогично тензору энергии-импульса $\widetilde{T}_{ij}$ потока масс в пространстве событий $\overline{M}^4$:

$$\widetilde{T}_{ij} = -k\rho_0 c_2^{\ 2}\widetilde{u}_i\widetilde{u}_j\,, \tag{11}$$

где k – введенная в уравнениях (4-6) размерная константа.

Уравнения движения электрических зарядов (без масс!) представятся уравнениями геодезических в пространстве событий $\widetilde{M}^4$ с метрикой $\widetilde{g}_{ij}$:

$$\frac{d^2\tilde{x}^i}{d\tilde{S}^2}+\tilde{\Gamma}^i_{.jk}\frac{d\tilde{x}^j}{d\tilde{S}}\frac{d\tilde{x}^k}{d\tilde{S}}=0, \qquad (12)$$

где
$$d\tilde{S}^2=\tilde{g}_{ij}d\tilde{x}^i d\tilde{x}^j.$$

Переход к уравнениям линейной электродинамики осуществляется путем разложения уравнений поля (9) и уравнений движения (12) по обратным степеням скорости электромагнитных волн, ограничения членами порядка c_2^{-1} , и применения условия слабости поля [1, с.100].

При этом уравнения поля (9) сводятся к уравнениям Максвелла:

$$\Box\tilde{A}^i=\frac{4\pi}{c_2}\tilde{j}^i, \qquad (13)$$

где четырехмерный потенциал электромагнитного поля:

$$\tilde{A}^j=\left(\frac{c_2^{\,2}}{2\tilde{G}}\tilde{g}_{00},\frac{c_2^{\,2}}{\tilde{G}}\tilde{g}_{\alpha 0}\right),\ \tilde{G}=k\tilde{G}_2, \qquad (14)$$

четырехмерный вектор тока

$$\tilde{j}^i=\left(\frac{1}{kc_2}\tilde{T}_{00},\frac{1}{kc_2}\tilde{T}_{0\alpha}\right) \qquad (15)$$

и оператор д’Аламбера:

$$\Box=-\frac{d^2}{d\tilde{x}_i d\tilde{x}^i}=\Delta-\frac{1}{c_2^{\,2}}\frac{d^2}{dt^2}.$$

А уравнение движения (12) приводятся к виду:

$$\frac{d\tilde{u}^i}{d\tilde{S}_0}-\frac{\tilde{G}}{c_2^{\,2}}\tilde{F}^{ij}\tilde{u}_j=0, \qquad (16)$$

где тензор электромагнитного поля традиционным образом выражается через 4-потенциал

$$\tilde{F}_{ij}=\frac{\partial\tilde{A}_j}{\partial\tilde{x}^i}-\frac{\partial\tilde{A}_i}{\partial\tilde{x}^j}.$$

Заметим, что уравнения (16) являются уравнениями движения электрических зарядов без масс и, соответственно, не являются уравнениями движения электрически заряженных тел классической электродинамики. Уравнения движения электродинамики мы получим в п.8, когда учтем влияние на пробную частицу и гравитационного поля.

5. Статические поля.

В случае статических полей уравнения Максвелла (13) сводятся к уравнению Пуассона:

$$\Delta\tilde{\gamma}_{00} = -\frac{8\pi\tilde{G}}{c_2^{\,2}}\rho\,, \tag{17}$$

где $\tilde{g}_{00} = \overset{0}{g}_{00} + \tilde{\gamma}_{00}$, а уравнение движения (12) к:

$$\frac{d^2\tilde{x}^\alpha}{dt^2} = -\frac{c_2^{\,2}}{2}\frac{\partial\tilde{\gamma}_{00}}{\partial\tilde{x}_\alpha}\,. \tag{18}$$

Если рассматривать сферически-симметричную задачу, когда электрические заряды с плотностью ρ размещены на шаре радиуса R_0, то решение уравнения (17) на расстояниях $\tilde{r} > R_0$ будет

$$\tilde{\gamma}_{00}(\tilde{r}) = \frac{2\tilde{G}}{c_2^{\,2}}\cdot\frac{Q}{\tilde{r}}\,, \tag{19}$$

где $\tilde{r} = \sqrt{(\tilde{x}^1)^2 + (\tilde{x}^2)^2 + (\tilde{x}^3)^2}$, Q – суммарный заряд,
а уравнения геодезических (18) в сферически-симметричной системе координат для интересующей нас радиальной компоненты сводятся к уравнению:

$$\frac{d^2\tilde{r}}{dt^2} = \tilde{G}\frac{Q}{\tilde{r}^2}\cdot \tag{20}$$

Из формулы (20) следует, что ускорение пробного тела, характеризуемого только электрическим зарядом q, в электрическом поле с потенциалом $\frac{Q}{\tilde{r}}$, не зависит от знака и величины пробного заряда q. То есть ситуация совершенно аналогична движению пробной массы m в слабом гравитационном поле, создаваемым сферической массой M, описываемому 2-м законом Ньютона:

$$\frac{d^2\bar{r}}{dt^2} = -G\frac{M}{\bar{r}^2}\,, \tag{21}$$

где $\bar{r} = \sqrt{(\bar{x}^1)^2 + (\bar{x}^2)^2 + (\bar{x}^3)^2}$.

В уравнении Ньютона (21) масса инерционная $m_{\text{ин}}$, стоящая в левой части уравнения, сокращена с массой гравитационной $m_{\text{гр}}$, стоящей в правой части уравнения на основании принципа строгой пропорциональности инерционной и гравитационной масс:

$$m_{\text{ин}} = m_{\text{гр}}. \tag{22}$$

Сравнивая уравнения (20) и (21), можно также утверждать, что мы воспользовались принципом строгой пропорциональности для электрического заряда, утверждающим равенство “заряда инерционного” и “заряда электромагнитного”:

$$q_{\text{ин}} = q_{\text{элм}}. \tag{23}$$

Умножим обе части уравнения (20) на q и представим его в следующем виде:

$$m_q \frac{d^2\tilde{r}}{dt^2} = \frac{qQ}{\tilde{r}^2}, \tag{24}$$

где величина:

$$m_q \equiv \frac{q}{\tilde{G}}, \tag{25}$$

отображает инерционные свойства пробного заряда q (выраженные в единицах массы) в электрическом поле, создаваемом зарядом Q, и имеет знак заряда q, если $\tilde{G} > 0$.

Отметим, что знак ускорения пробного заряда полностью определяется знаком заряда Q. То есть, в пространстве событий $\tilde{M}^4$, пробный заряд q вне зависимости от знака собственного заряда отталкивается от положительного заряда Q и притягивается к отрицательному заряду Q. А традиционное притягивание разноименных и отталкивание одноименных электрических зарядов мы получим в разделе 8, когда учтем влияние гравитационного поля.

Как известно, в случае статического центрально-симметричного распределения масс на шаре радиуса R_0, решение уравнений Эйнштейна ОТО в сферических пространственных координатах $\bar{r}, \bar{\theta}, \bar{\varphi}$ представляется в виде метрики Шварцшильда:

$$d\bar{S}^2 = \left(1 - \frac{\bar{r}_g}{\bar{r}}\right) c_1^{\,2} dt^2 - \bar{r}^2 (\sin^2\bar{\theta} d\bar{\varphi}^2 + d\bar{\theta}^2) - \left(1 - \frac{\bar{r}_g}{\bar{r}}\right)^{-1} d\bar{r}^2, \tag{26}$$

где гравитационный радиус:

$$\bar{r}_g = \frac{2GM}{c_1^{\,2}}, \tag{27}$$

а M – полная масса тела, создающего гравитационное поле.

Аналогично, в случае статического центрально-симметричного распределения электрических зарядов на шаре или сфере радиуса R_0, решение уравнений (9) может быть представлено в виде:

$$d\tilde{S}^2 = \left(1 \pm \frac{\tilde{r}_g}{\tilde{r}}\right) c_2^{\,2} dt^2 - \tilde{r}^2 (\sin^2\tilde{\theta} d\tilde{\varphi}^2 + d\tilde{\theta}^2) - \left(1 \pm \frac{\tilde{r}_g}{\tilde{r}}\right)^{-1} d\tilde{r}^2, \tag{28}$$

где вводим электромагнитный радиус

$$\tilde{r}_g = \frac{2\tilde{G}|Q|}{c_2^{\,2}}. \tag{29}$$

Здесь Q – полный заряд тела, создающего электромагнитное поле, а знаки в скобках соответствуют знакам заряда Q.

Поскольку мы отказываемся от принятой в ОТО гипотезы, что скорость гравитационных волн равна скорости электромагнитных волн и равна скорости света, то величина гравитационного радиуса и скорость гравитационных волн в теории гравитации являются неопределенными, но связанными формулой (27) физическими величинами.

В развиваемой здесь электродинамике, если сделать предположение, что скорость электромагнитных волн известна $c_2 = c$, то предстоит еще найти $\tilde{r}_g$ и $\tilde{G}$, связанные формулой (29).

Для теоретического предсказания указанных величин требуется гипотеза, заменяющая отвергнутую ($c_1 = c_2 = c$). При этом долгие и безуспешные попытки экспериментального обнаружения гравитационных волн, распространяющихся со скоростью света, дают основания для иных, более радикальных предположений.

6. Гипотеза о гравитационном и электромагнитном радиусах.

К интересным следствиям, имеющим вполне правдоподобные объяснения, приводит следующая **гипотеза**:

гравитационный и электромагнитный радиусы равны радиусам гравитирующего и заряженного тел соответственно.

К примеру, если шар радиуса R_0, обладающий массой M, имеет электрический заряд Q, распределенный по поверхности сферы, или сферически симметрично по всему объему тела, то

$$\bar{r}_g = \tilde{r}_g = R_0 \,. \tag{30}$$

Основанием для высказывания этой гипотезы являются в том числе и следующие соображения. Если решать простейшую задачу электростатики о нахождении потенциала электрического поля $\varphi(\tilde{r})$ вне заряженной сферы радиуса R_0 средствами ОТО, то имеем следующие соотношения:

Из метрики Шварцшильда:

$$\tilde{g}_{00} = 1 + \tilde{\gamma}_{00} = 1 \pm \frac{\tilde{r}_g}{\tilde{r}}; \;\; |\tilde{\gamma}_{00}| = \frac{\tilde{r}_g}{\tilde{r}}; \tag{31}$$

из условия слабости электромагнитного поля:

$$\tilde{g}_{00} = 1 + \frac{2\tilde{G}}{c_2^{\,2}} \varphi(\tilde{r}); \;\; \tilde{\gamma}_{00} = \frac{\varphi(r)}{|\varphi_0|}, \tag{32}$$

где $$|\varphi_0| = c_2^{\,2} / 2\tilde{G} \,.$$

Решая эту же задачу традиционными методами электростатики мы получаем результаты, выраженные только через исходные параметры задачи: Q, R_0 и радиальную переменную $\tilde{r}$. Здесь отсутствует такое понятие, как шварцшильдовский радиус. Поскольку решение Шварцшильда верно как для сильных полей, так и для слабых, где верна линейная теория, то естественно выразить метрические коэффициенты и шварцшильдовский радиус через параметры исходной задачи:

$$|\tilde{\gamma}_{00}| = \frac{\varphi(\tilde{r})}{\varphi(R_0)} = \frac{R_0}{\tilde{r}}, \tag{33}$$

где
$$\varphi(\tilde{r}) = \frac{Q}{\tilde{r}},$$

а
$$\varphi_0 = \varphi(R_0) = \frac{Q}{R_0}.$$

Из сравнения формул(31) и (33), получаем

$$\tilde{r}_g = R_0.$$

А поскольку $\tilde{r}_g$ - величина постоянная, то полученное выражение верно и для сильных полей.

Впрочем, приведенные соображения не являются строгим доказательством. И приведенное равенство следует рассматривать как гипотезу, справедливость которой может быть доказана лишь экспериментальным путем.

Рассмотрим следствия, вытекающие из принятой гипотезы.

Первое следствие. Геометрия окружающего тело пространства - времени, задаваемая метрикой Шварцшильда (26) и (28) определяется геометрией тела (R_0), создающего соответствующее поле, а не его массой (зарядом). Или иначе: величины "потенциалов" полей определяются чисто геометрическими характеристиками «зарядов»: $|\bar{\gamma}_{00}| = \frac{\bar{R}_0}{\bar{r}}$, $|\tilde{\gamma}_{00}| = \frac{\tilde{R}_0}{\tilde{r}}$. А зависимость от величин этих «зарядов» переносится на координаты пространств событий.

Отсюда следует, что должно строиться свое пространство событий для каждого «заряда» - источника поля. И СТО, а также ОТО, следует строить для каждого «заряда» отдельно. Тем самым **ограничиваются рамки применимости специальной теории относительности со всего мира, как предполагалось при ее создании, до описания явлений, связанных с полем одного "заряда".**

Другой разговор, что самих теорий относительности становится много, даже больше, чем предполагали вначале. Получается, что геометризация полей по алгоритму СТО + ОТО должна проводиться особо не только для разных типов полей, но и для каждого "заряда"- источника данного поля, в отдельности.

Второе следствие. Скорость гравитационных (электромагнитных) волн определяется как геометрией тела (R_0), так и его массой M (зарядом Q):

$$c_1^2 = \frac{2GM}{R_0}, \tag{34}$$

$$c_2^2 = \frac{2\tilde{G}|Q|}{R_0}. \tag{35}$$

Кроме того, отметим, что скорость (34) является 2-й космической скоростью. Что служит рациональным пояснением смысла этой скорости. Пробная частица, достигнув скорости, превышающей 2-ю космическую относительно данного гравитирующего тела, освобождается от его силового воздействия, поскольку скорость движения этого тела превышает скорость передачи гравитационного взаимодействия от данного тела.

Произведем численные оценки введенной нами фундаментальной электромагнитной постоянной $\widetilde{G}_2$. Рассмотрим гравитационное и электромагнитное поле Земли и воспользуемся формулой (34), откуда:

$$\widetilde{G} = \frac{R_0 c_2{}^2}{2|Q|}, \qquad (36)$$

где R_0 и Q – соответственно радиус и электрический заряд Земли, а c_2 – скорость электромагнитных волн. Если принять значение c_2 равным скорости света, то из (36) получаем:

$$\widetilde{G} \approx 4{,}8 \cdot 10^{17} \frac{M^3}{Кл \cdot c^2}, \text{ и } \widetilde{G}_2 = \widetilde{G}^2. \qquad (37)$$

Из формулы (34) следует, что для каждого из гравитирующих тел, характеризуемых M и R_0, существует своя скорость передачи гравитационного взаимодействия. Т.е. существуют гравитационные волны, распространяющиеся с разными скоростями.

Аналогичное утверждение верно и для скорости передачи электромагнитных взаимодействий. Получается, что скорость света не единственная и универсальная величина. А, вполне вероятно, что существует много электромагнитных волн, распространяющихся с разными скоростями. Одни из них порождаются ионами, другие электронами, а третьи-макроскопичными заряженными телами.

Аргументом в пользу таких выводов, на наш взгляд, является факт существования упругих волн, распространяющихся с различными скоростями в разных средах. То обстоятельство, что волны назвали упругими, не меняет их электромагнитного содержания. Так ионы в кристаллографической решетке связаны электромагнитным полем. И упругие волны, распространяющиеся в этой решетке, являются ничем иным, как передачей взаимодействия посредством этого электромагнитного поля.

Для подтверждения сказанного приводим таблицу с оценочными значениями, рассчитанными по формуле (35) с учетом (37), радиуса электрона и скорости электромагнитных волн, для таких источников электромагнитного поля, как ионы. При расчете радиуса электрона принимали скорость электромагнитных волн, порождаемых электронами, радиоволн, равной скорости света.

Источники	**Земля**	**Ионы**	**Электрон**
Q/R_0, Кл/м	10^{-1}	10^{-10}	10^{-1}
c_2, м/с	$3 \cdot 10^8$	$10^4 \div 10^5$	$3 \cdot 10^8$

Заметим, что скорость c_2, соответствующая ионам, как и ожидалось, имеет порядок скорости звука, а радиус электрона приобретает также вполне разумное оценочное значение 10^{-18} м.

С учетом вышесказанного, требуется некоторое уточнение терминологии. Если приписать в качестве одного из основных свойств полей их скорость передачи взаимодействия, то поля, имеющие разную скорость передачи взаимодействия, следует признать различными. В этом случае мы будем иметь совокупность полей гравитационных, электромагнитных и т. д.

Третье следствие. Энергия покоя пробных масс *m* (электрических зарядов *q*), помещенных в гравитационное поле массы *M* (в электростатическое поле заряда *Q*), с учетом формул (34) и (35) приобретают следующий вид:

$$\overline{E}_0 = mc_1{}^2 = 2 \cdot G \frac{mM}{R_0}, \tag{38}$$

$$\widetilde{E}_0 = kqc_2{}^2 = 2k\widetilde{G} \frac{q|Q|}{\widetilde{R}_0}. \tag{39}$$

Полученные формулы имеют вполне ясную физическую интерпретацию. Так классическая энергия покоя, как это следует из формулы (38), является удвоенной энергией гравитационного взаимодействия массы *M*, являющейся источником поля, с пробной массой m , расположенной на поверхности массы *M*.

Понятно, что в статике энергия взаимодействия двух свободных притягивающихся масс будет равна энергии их взаимодействия на минимально-возможном расстоянии между ними. В нашем случае, поскольку с пробной частицей никаких размеров не связывается, минимальным расстоянием между взаимодействующими телами будет радиус гравитирующего тела $\widetilde{R}_0$. Пока не понятна необходимость удвоения этой энергии, но все равно можно утверждать, что мы имеем вполне конструктивное объяснение понятия энергии покоя, связанное только с гравитационным взаимодействием. В то время как в Эйнштейновской СТО энергия покоя ясного физического содержания не имеет.

Если энергию покоя (39), по аналогии с (38), принять равной удвоенной энергии взаимодействия заряда *Q*, являющегося источником поля, с пробным зарядом *q*, находящемся на поверхности заряда *Q*, то следует принять, что

$$k\widetilde{G} = k^2\widetilde{G}_2 = 1.$$

откуда следует:

$$k = \frac{1}{\sqrt{\widetilde{G}_2}}; \quad \widetilde{G}_2 = \widetilde{G}^2. \tag{40}$$

Подводя итог рассмотренным следствиям можно констатировать, что принятая в этом разделе гипотеза приводит к интересным и вполне разумным результатам.

Появляется необходимость с каждым “зарядом” связывать свое пространство-время, координаты которого в свою очередь связаны со скоростью передачи взаимодействия поля, порожденного данным зарядом. Поскольку последняя выражается через характеристики этого заряда, то введенные координаты как бы “оживают” воспринимая физическое содержание данного “заряда”.

При этом становится понятным, почему из такого, казалось бы “безжизненного материала”, как пространственные координаты и время, к которым добавляется масса пробной частицы и, как бы не имеющая отношение к делу - скорость света, строится такое богатое физическим содержанием здание релятивистской механики.

Кроме того, появляется возможность несколько иначе взглянуть на уравнения гравитационных полей ОТО и электромагнитных полей (9). Эти уравнения можно понять как результат своеобразного объединения, композиции полей отдельных “зарядов” с одинаковыми характеристиками. Получается, в частности, что уравнения Максвелла описывают поля, источником которых являются только электроны. Становится естественной идея дальнейшего обобщения уравнений поля на случай объединения полей совокупности “зарядов” с различными характеристиками. Соответственно потребуется одновременное рассмотрение совокупности уравнений (9), отличающихся скоростями передачи взаимодействия.

7. Композиция гравитационного и электромагнитного полей

Получим метрический интервал в пространстве событий R^8 для пробной частицы, характеризуемой массой m и зарядом q (далее частицы (m, q)), Воспользуемся тем правилом, что скалярное произведение векторов в ортогональной сумме пространств R^8 равно сумме скалярных произведений векторов в каждом из ортогональных подпространств:

$$dS_\Sigma{}^2 = d\overline{S}^2 + \alpha d\widetilde{S}^2, \tag{41}$$

где α - масштабный множитель, определяемый из принципа соответствия и служащий для согласования метрических стандартов в пространствах $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$, $d\overline{S}$ – метрический интервал в пространстве событий $\overline{M}^4$ для пробной массы m и $d\widetilde{S}$ – метрический интервал в пространстве событий $\widetilde{M}^4$ для пробного заряда q.

Выразим квадрат интервала $dS_\Sigma{}^2$ через компоненты метрических тензоров $\overline{g}_{ij}, \widetilde{g}_{ij}$:

$$dS_\Sigma{}^2 = d\overline{S}^2 + \alpha d\widetilde{S}^2 = \overline{g}_{ij} d\overline{x}^i d\overline{x}^j + \alpha \widetilde{g}_{ij} d\widetilde{x}^i d\widetilde{x}^j. \tag{42}$$

Представим метрические тензора $\overline{g}_{ij}$, $\widetilde{g}_{ij}$ в виде:

$$\overline{g}_{ik} = \overset{0}{g}_{ik} + \overline{\gamma}_{ik}, \quad \widetilde{g}_{ik} = \overset{0}{g}_{ik} + \widetilde{\gamma}_{ik}, \tag{43}$$

где $\overset{0}{g}_{ik}$ - метрический тензор пространства Минковского.

В случае слабых полей предполагается

$$|\overline{\gamma}_{ik}| << 1, \quad |\widetilde{\gamma}_{ik}| << 1. \tag{44}$$

Как уже отмечалось в пространствах $\overline{M}^4$ и $\widetilde{M}^4$ всегда могут быть выбраны системы координат, выраженные через координаты исходной геоцентрической системы: $\overline{x}^i = (c_1 t, x^1, x^2, x^3)$ и $\widetilde{x}^i = (c_2 t, x^1, x^2, x^3)$. В таких координатах выражение (42) с учетом (43) может быть представлено в виде:

$$dS_\Sigma{}^2 = g_{ik} dx_\Sigma{}^i dx_\Sigma{}^k, \tag{45}$$

где $x_\Sigma{}^i = \left(c_\Sigma t, \sqrt{1+\alpha} \cdot x^\alpha\right)$, $c_\Sigma{}^2 = c_1{}^2 + \alpha c_2{}^2$, $g_{ik} = \overset{0}{g}_{ik} + \gamma_{ik}$,

$$\gamma_{00} = \frac{\overline{\gamma}_{00} c_1{}^2 + \alpha c_2{}^2 \widetilde{\gamma}_{00}}{c_\Sigma{}^2}, \quad \gamma_{0\alpha} = \frac{c_1 \overline{\gamma}_{0\alpha} + \alpha c_1 \widetilde{\gamma}_{0\alpha}}{c_\Sigma \sqrt{1+\alpha}}, \quad \gamma_{\alpha\beta} = \frac{\overline{\gamma}_{\alpha\beta} + \alpha \widetilde{\gamma}_{\alpha\beta}}{1+\alpha}. \tag{46}$$

Величины $\overline{\gamma}_{ij}$ в числителе формул (46) определяют компоненты гравитационного поля, действующие в произвольно заданной точке с координатами ($x_\Sigma{}^i$) на пробную массу, а величины $\widetilde{\gamma}_{ij}$ определяют компоненты электромагнитного поля, действующие в той же точке на пробный электрический заряд. Поскольку и пробная масса и пробный заряд являются характеристиками одного и того же пробного тела, то здесь нет противоречий. В результате величины γ_{ij} определяют в той же точке действие «суммарного поля» на пробное тело (m,q) .

Таким образом мы получили в координатах ($x_\Sigma{}^i$), которые с точностью до постоянных соответствуют координатам (t,x^α), метрику «суммарного поля» g_{ij} в пространстве событий $\tilde{\tilde{M}}^4$ пробной частицы (m,q). Далее, применяя формально аппарат ОТО к «суммарному полю», как к реальному, получаем интересующие нас формулы.

К примеру, выражение для 3-мерной силы, действующей на пробную частицу (m,q), находящуюся в постоянном «суммарном» поле (46), определяющем метрику (45), будет совершенно аналогичным по форме силе, действующей на частицу в постоянном гравитационном поле [3, с.323]:

$$\vec{f} = \frac{m c_\Sigma{}^2}{\beta}\left\{- grad \ln\sqrt{h} + \sqrt{h}\left[\frac{\vec{v}_\Sigma}{c_\Sigma} rot\vec{G}\right]\right\}, \tag{47}$$

где $\beta = \sqrt{1 - v_\Sigma{}^2 / c_\Sigma{}^2}$, $v_\Sigma{}^\alpha = \dfrac{dx_\Sigma^\alpha}{d\tau_\Sigma}$, $h = 1 + \gamma_{00}$, $\vec{G} = \left(-\dfrac{g_{0\alpha}}{g_{00}}\right)$.

Однако в нашем случае компоненты g_{00} и $g_{0\alpha}$ метрического тензора определяются выражениями (46).

Если пробная частица неподвижна или суммарное поле статично, то в фигурной скобке остается первое слагаемое. В этом случае сила $\vec{f}$ имеет «обобщенный» потенциал гравитационного и электромагнитного полей и для слабых полей приводится к виду:

$$\vec{f} = m\vec{g} + q\vec{E}\,, \tag{48}$$

где $\vec{g}$ и $\vec{E}$ - напряженность гравитационного и электростатического полей соответственно.

При малых скоростях движения пробной частицы $v_\Sigma{}^2 << c_\Sigma{}^2$, второй член в (47) имеет вид $m c_\Sigma \sqrt{h}\left[\vec{v}_\Sigma rot\vec{G}\right]$, аналогичный силе Кориолиса, которая возникла бы (при отсутствии поля) в системе координат, связанной с телом, вращающемся с угловой скоростью

$$\vec{\Omega} = \frac{c_\Sigma}{2}\cdot\sqrt{h}\cdot rot\vec{G}\,. \tag{49}$$

В случае слабых полей второе слагаемое в (47) распадается еще на два и выражение для силы приводится к виду:

$$\vec{f} = m\vec{g} + q\vec{E} + 2m\left[\frac{d\vec{r}}{dt},\vec{\omega}\right] + \frac{1}{c_2} q\left[\frac{d\vec{r}}{dt},\vec{H}\right], \tag{50}$$

где $\vec{H}$ - напряженность магнитного поля, а $\vec{\omega} = \dfrac{c_1}{2} rot\vec{G}$.

Подробный вывод и необходимые комментарии к этому уравнению будут сделаны в следующем разделе. Здесь же ограничимся замечанием, которому мы обязаны видом уравнения (50). В формуле (50), когда источником поля является тело, характеризуемое массой M и зарядом Q, слагаемое, соответствующее магнитной составляющей силы Лоренца - обусловлено вращением заряда Q, а другое слагаемое, являющееся гравитационным аналогом силы Лоренца, обусловлено движением масс, источников гравитационного поля.

Вообще говоря, по нашему мнению, следует различать такие понятия, как вращение тела, вращение массы и вращение заряда. В формулах (47) и (49) такого разделения не делается. Предполагается, что вращение тела обеспечивает синхронное вращение массы и заряда. Но можно привести примеры, где такая синхронность не выполняется. Так в круговом контуре с током осуществляется вращение зарядов при покоящейся массе. Аналогично, в радио- или телеантеннах осуществляются колебания электрического заряда при покоящейся массе.

Приведенное замечание лишний раз подчеркивает необходимость связывать систему отсчета не с абстрактным телом, а с конкретным, характеризуемым зарядом или (и) массой.

8. Уравнения движения пробной частицы, обладающей зарядом *q* и массой *m*, находящейся в гравитационном и электромагнитном полях.

Таковыми уравнениями движения являются уравнения геодезических в пространстве событий для пробных частиц, обладающих зарядом, массой, и подверженных воздействию «суммарного» поля γ_{ij}, причем метрика такого пространства событий определяется выражением (46):

$$\frac{d^2 x_\Sigma^i}{dS_\Sigma^2} + \Gamma^i_{\cdot\, jk} \frac{dx_\Sigma^j}{dS_\Sigma} \frac{dx_\Sigma^k}{dS_\Sigma} = 0. \tag{51}$$

В случае слабого «суммарного» поля $|\gamma_{ij}| << 1$, которое выполняется при условии слабости исходных полей и $|\alpha| \le 1$, символы Кристоффеля могут быть представлены в следующем виде:

$$\Gamma^i_{\cdot\, jk} = \frac{1}{2} g^{0\, im} \left(\frac{\partial \gamma_{mj}}{\partial x^k} + \frac{\partial \gamma_{mk}}{\partial x^j} - \frac{\partial \gamma_{jk}}{\partial x^m} \right). \tag{52}$$

Рассмотрим далее медленную пробную частицу:

$$\frac{{v_\Sigma}^2}{{c_\Sigma}^2} << 1, \tag{53}$$

помещенную в слабые стационарные гравитационное и электромагнитное поля. Уравнения движения (51) для такой частицы сводятся к следующему выражению:

$$(1+\alpha)\frac{d^2 x^\alpha}{dt^2} = -\frac{{c_1}^2}{2}\frac{\partial \overline{\gamma}_{00}}{\partial x^\alpha} - \alpha \frac{{c_2}^2}{2}\frac{\partial \widetilde{\gamma}_{00}}{\partial x^\alpha} + c_1\left(\frac{\partial \overline{\gamma}_{\beta 0}}{\partial x^\alpha} - \frac{\partial \overline{\gamma}_{\alpha 0}}{\partial x^\beta} \right)\frac{\partial x^\beta}{\partial t} + \alpha c_2 \left(\frac{\partial \widetilde{\gamma}_{\beta 0}}{\partial x^\alpha} - \frac{\partial \widetilde{\gamma}_{\alpha 0}}{\partial x^\beta} \right)\frac{\partial x^\beta}{\partial t} \tag{54}$$

Коэффициент α определим из принципа соответствия. Для этого напишем уравнения (54) для случая пробной частицы, находящейся в статических сферически симметричных гравитационном и электромагнитном полях, создаваемых объемно заряженным шаром радиуса R_0, обладающим массой M и зарядом Q:

$$\left(1+\alpha\right)\frac{d^2x^\alpha}{dt^2} = -\frac{c_1{}^2}{2}\frac{\partial\bar{\gamma}_{00}}{\partial x^\alpha} - \alpha\frac{c_2{}^2}{2}\frac{\partial\tilde{\gamma}_{00}}{\partial x^\alpha}, \tag{55}$$

где
$$\bar{\gamma}_{00} = -\frac{2G}{c_1{}^2}\cdot\frac{M}{r}, \quad \tilde{\gamma}_{00} = \frac{2\tilde{G}}{c_2{}^2}\cdot\frac{Q}{r}, \tag{56}$$

Из (55) и (56) имеем:

$$\left(1+\alpha\right)\cdot\frac{d^2x^\alpha}{dt^2} = -G\frac{M}{r^2}\cdot\frac{x^\alpha}{r} + \alpha\tilde{G}\frac{Q}{r^2}\cdot\frac{x^\alpha}{r}. \tag{57}$$

Сравнивая полученное уравнение с уравнением Ньютона, записанным для рассматриваемого случая:

$$m\frac{d^2x^\alpha}{dt^2} = -G\frac{mM}{r^2}\cdot\frac{x^\alpha}{r} + \frac{qQ}{r^2}\cdot\frac{x^\alpha}{r}, \tag{58}$$

отмечаем следующие два обстоятельства.

Во-первых, масштабный множитель α следует положить равным:

$$\alpha = \frac{q}{m\tilde{G}}, \tag{59}$$

и, во-вторых, принять

$$m_q \equiv \frac{q}{\tilde{G}} = kq = 0\,. \tag{60}$$

Однако с последним утверждением можно и не согласиться. Мы предполагаем, что уравнение (57) является обобщением уравнения Ньютона (58). А тот факт, что слагаемое m_q осталось незамеченным, свидетельствует лишь о его малости:

$$|m_q| << m. \tag{61}$$

Для доказательства этого утверждения рассмотрим в качестве пробной частицы, находящейся в гравитационном и электромагнитном полях Земли, электрон, значение m_q для которого:

$$m_q = \frac{e}{\tilde{G}} = 0{,}33\cdot 10^{-36}\ \text{кг}, \tag{62}$$

что значительно меньше массы электрона $m = 0{,}91\cdot 10^{-30}$ кг. Соответственно, неравенство (61) для электрона выполняется. Заметим, что для любого другого заряженного пробного тела отношение m/m_q будет еще значительней, поскольку величина удельного заряда электрона максимальна.

Итак, уравнение (57) с учетом (59) и (60) приобретает вид:

$$\left(m+m_q\right)\frac{d^2x^\alpha}{dt^2}=-G\cdot\frac{mM}{r^2}\cdot\frac{x^\alpha}{r}+\frac{qQ}{r}\cdot\frac{x^\alpha}{r}\,. \tag{63}$$

Из вида этого уравнения следует, что свойство разноименных электрических зарядов притягиваться, а зарядов одного знака отталкиваться, как выше было отмечено, не является присущими взаимодействию именно электрических зарядов, а объясняется поведением пробного тела, характеризуемого одновременно и массой m и зарядом q в гравитационном и электромагнитном полях и фактом относительной слабости инерционных свойств электрических зарядов $|m_q| << m$ в поле Земли.

Вернемся к уравнению (54). Рассмотрим слагаемые, связанные с компонентами метрического тензора $\widetilde{\gamma}_{\alpha 0},\widetilde{\gamma}_{\beta 0}$. Нетрудно заметить, что члены этого уравнения, соответствующие электромагнитному полю, выраженные в обычных трехмерных обозначениях, является силой Лоренца деленной на m:

$$-\alpha\frac{c_2^{\,2}}{2}\cdot\frac{\partial\widetilde{\gamma}_0}{\partial x^\alpha}+\alpha c_2\left(\frac{\partial\widetilde{\gamma}_{\beta 0}}{\partial x^\alpha}-\frac{\partial\widetilde{\gamma}_{\alpha 0}}{\partial x^\beta}\right)\cdot\frac{\partial x^\beta}{\partial t}=\frac{1}{m}\left(q\vec{E}+\frac{1}{c}\cdot q\left[\vec{v}\cdot\vec{H}\right]\right)_\alpha, \tag{64}$$

где $\vec{E}$ и $\vec{H}$ – напряженность электрического и магнитного полей. А слагаемые, соответствующие гравитационному полю, связаны с силой Ньютона и гравитационной силой, действующей на движущуюся пробную массу в гравитационном поле, которая является аналогом силы, действующей на движущийся электрический заряд в магнитном поле:

$$m\left\{-\frac{c_1^{\,2}}{2}\frac{\partial\overline{\gamma}_{00}}{\partial x^\alpha}+c_1\left(\frac{\partial\overline{\gamma}_{\beta 0}}{\partial x^\alpha}-\frac{\partial\overline{\gamma}_{\alpha 0}}{\partial x^\beta}\right)\cdot\frac{\partial x^\beta}{\partial t}\right\}=\left(m\vec{g}+2m\left[\vec{v}\cdot\vec{\omega}\right]\right)_\alpha, \tag{65}$$

где $\vec{g}$ – напряженность гравитационного поля,

$$\vec{\omega}=\frac{c_1}{2}rot\vec{G}, \tag{66}$$

а

$$\vec{G}=\left(g_{01},g_{02},g_{03}\right). \tag{67}$$

Таким образом уравнение движения медленной частицы, помещенной в слабые стационарные гравитационное и электромагнитное поля, выраженное в традиционных 3-мерных величинах, имеет вид:

$$\left(m+m_q\right)\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}=m\vec{g}+2m\left[\frac{d\vec{r}}{dt},\vec{\omega}\right]+q\vec{E}+\frac{1}{c_2}q\left[\frac{d\vec{r}}{dt},\vec{H}\right]. \tag{68}$$

Причем причиной появления гравитационной силы, аналогичной магнитной силе, действующей на заряд в магнитном поле, является стационарное движение масс. А причиной появления магнитной составляющей силы Лоренца является стационарное движение электрических зарядов, т.е. электрические токи.

Отметим факт естественного, обусловленного геометрическим формализмом ОТО, появления в теории силы Лоренца. В классической электродинамике сила Лоренца – эмпирически установленное соотношение, вводимое независимым образом в базисную систему уравнений Максвелла – Лоренца. Отметим также и то, что выражение (47) является обобщением сил, фигурирующих в (68), на случай сильных полей и быстрых частиц.

Можно подвести некоторые итоги. Исходная система гипотез, позволяющая независимым образом геометризовать гравитационные и электромагнитные поля, а также принятый способ их объединения приводят к вполне разумным результатам. Предельным случаем полученных уравнений являются базисные формулы классической электродинамики, которые непосредственно следуют из формул (46-47, 51) в предположении слабости полей и постоянства гравитационного поля.

9. Построение аналога СТО в пространстве событий для пробных тел, обладающих зарядом и массой.

Действия для пробной массы m в пространстве $\overline{M}^4$ и пробного заряда q в пространстве $\widetilde{M}^4$ удобней задать в виде скалярного произведения «скоростей» [4,297]:

$$S_1 = \frac{mc_1}{2}\int \frac{d\overline{S}^2}{d\overline{\tau}^2} d\overline{\tau}^2, \tag{69}$$

$$S_2 = \frac{kqc_2}{2}\int \frac{d\widetilde{S}^2}{d\widetilde{\tau}^2} d\widetilde{\tau}, \tag{70}$$

где $d\overline{\tau} = \dfrac{d\overline{S}}{c_1}$ и $d\widetilde{\tau} = \dfrac{d\widetilde{S}}{c_2}$ - собственные времена для пробной массы в пространстве $\overline{M}^4$ с метрическим интервалом $d\overline{S}$ и пробного заряда в пространстве $\widetilde{M}^4$, с метрическим интервалом $d\widetilde{S}$ соответственно.

Аналогично формулам (69-70) действие для пробной частицы, характеризуемой массой m и зарядом q (далее частицы (m, q)) в пространстве R^8 представим в виде:

$$S_0 = \frac{mc_1}{2}\int \frac{\left(d\overline{S}^2 + \alpha d\widetilde{S}^2\right)}{d\tau_\Sigma^{\ 2}} d\tau_\Sigma, \tag{71}$$

где
$$d\tau_\Sigma = \frac{dS_\Sigma^{\ 2}}{c_\Sigma}, \quad c_\Sigma^{\ 2} = c_1^{\ 2} + \alpha c_2^{\ 2}. \tag{72}$$

В соответствии с вышесказанным, построение аналога СТО в объединенном пространстве мы будем осуществлять путем асимптотического уменьшения гравитационного и электромагнитного полей. При этом формула для действия (71) примет вид:

$$S_0 = \frac{mc_1}{2}\int \left(\frac{dx_\Sigma}{d\tau_\Sigma}, \frac{dx_\Sigma}{d\tau_\Sigma}\right) d\tau_\Sigma, \tag{73}$$

где
$$d\tau_\Sigma = \frac{d\overset{0}{S}_\Sigma}{c_\Sigma} = \frac{1}{c_\Sigma}\sqrt{\overset{0}{g}_{ik}\, dx_\Sigma^i dx_\Sigma^k}, \quad x_\Sigma^i = \left(c_\Sigma t, \sqrt{1+\alpha}\cdot x^\alpha\right). \tag{74}$$

Откуда получаем лагранжиан:

$$L=\frac{mc_1}{2}\left\{\left(\frac{d(c_\Sigma t)}{d\tau_\Sigma}\right)^2-\left(\frac{dr_\Sigma}{d\tau_\Sigma}\right)^2\right\}. \tag{75}$$

Определяя традиционным образом 4-е импульс

$$\left(\overset{0}{P}_\Sigma\right)_i=\frac{\partial L}{\partial\left(\frac{dx_\Sigma^i}{d\tau_\Sigma}\right)},$$

находим значения его компонент:

$$\overset{0}{P}_\Sigma{}^i=\left(\frac{mc_1c_\Sigma}{\sqrt{1-\frac{v_\Sigma{}^2}{c_\Sigma{}^2}}},\frac{mc_1v_\Sigma^\alpha}{\sqrt{1-\frac{v_\Sigma{}^2}{c_\Sigma{}^2}}}\right). \tag{76}$$

Рассмотрим нулевую компоненту 4- импульса, соответствующую энергии свободной пробной частицы (q,m):

$$\overset{0}{E}_\Sigma=\frac{mc_1{}^2\sqrt{1+\alpha\frac{c_2{}^2}{c_1{}^2}}}{\sqrt{1-\frac{v^2(1+\alpha)}{c_1{}^2+\alpha c_2{}^2}}}. \tag{77}$$

В отсутствии электромагнитного поля (α=0), формула (77) переходит в традиционную формулу СТО:

$$\overset{0}{E}=\frac{mc_1{}^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c_1{}^2}}}, \tag{78}$$

с единственным уточнением, что фигурирующая здесь скорость c_1 является скоростью гравитационных волн, а не скоростью света.

В случае $\left|\alpha\frac{c_2{}^2}{c_1{}^2}\right|<<1$ раскладываем числитель формулы (77) в ряд и ограничиваясь двумя первыми членами имеем:

$$\overset{0}{E}\approx\frac{mc_1{}^2}{\sqrt{1-\frac{v_\Sigma{}^2}{c_\Sigma{}^2}}}+\frac{m_qc_2{}^2}{2\sqrt{1-\frac{v_\Sigma{}^2}{c_\Sigma{}^2}}}. \tag{79}$$

А для покоящейся частицы ее энергия покоя:

$$\overset{0}{E}_0 \approx mc_1^{\,2} + \frac{1}{2} m_q c_2^{\,2}. \tag{80}$$

Займемся интерпретацией полученных формул.

Во-первых, отметим схожесть формул для скорости звука $c_{ЗВ}$ в изотропной среде:

$$c_{ЗВ} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \tag{81}$$

где Е – модуль Юнга, имеющий размерность плотности энергии,
ρ – плотность массы,

со скоростью гравитационных волн, определяемой из формулы (80) в отсутствии электромагнитного поля:

$$c_1 = \sqrt{\frac{\overset{0}{E}_0}{m}}. \tag{82}$$

Из сравнения этих формул энергии покоя можно приписать смысл величины, пропорциональной упругим свойствам гравитационного поля. Что-то типа энергии упругой деформации гравитационного поля в связи с появлением в нем пробной частицы массы m.

Соответственно формулу (80) можно понимать как сумму энергий упругой деформации гравитационного и электромагнитного полей при помещении в них частицы с массой m и зарядом q.

Во-вторых, если рассматривать обсуждаемые формулы применительно к задаче о движении пробной частицы (q,m) в поле, создаваемом сферическим телом (Q,M) и воспользоваться уравнениями для скоростей (34-35), то уравнение (80) принимает вид:

$$\overset{o}{E}_0 \approx 2G\frac{mM}{\overline{R}_0} + \frac{q|Q|}{\widetilde{R}_0}. \tag{83}$$

Здесь энергия покоя пробной частицы (q,m) равняется потенциальной энергии электромагнитного взаимодействия заряда q, находящегося на поверхности частицы (Q,M), с зарядом Q, плюс удвоенной потенциальной энергии гравитационного взаимодействия масс m и M.

Заметим, что пробная частица в рассматриваемом примере может покоиться действительно только на поверхности частицы-источника, если нет дополнительных условий, связей и т.п.

Возникшая асимметрия между гравитационным и электромагнитным взаимодействиями (множители 1/2 и 2) в формулах (79), (80) и (83)) по всей видимости, связана с их отличиями в рассматриваемой задаче: гравитационное взаимодействие здесь в отличие от электромагнитного является структурообразующим.

Можно объединить приведенные здесь точки зрения на природу энергии покоя. Тогда под энергией покоя пробной массы m мы будем понимать энергию упругой деформации гравитационного поля, создаваемого массой M в связи с появлением в нем пробной частицы массы m.

Аналогично, под энергией покоя пробного заряда q понимаем энергию упругой деформации электрического поля, создаваемого зарядом Q, в связи с появлением в нем пробной частицы с зарядом q.

Вернемся к формуле (76). Пространственные компоненты 4-импульса являются 3-импульсом пробной частицы (q,m) умноженным на c_1. Соответственно 3-имульс свободной частицы (q,m) будет:

$$\vec{P} \approx \frac{m\vec{v}\sqrt{1+\alpha}}{\sqrt{1-\dfrac{v_\Sigma{}^2}{c_{\Sigma^2}}}}. \tag{84}$$

При α<<1, раскладывая корень в числителе (84) в ряд, имеем:

$$\vec{P} \approx \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1-\dfrac{v_\Sigma{}^2}{c_\Sigma{}^2}}} + \frac{m_q\vec{v}}{2\sqrt{1-\dfrac{v_\Sigma{}^2}{c_\Sigma{}^2}}}. \tag{85}$$

Таким образом в приведенной формуле мы имеем сумму релятивистских импульсов. Первое слагаемое обусловлено инерционными свойствами массы в гравитационном поле, второе - инерционными свойствами заряда в электромагнитном поле.

Четырех-вектор силы, в рассматриваемом случае имеет следующие компоненты:

$$g_\Sigma^i = \frac{d\vec{P}_\Sigma^i}{dS_\Sigma} = \left(\frac{c_1\vec{f}_\Sigma\vec{v}_\Sigma}{c_\Sigma{}^3\cdot\sqrt{1-\dfrac{v_\Sigma{}^2}{c_\Sigma{}^2}}}, \frac{c_1\vec{f}_\Sigma}{c_\Sigma{}^2\cdot\sqrt{1-\dfrac{v_\Sigma{}^2}{c_\Sigma{}^2}}} \right), \tag{86}$$

где
$$\vec{f}_\Sigma = \frac{d\vec{P}_\Sigma}{dt}.$$

Отметим, что наличие релятивистских радикалов в знаменателе формул для энергии, импульса и силы в СТО интерпретировалось Эйнштейном как доказательство невозможности движения тел со скоростями, превышающими скорость света.

В нашем случае учет инерционных свойств электрического заряда приводит к иному виду релятивистского радикала и иным возможностям для интерпретации полученного. Величины релятивистских энергии, импульса и силы, согласно формулам, приведенным в этом пункте, зависят от характеристик пробного тела и от того, в каких полях оно находится.

В простейшем случае, когда рассматриваем движение по инерции свободного пробного тела m, геометрия пространства Минковского и вариационный формализм, использующий эту геометрию, приводят к формулам релятивистской механики. Которые, по существу, описывают взаимодействие двух тел m и M, или точнее поведение частицы m в очень слабом гравитационном поле тела M, при условии m<<M. Существование тела M подразумевается через используемую в геометрии скорость c_1 и формулу (34). Других тел, а, соответственно, и взаимодействий в теории нет. В этом случае, действительно, тело m

за счет взаимодействия с телом M не в состоянии приобрести скорость v, большую скорости c_1.

В случае же появления иных сил, не связанных с гравитационным полем тела M, используемая геометрия пространства - времени, порожденная телом M, становится неадекватной ситуации. Следует разобраться, какое поле является причиной появления этих сил и какое тело - источником поля. Затем следует построить геометрию, соответствующую этому полю, и провести объединение ее с уже имеющейся. В этой, объединенной геометрии вновь построить релятивистскую механику.

Такая программа для пробной частицы, характеризуемой зарядом и массой и находящейся в гравитационном и электромагнитных полях, реализована в этом разделе. Здесь Эйнштейновское ограничение на скорость $v < c$ заменяется на $v_\Sigma < c_\Sigma$.

Впрочем существенны не детали полученного неравенства, а осознание того, что пробная частица всегда может преодолеть скорость передачи взаимодействия данного поля c_i с помощью другого поля, имеющего скорость передачи взаимодействия $c_k > c_i$, при условии, что такое поле существует и оказывает воздействие на пробную частицу.

10. Заключение.

1. В заключение рассмотрим перспективы развития предложенной концепции в описании пространства-времени в сравнении с подходом Эйнштейна.

Отметим, что принцип относительности Эйнштейна является очень жестким правилом. Судите сами. Этот принцип в одной из возможных редакций можно высказать так: **все законы природы должны быть Лоренц - инвариантны**. Тем самым всем законам, описывающим все возможные явления на любом структурном уровне, уже открытым и еще неизвестным, приписывается определенная математическая структура, в которой фигурирует такая физическая величина, как скорость света. При этом световые явления к явлениям, описываемым законом, могут не иметь никакого отношения. Характерный пример, рассмотренная в этой работе гравитация.

Если признать, что принцип относительности не адекватен природе вещей, по крайней мере в части его претензий на "... все законы природы...", а для этого есть все основания, то становится понятным, что его буквальное исполнение в области неадекватности приводит к построению неадекватных теорий. И в этом смысле теория относительности становится тормозом в развитии науки.

Другое ограничение возможностей развития, по нашему мнению, заключается в принятом в ТО, как само собой разумеющееся, положении, что пространство-время одно. На наш взгляд имеется определенная трудность наделения единого пространства-времени всеми возможностями геометрических теорий, обобщающих ОТО. Так еще в 30-х годах Ян Схоутен, анализирующий обобщающие ОТО исследования Вейля, Эддингтона, Э. Картана и других авторов, показал, что возможны 27 типов дифференциальных геометрий. Риманова геометрия, использованная в ОТО, представляет собой самый простой тип. К простейшим также относится и геометрия Картана, наделяющая пространство кроме кривизны еще и кручением.

Вопрос в том, где остановиться при наделении единственного пространства - времени всеми возможностями обобщающих геометрий. И можно ли в принципе построить единую и единственную, соответствующим всем физическим явлениям, геометрическую модель мира.

Значительно большими возможностями к обобщениям имеет наша концепция. Здесь с каждой частицей связывается свое пространство - время. Легко представить, что в зависимости от вида частиц, образуемые ими поля и соответствующие им геометрии могут быть любыми из 27 возможных. Еще большее разнообразие будем иметь при построении “суммарных” полей, составляя все мыслимые комбинации из 27 исходных геометрий.

Причем в каждом из этих построений нет никаких проблем с принципом относительности, поскольку он уже адаптирован к каждому полю и, соответственно, к каждой частице.

2. Дальнейшее развитие предложенной концепции состоит в построении “дерева” или “деревьев” иерархической структуры. В настоящей работе рассмотрены частицы (тела) одного структурного уровня. Для описания движения пробных тел (m,q) описываемого структурного уровня наследовалась евклидова геометрия (t,x^α) тел верхнего структурного уровня, и все описания движения пробных тел нижнего уровня проводились с использованием единого времени t. Естественен вопрос, возможно ли описание движения тел следующего, еще более низкого уровня в терминах тех же пространственно - временных стандартов (t,x^α).

Проанализируем последствия отрицательного ответа на поставленный вопрос. Рассмотрим частицу (m,q), имеющую собственную структуру, описываемую в пространственно- временных стандартах $(\hat{t},\hat{x}^\alpha)$, не связанных с исходными (t,x^α).

В качестве естественности такого предположения приведем пример: атом, обладающий собственной структурой (электрон в поле ядра). Но прямая для электрона в пространстве атома $(\hat{t},\hat{x}^\alpha)$, как уже отмечалось, иная, чем для того же электрона в пространстве Земли (t,x^α).

Именно по причине не связанности этих пространственно- временных стандартов мы не в состоянии достоверно (с позиций (t,x^α)) фиксировать местонахождение этой частицы и должны с необходимостью вводить вероятностное описание.

Кроме того, эта вероятностная теория должна оперировать с величинами, полученными проектированием физических величин, представленных в геометрии $(\hat{t},\hat{x}^\alpha)$, на физические величины, определенные в геометрии (t,x^α). При этом операторы проектирования из $(\hat{t},\hat{x}^\alpha)$ в (t,x^α) будут отличаться от операторов проектирования из $(t,\bar{x}^\alpha)$ в $(t,\tilde{x}^\alpha)$ и наоборот. Последние, как известно [6 с.21], должны быть эрмитовыми и идемпотентными. В случае же проектирования из $(\hat{t},\hat{x}^\alpha)$ в (t,x^α), именно по причине не связанности пространственно-временных структур, свойство идемпотентности должно быть отброшено.

Таким образом описание структуры $(\hat{t},\hat{x}^\alpha)$ в терминах (t,x^α) должно проводиться в рамках вероятностной теории с использованием эрмитовых операторов. А это, как раз, основные положения квантовой механики. Представляется возможным интерпретация, а возможно и обобщение квантовой механики с единых позиций, аналогично сделанному в этой работе обобщению теории относительности. Отсюда делаем вывод, что стыковка квантовой механики и ТО возможна именно в рамках предлагаемой нами концепции.

3. Планирование новых экспериментов, а также интерпретация экспериментов, якобы подтверждающих справедливость СТО, с позиции представленной в этой работе теории, требует отдельного исследования. Здесь же ограничимся общими замечаниями. Все существующие в этой области экспериментальные работы касаются проверки различных аспектов релятивизма. В нашей работе эффекты релятивизма имеют место еще в большей степени, чем в ТО Эйнштейна. Отличия в основном в том, что отношение v^2/c^2 заменяется на $v_\Sigma{}^2/c_\Sigma{}^2$, где $v_\Sigma{}^2/c_\Sigma{}^2$ представляются рядами, к примеру $c_\Sigma^2 = c_1{}^2 + \alpha_1 c_1{}^2 + \alpha_2 c_2{}^2 + \ldots$.

Проблема видится лишь в полноте и корректности учета всех необходимых полей. Но все это решаемые вопросы.

Автор благодарен д.ф.- м.н. Г.И. Шипову за поддержку и ценные замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шипов Г.И. Общековариантная нелинейная электродинамика с тензорным потенциалом. Известия Вузов. Физика, 1972, т. 10, с. 98.
2. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. 1, “Наука”, 1965, с. 297.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля, “Наука”, ГР ФМЛ, М., 1973, с. 504.
4. Дубровин Б.А. и др. Современная геометрия, “Наука”, ГР ФМЛ, М., 1979, с. 760.
5. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ, “Наука”, ГР ФМЛ, М., 1967, с. 664.
6. Румер Ю.Б., Фет А.Е. Теория унитарной симметрии, “Наука”, ГР ФМЛ, М., 1970, с. 400.

Содержание