**НОВАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

В статье рассматриваются специальная и общая теории относительности с новой точки зрения. Сущность указанных теорий раскрывается с помощью метода моделирования. Это дает возможность не только понять действительный смысл преобразований Лоренца, но и по новому переосмыслить традиционный геометрический подход в теории гравитации. В ортодоксальной интерпретации СТО и ОТО на первый план выходят понятия пространства и времени вообще , что не позволяет выявить материальные корни этих теорий и фактически затушевывает их суть. Ньютоновскую физику роднит с СТО и ОТО то обстоятельство, что все они исходят из представления о мире, как о пространственно-временном вместилище всего сущего, независимом от материи. В рамках этих теорий мир, или пространство-время, может рассматриваться и в отсутствие материи. В настоящее время ясно, что это фундаментальное предположение выглядит недостаточно обоснованным. Целью настоящей статьи как раз и является попытка предложить другую структуру теоретической физики и указать то место на пути развития этой науки, начиная с которой она могла бы отклониться от выбранного ею магистрального пути.

1. ВВЕДЕНИЕ

На первый взгляд, в специальной и общей теориях относительности рассматривается и описывается пространство и время вообще физическое, биологическое, социальное и т. п. , а не определенные пространственно-временные характеристики определенных физических событий. Но как, например, не существует человека вообще , а существуют конкретные люди, так не существует и времени вообще , но есть конкретные временные процессы. Поэтому возникает вопрос : насколько оправдан в теории относительности указанный общий подход к понятиям пространство и время и как в действительности связаны пространственно-временные характеристики конкретных явлений, описываемых СТО и ОТО, с пространственно-временными параметрами других явлений ?

Для начала в качестве примера рассмотрим второй закон Ньютона

(1)



Несмотря на универсальность данного закона, здесь время означает не любое время, а время, связанное с определенными механическими процессами. Аналогичным образом обстоит дело и с другими формулами, где речь идет не об абстрактном времени вообще , а о времени, как характеристике определенных физических процессов. Не составляют исключения и формулы, получаемые из преобразований Лоренца.



В СТО две инерциальные системы отсчета (ИСО), соотносящиеся друг с другом, изолированны, т. е. физически не связаны между собой. Однако формулы свидетельствуют : в движущейся ИСО все временные интервалы растягиваются , а пространственные длины укорачиваются . О том, что происходит в движущейся ИСО, позволяют судить математические преобразования. Но в случае преобразований Галилея две ИСО соотносятся непосредственно, а в случае преобразований Лоренца такое соотнесение происходит с помощью материального посредника светового сигнала. То есть в первом случае имеет место двучленное отношение, а во втором трехчленное.

Между тем имеется универсальная закономерность, которую можно сформулировать так : отношение (результат сопоставления) двух систем не тождественно отношению трех и более систем. Именно этот факт и порождает те необычные пространственно-временные отношения между двумя ИСО, которые возникают в СТО.

Для пояснения сказанного рассмотрим следующий пример. Глаз меньше Солнца и на каком бы расстоянии ни находился наблюдатель, объективное двучленное отношение между глазом и Солнцем (отношение их размеров) остается именно таким. Но вот наблюдатель подносит к глазу ладонь и заслоняет Солнце. Тем самым в отношения включается третий элемент. Ясно, что двучленные отношения не тождественны трехчленным. Это можно выразить и математически, не упуская из виду конкретный характер данных отношений. В противном случае неверное истолкование математических соотношений приведет к выводу, что ладонь по мере приближения к глазу становится больше Солнца.

Обратимся теперь к известной релятивистской формуле

(2)



Какую реальную физическую нагрузку несут ее символы ? относится к условно покоящейся ИСО ; и - к движущейся ИСО. А к какой из этих двух систем относится скорость света *c* ? Ни к какой ! Процесс распространения электромагнитных колебаний это самостоятельный элемент объективного трехчленного отношения.



Подчеркнем, что формулы, получаемые из преобразований Лоренца, описывают конкретный физический процесс поведение света в различных ИСО. В преобразованиях Лоренца описывается световой сигнал, единый для двух ИСО. И условия, заданные этими преобразованиями, предполагают совместное, триединое рассмотрение движения света относительно как покоящейся, так и движущейся систем отсчета. В рамках преобразований Лоренца это - вопрос коренной, центральный, потому что события, описываемые в системах координат, соотносящихся со световым лучом, оказываются вторичными по отношению к главному событию движению света, представляя собой, по существу, проекцию светового луча на ту или иную систему координат, в результате чего и появляется возможность проводить соответствующие измерения и вычисления.

В трехэлементном соотношении

(3)



сокращается не длина вообще , а длина фиксации пробега светового луча. С самим светом, как и с обеими системами отсчета, ничего не происходит, но реальная проекция конкретного физического процесса на две ИСО будет разной.

С другой стороны, увеличившийся временной интервал в (2) означает, что в движущейся ИСО свету потребуется больше времени, чтобы покрыть расстояние, одинаковое с зафиксированным отрезком в покоящейся ИСО. При сравнении же результатов измерения оказывается, что временной интервал в движущейся ИСО как бы растягивается ( [1], с. 90-123).



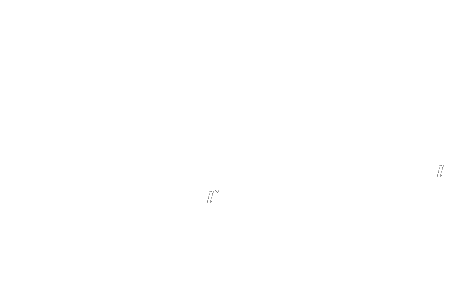
Распространено мнение, что эффекты сокращения длин и замедления временных процессов характерны только для скоростей, близких к скорости света. Однако это далеко не так. Приведем в качестве примера летящий высоко в небе самолет. Его видимые размеры кажутся уменьшенными, а скорость движения (временной процесс) замедленной. Для пассажиров самолета те же явления на земной поверхности (например, движущиеся автомобили) выглядят аналогичным образом. То есть между наблюдателем на земной поверхности и наблюдателем в самолете существует равноправие, симметрия явлений. Но, в отличие от СТО, в этом примере параметром является не относительная скорость, а взаимное расстояние. Тем не менее структура формул для укороченных длин и растянутых временных интервалов аналогична формулам, получаемым в СТО. Этот наглядный пример в какой-то степени подтверждает вышесказанное. Не будь этой наглядности, то, изучая подобные формулы, можно было бы и в самом деле решить, что наш самолет укоротился , а время на нем замедлилось .

В следующем параграфе изложенные выше рассуждения мы подтвердим и подробно раскроем с помощью простой и наглядной (**аналоговой**) модели СТО ( [2], с. 28-39).

2. МОДЕЛЬ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрим систему, состоящую из двух наблюдателей и двух стержней (фиг. 1)

. Здесь *АВ* и *A`B* ` -стержни длиной, которые можно назвать единичными масштабами. В точках *Д* и *Д* ` расположены наблюдатели. *R* постоянное расстояние, *R1* - переменное расстояние. Таким образом, каждый из наблюдателей жестко связан с соответствующим стержнем (системой отсчета). Из фиг. 1 легко получить следующие соотношения, справедливые относительно обоих наблюдателей



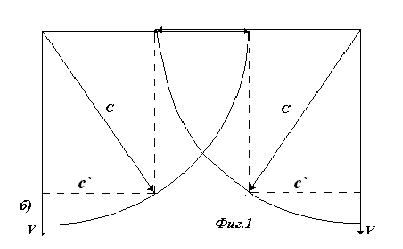
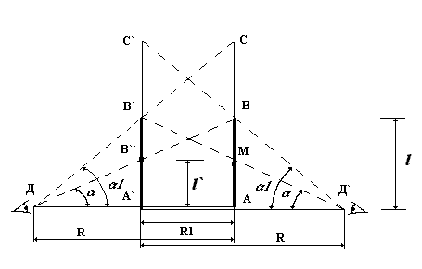
(4)



(5)



Соотношения (4) характеризуют кажущееся уменьшение длины одного стержня по отношению к другому стержню в зависимости от расстояния *R1* . Соотношение (5) характеризует неизменность протяженностей обоих стержней при изменении расстояния *R1* , то есть представляент собой инвариант преобразований. Отметим, что в (4) уменьшение длины не есть результат действия неких внутренних молекулярных сил в стержнях. Систему наблюдатель в *Д* стержень *АВ*назовем системойотсчета *K;* систему наблюдатель в *Д* *`* -



стержень *A`B* **`** назовем системой отсчета *K* ` . В каждой из указанных систем отсчета наблюдатели могут производить отсчет угловых размеров стержней по отношению друг к другу. Для наблюдателя в *Д* система отсчета *К* (стержень*АВ* ) является собственной системой отсчета. Соответственно, для наблюдатенля в *Д* ***`*** собственной системой отсчета будет система *К `* (стержень *A`B****`*** ).

Однако, если наблюдатели не могут покинуть точки *Д* и *Д `* (например, если *R* - большая величина), то априори они не смогут установить соотношения (4) и (5). Но пусть в точках *A, B, A`, B`* имеются зеркала. Тогда с помощью световых сигналов каждый из наблюдателей обнаружит, что выполняется следующее соотношение

(6)



где - постоянная величина с размерностью длины, характеризующая то обстоятельство, что стержни параллельны друг другу. Из (6) видно, что



.



Таким образом, наблюдатели в конце концов придут к следующим соотношениям, полученным из опыта

(4`)



(5`)



Пусть теперь наблюдатель в *Д* рассматривает в собственной системе отсчета *К* реальный временной процесс движение светового сигнала из точки *А* в точку *В* и далее в точку *С*. Так как, где *c* - скорость света ; - время движения сигнала из *A* в *B* , то



(7)



Далее, , где - время движения сигнала из точки *A* в точку *C* и



(8)



Подставляя (7) и (8) в (4 ` ) и (5 ` ) и учитывая, что величины можно взаимно не сокращать, а почленно умножить на подкоренное выражение, наблюдатель в *Д* получит соотношения



(4`` )



(5`` )



где - величина с размерностью скорости,



- величина с размерностью длины,



- инвариантная величина, характеризующая неизменную протяженность стержней и выраженная через пространственно-временные характеристики светового сигнала



Что конкретно означают соотношения (4 `` ) и (5 `` ) ? представляет собой расстояние, которое пробегает световой сигнал за время по отношению к системе *K`* и является проекцией светового луча на эту систему ; - время, за которое световой сигнал достигает точку *C.* Однако для наблюдателя в *Д* точки *B`* и *C* тождественны (совпадают). Поэтому наблюдатель в *Д* придет к выводу, что то же самое расстояние световой сигнал в системе *K`* пробежит за большее время (время как бы растянулось ). Для наблюдателя в *Д* скорость светового сигнала по отношению к стержню *A`B`* равна, то есть меньше *c* и поэтому сигнал затрачивает большее время для достижения точки *B* ` . Наблюдатель в *Д* *`* получит те же соотношения (4 `` ) и (5 `` ), так как он вполне может считать, что световой сигнал испущен не из *A* в *B* , а из точки *A* ` в точку *B* ` . Отметим, что численные значения скорости света в обеих системах отсчета будут равны только в случае, если сигнал излучается из точки, лежащей в центре между *A* и *A`* на прямой *ДД `.* Но если наблюдатели изолированны друг от друга, то для них этот факт не имеет значения. Величина скорости света *c* для каждого из них будет предельной, а по отношению к другой системе отсчета она всегда будет иметь вид



(9)



Видно, что в модели СТО выполняются два положения : 1. Предельный характер скорости света в каждой из систем отсчета ; 2. Равноправие (симметрия) двух систем отсчета.

Из (9) видно также, что скорость *v* не может быть больше скорости света *c* , так как в этом случае мы получим мнимую величину скорости *c`* .

В модели СТО соотношения (4 `` ) и (5 `` ) описывают не пространство и время вообще , а только **конкретные** пространственно-временные характеристики светового сигнала по отношению к той или иной системе отсчета. Так как по своей логической структуре соотношения (4 `` ) и (5 `` ) аналогичны соотношениям, получаемым в СТО, то этот факт представляется исключительно важным. Аналогичным образом обстоит дело и с преобразованиями Лоренца, где речь идет не об абстрактном времени вообще , а времени, как характеристике движения светового сигнала по отношению к той или иной системе отсчета. Между тем общепризнанно, что в теории относительности описывается пространство и время вообще , то есть все пространственно - временные процессы: физические, биологические, социальные и т. п. В противном случае из-за неравного протекания указанных процессов был бы несправедлив принцип относительности и можно было бы вычислить абсолютную скорость системы отсчета наблюдателя.

С нашей точки зрения существует два возможных пути для согласования СТО с физической действительностью. Первый путь - признать, что СТО описывает только пространственно-временные характеристики световых сигналов, не имеющих никакого отношения к пространственно-временным характеристикам других явлений (физических, химических, биологических, социальных), то есть утверждается, что СТО не описывает пространство и время "вообще", а только конкретное физическое явление - движение светового сигнала по отношению к той или иной системе отсчета ( [1]) . Такой прямолинейный подход приводит к выводу, что СТО не может являться универсальной теорией пространства-времени и эта теория не может служить основой современной физики, так как она описывает только одно единственное конкретное явление - движение светового сигнала. .

Мы придерживаемся второго подхода, который заключается в том, что действительно в СТО пространство **-** время определяется только движением световых (или ему подобных) сигналов, но здесь явление движения светового сигнала является основой, базой для всех пространственно-временных отношений, в т. ч. физических, биологических, социальных и прочих. Принцип относительности непосредственно связан с указанным обстоятельством. Только в этом случае можно говорить о пространстве и времени "вообще" , основываясь на одном конкретном пространственно-временном материальном процессе.

Второй путь представляется более предпочтительным, так как соединяет между собой не подлежащий сомнению философский принцип материальности и разработанную Эйнштейном и подтвержденную всем последующим опытом теорию относительности.

Эйнштейн по данному вопросу высказался лишь однажды. Он писал : Теорию относительности часто критиковали за то, что она неоправданно приписывает центральную теоретическую роль явлению распространения света, **основывая понятие времени на его законах** (подчеркнуто мной А. К. ). Положение дел, однако, примерно таково. Чтобы придать понятию времени физический смысл, нужны какие-то процессы, которые дали бы возможность установить связь между различными точками пространства. Вопрос о том, какого рода процессы выбираются при таком определении времени, несуществен. Для теории выгодно, конечно, выбирать только те процессы, относительно которых мы знаем что-то определенное. Распространение света в пустоте благодаря исследованиям Максвелла и Лоренца подходит для этой цели в гораздо большей степени, чем любой другой процесс, который мог бы стать объектом рассмотрения ([3] , с. 24).

С нашей точки зрения, такая позиция Эйнштейна представляется неудовлетворительной. Если бы выбирались другие процессы, то в преобразованиях, аналогичных преобразованиям Лоренца, отсутствовала бы константа *c* скорость света. Но это недопустимо в силу предельного характера скорости света. Следовательно, основой пространственно-временных отношений в СТО является именно движение со скоростью света и центральная теоретическая роль явления распространения света совсем не случайна.

Световой сигнал строит пространственно-временные отношения между телами или структурными элементами тел, создает метрику. Ясно, что такое пространство-время может быть только относительным.

С этой точки зрения замедление распада нестабильных элементарных частиц связано с их структурным строением и увеличением времени обмена сигналами распада между структурными элементами частицы, так как скорость таких сигналов между этими элементами, с точки зрения покоящегося наблюдателя, равна и зависит от скорости *v* . В системе же отсчета движущейся частицы эта скорость равна скорости света *c* **( в единицах** **времени и длины этой системы отсчета** ). Именно поэтому можно говорить, что каждая система отсчета обладает своим собственным временем.



На фиг. 1 можно явно показать величину скорости *v* . Так как, что является уравнением окружности, то мы получаем фиг. 1б. Из фиг. 1б видно, что при мы имеем



что является переходом от преобразований Лоренца к преобразованиям Галилея. При *v* > *c* наша модель теряет смысл.

В модели можно определить и так называемое пространство событий . Очевидно, что им является полуплоскость над прямой *ДД `* , где каждая точка может быть охарактеризована временем и местом. Рассмотрим, как в модели интепретируется проблема одновременности двух событий. Пусть из точки *М* (фиг. 1а), лежащей посредине между *А* и *В* , в системе *K* в точки *A* и *B* испущены световые сигналы. В собственной системе отсчета *K* наблюдатель в *Д* обнаружит, что эти сигналы придут в точки *A* и *B* одновременно. Однако с точки зрения наблюдателя в *Д `* , эти сигналы в точки *A`* и *B`* придут неодновременно. Таким образом, понятие одновременности становится относительным в зависимости от того, по отношению к какой системе отсчета рассматривается этот процесс.

Далее, согласно СТО, чтобы измерить длину движущегося стержня относительно неподвижной системы отсчета, необходимо определить координаты конца и начала стержня в этой системе отсчета, но обязательно одновременно. Это требование одновременности ведет к тому, что длина стержня при измерении его в системе отсчета, относительно которой он движется, оказывается меньше, чем при измерении его в системе отсчета, где он покоится. То есть



Каким образом эта ситуация отображается в модели СТО ? Если из точки *М* (фиг. 1), расположенной посредине стержня *AB* , в точки *A* и *B* послать световые сигналы, то наблюдатель в *Д* обнаружит, что по его часам эти сигналы придут в точки *A* и *B* одновременно. По отношению же к стержню *A`B`* световые сигналы придут одновременно в точки *A`* и *B``..* Но расстояние *A`B``* и есть длина, численно равная, согласно фиг. 1, величине



Таким образом, по отношению стержню *A`B`* модель СТО адекватно отображает сокращение первоначальной длины, имеющее место и в реальной ситуации. Причем, как и в СТО, в модели СТО (фиг. 1) указанное сокращение также связано с понятием одновременности.

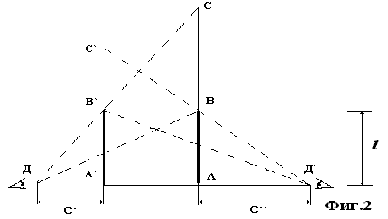


В СТО физическая скорость света определяется из выражения. Как эта ситуация отображается в модели ? В этом случае для наблюдателя в *Д* длина стержня *AB* равна нулю, т. е. собственной системы отсчета больше не существует. Остается только световой сигнал. Движение светового сигнала соотносить не с чем. Модель СТО показывает, что световой сигнал системой отсчета являться не может. Для светового сигнала не существует собственной системы отсчета. Если часами считать сам свет, то эти часы не идут, они стоят. Почему это происходит ?



В свое время Ньютон задался целью искуственно выделить некоторую основную всеобщую систему референции , к которой можно было бы отнести все наблюдаемые величины. В соответствии с этим замыслом Ньютон и построил систему абсолютного пространства-времени. Современная физика отказалась от ньютоновской системы референции и избрала новую скорость света. Именно к ней теперь относятся все наблюдаемые величины. Но, как можно видеть из модели СТО, световой сигнал не может в качестве системы отсчета, системы референции избирать самого себя. Отсчет временного процесса (движение луча света) может происходить только по отношению к стержню *AB* , но не по отношению к самому себе.

В модели СТО можно отобразить ситуацию, когда одна из систем отсчета движется равномерно-ускоренно (фиг. 2)



В этом случае величина *c* ` (на фиг. 2 справа) будет иметь вид



где - равномерное ускорение, *x* -текущая координата. Величина же скорости света c` (на фиг. 2 слева ) по прежнему имеет вид. Как видно из фиг. 2, симметрия двух систем отсчета (их равноправие) уже теряется. Из фиг. 2 также видно, что переход системы отсчета *K`* из состояния равномерного и прямолинейного движения в состояние ускорения изменяет внутренние отношения в ускоренной системе отсчета *K`* из-за изменения величины скорости света *c`* , в то время как в СТО (фиг. 1) скорость света *c`* изменялась из-за перемены внешних отношений между двумя системами отсчета *K* и *K`* . В общем же случае в неравномерно-ускоренных системах отсчета или в гравитационных полях величина скорости света обобщается и принимает вид



или, развернуто



где, - метрические коэффициенты или гравитационные потенциалы , a



Отсюда величина инвариантного интервала равна

(10)



что является первой ступенью для построения общей теории относительности. Однако в (10) величина есть скорость света в ускоренной системе отсчета *K`* с точки зрения условно-неподвижного наблюдателя. Она и определяет собой скорость всех временных процессов в *K` .*



В равномерно-ускоренной системе отсчета имеем

или в соответствии с фиг. 2.



Таким образом, наша модель вполне адекватно отображает пространственно-временные отношения в СТО и, изучая ее, мы можем глубже понять сущность этой теории.

Подведем предварительные итоги :

1. Псевдоевклидовое пространство-время является следствием пространственно-временных отношений между структурными элементами физической материи и связывающих их полей. Утверждение о том, что электродинамика Максвелла-Лоренца выявляет псевдоевклидов характер пространства-времени, неверно по сути. Поля, распространяющиеся со скоростью света, не выявляют псевдоевклидовую геометрию, якобы существующую до этого, а организуют, формируют ее. Метрика пространства-времени не дана заранее, а создается безмассовыми полями посредством установления пространственно-временных отношений между массивными материальными объектами.

2. Инвариантная величина есть истинная неизменяемая протяженность движущегося тела потому она и инвариантна. Описывается же она через пространственно-временные характеристики светового сигнала. И только благодаря неуничтожимому движению светового сигнала пространство и время объединяются в единое пространственно-временное многообразие.



3. Величина или является скоростью света в движущейся равномерно и прямолинейно или, соответственно, ускоренно системах отсчета с точки зрения условно-неподвижного наблюдателя по отношению к истинной протяженности движущегося стержня, равной. Отсюда. Скорость *c`* и определяет скорость всех временных процессов в этих системах отсчета.



Таким образом, согласно изложенной выше интерпретации, в СТО нет ничего, кроме описания пространственно-временных свойств безмассовых полей в различных ИСО. Этот вывод, примененный к общей теории относительности, не затрагивая математической структуры ОТО, кардинальным образом изменяет ее интерпретацию, позволяя переосмыслить традиционный геометрический подход в теории гравитации ( [2], c. 28-39).

3. К ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

В современной физике понятие кривизны пространства-времени до сих пор овеществляется. Но является ли кривизна чем-то субстанциональным, наподобие пространственной протяженности и временной длительности - неотъемлемых атрибутов материальных вещей, событий, процессов ?Нет, понятие кривизны отображает совершенно конкретные в каждом отдельном случае пространственно-временные математические отношения. А отношения по природе своей не имеют иного субстрата, кроме того, которым обладают носители данных отношений. Нет и не может быть отношений самих по себе , в виде некоторой субстанции, существующей помимо или наряду со своими носителями. Поэтому искать абстрактное отношение кривизны в "чистом виде" - вблизи звезд или в межгалактическом пространстве - такое же бесполезное занятие, как и попытка отыскать отношение собственности на фасадах домов, на полках магазинов и т. п. Или, например, производственные отношения - на руках и лицах рабочих и интеллигенции. Геометрические отношения, как и любые другие, сами по себе не имеют какой-либо иной объективной реальнности, помимо той, какую дают им носители данных отношений. Поэтому бессмысленными выглядят тезисы типа следующего: "в мире нет ничего, кроме искривленного пространства-времени". Не составляет особого напряжения ума для уяснения того простого и очевидного факта, что кривизна не является атрибутивно-субстратной хараектеристикой пространства-времени, а представляет собой результат определенного отношения геометрических величин, причем не просто двучленного, а сложного и многоступенчатого математического отношения.

Отношения в отрыве от своих носителей не поддаются чувственному восприятию. Это одна из основных причин отсутствия наглядности, что характерно для многих современных теорий, которые не являются наглядными вовсе не потому, что выражают какую-то особую реальность, неизвестную науке прошлого, а лишь потому, что отображают определенные отношения и различные системы таких отношений. Ясно, что кривизна, представляющая собой результат определенного вида геометрических отношений, не является некой сущностью материального мира. Понятие искривленного пространства-времени - всего лишь отражение определенной совокупности пространственно-временных отношений, объективно существующих в материальной действительности.

Ниже мы покажем что и в общей теории относительности материальным носителем пространственно-временных отношений являются безмассовые кванты энергии. И они же являются материальной основой для понятия "кривизна пространства-времен и"

Уравнения геодезической следуют из соотношения и уравнения Эйлера-Лагранжа ([4], с. 212)



(11)



Непосредственной проверкой можно убедиться, что результат записывается в виде



где *S* - длина дуги, определенная равенством



Если рассматривать *S* как параметр, то *S `= 1 , S``=0* и это уравнение приобретает вид

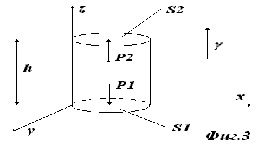
(11`)



в соответствии с геометрической идеологией ОТО. Однако с новой точки зрения величина *c`* в (11) есть скорость света в ускоренной системе отсчета. Тогда движение пробного тела по геодезической обусловлено не геометрией пространства-времени, как чем то первичным, а изменением скорости света *c`* между структурными элементами пробного тела под влиянием гравитационного поля.

Чтобы показать это, рассмотрим мысленный эксперимент. В рамках данного мысленного эксперимента есть возможность выявить существенное и отбросить второстепенное с помощью построения модели, элементы которой могут быть подвергнуты математической обработке. В этом отношении всегда желательно построить относительно простую модель сложного явления.

Пусть в системе отсчета *K`* расположен невесомый цилиндр высотой *h* (фиг. 3)



Обозначим верхнюю крышку цилиндра через *S2* , нижнюю через *S1* . Пусть эта система отсчета *K`* вместе с жестко закрепленным к ней невесомым цилиндром движется равномерно-ускоренно в направлении положительных значений *Z* с ускорением. Пусть из *S2* в *S1* испущен квант света фотон с энергией *E* и мы рассматриваем этот процесс в некоторой системе *K* , которая не обладает ускорением. Положим, что в тот момент, когда энергия излучения *E* переносится из *S2* в *S1* , система *K`* обладает относительно системы *K* скоростью, равной нулю. Световой квант достигнет *S1* спустя время (в первом приближении), где *c* -скорость света. В этот момент *S1* обладает относительно системы *K* скоростью. Поэтому, согласно СТО, достигающее *S1* излучение имеет не энергию *E* , а большую энергию *E1* , которая в первом приближении связана с *E* соотношением



(12)



где



Импульс, передаваемый излучением стенке *S1* , найдем из соотношения

(13)



Пусть световой квант с такой же энергией *E* излучается из *S1* в сторону *S2*. Тогда энергия излучения, достигающая стенки *S2* и передаваемый импульс будут иметь следующий вид

(14)



(15)



Если в системе K` мы одновременно излучим два кванта света одинаковой энергии один в сторону S1 и второй в сторону S2 , то импульсы отдачи, как будет показано, взаимно скомпенсируются и основную роль будут играть импульсы (13) и (15). Тогда имеем



Так как, то или



где - инертная масса



Таким образом, невесомый цилиндр, в котором находится излучение, в результате ускорения ведет себя так, как будто он обладает инертной массой, причем импульс этой инертной массы, как легко видеть из фиг. 3, направлен в сторону, противоположную вектору ускорения.



Пусть цилиндр движется относительно системы *K* равномерно и прямолинейно со скоростью *v* . В этом случае импульсы отдачи не скомпенсируются. Действительно, если фотон, испущенный из *S2* , имел в инерциальной системе *K* импульс, то импульс отдачи будет. Преобразуем его в систему *K`* по известной формуле преобразования импульса. С точностью порядка получим



Аналогично для импульса отдачи стенки *S1* получим



Здесь знак минус возникает из-за того, что скорость *v* направлена противоположно импульсу отдачи. Таким образом, суммарный импульс отдачи в системе *K* ` равен по абсолютной величине и точно компенсирует суммарный импульс фотонов, так что полный импульс системы равен нулю. Следовательно, раскомпенсации импульсов фотонов при равномерном и прямолинейном движении не происходит. Что же произойдет, если цилиндр ускоряется ? Пусть фотоны из *S1* и *S2* испущены в момент, когда система *K`* имеет относительно системы *K* скорость, равную нулю. В этот момент времени импульсы отдачи и преобразуются в систему *K`* со значениями, равными



и



так как *v=0* , и точно компенсируют друг друга. В то же время импульсы самих фотонов, достигнув противоположных стенок изменятся, согласно формулам (13) и (15), в результате изменения скорости цилиндра от *0* до *v.* Внешне это проявится как наличие инертной массы. Эту ситуацию можно рассмотреть и в любой другой момент времени, связав с ускоренной системой отсчета мгновенно сопутствующую систему отсчета.

Эйнштейн указал простой физический пример, позволяющий легко понять, почему масса и энергия связаны друг с другом соотношением. Он рассмотрел для этого покоящийся относительно лаборатории ящик массы. Пусть этот ящик заполнен электромагнитным излучением, находящимся в термодинамическом равновесии с его стенками. Обозначим энергию этого излучения через.



Известно, что электромагнитное излучение оказывает давление на стенки содержащего его ящика, подобно давлению, вызываемому газом. Пока ящик покоится или движется равномерно, полная сила, приложенная к каждой его стенке, уравновешивается силой, приложенной к противоположной стенке. Если же ящик подвергается ускорению, то благодаря этому ускорению отражающееся от задней стенки ящика излучение будет приобретать дополнительный импульс, тогда как излучение, отражающееся от его передней стенки, будет терять часть своего импульса.



Если произвести подробный подсчет происходящего при этом изменения давления на стенки движущегося ящика, то окажется, что полная сила, действующая на ящик со стороны излучения, равна



Эта сила направлена против ускорения. Поэтому уравнение движения всей системы будет иметь вид



где - внешняя сила. Это уравнение можно переписать:



Поэтому наличие энергии излучения соответствует появлению добавочной "эффективной массы" в том смысле, что эта масса приводит к такому же возрастанию инертности тела (его сопротивления ускорению), как и обычная масса, что и представляет собой одно из характерных проявлений того физического свойства, которое называют "массой" ([5], с. 118-119).



Из этого примера, приведенного Д. Бомом в своей книге, видно, что если равно нулю (т. е. ящик невесом), мы приходим к нашему невесомому цилиндру на фиг. 3. Наш подход отличается от вышеуказанного тем, что мы трактуем любую инертную массу (в том числе и массу ящика) через посредство безмассовых квантов энергии (в так называемой модели геона), о чем будет сказано ниже.



Таким образом, массивную частицу можно представить как невесомый сосуд, в котором происходит обмен безмассовыми переносчиками взаимодействия. При ускорении такого сосуда суммарный импульс, передаваемый сосуду, становится не равным нулю, что проявляется в форме инертности сосуда. **Модель инертной массы очевидным образом показывает, что инерция материальных тел есть их внутреннее свойство и принцип Маха к весомым материальным телам неприменим.** Подобный цилиндр будет обладать инерцией и в отсутствие горизонта удаленных масс. Это согласуется с тем фактом, что ОТО никак не связана с принципом Маха. Из модели массы следует, что пробные тела инертны относительно движущихся безмассовых квантов энергии. Скорость света и является той абсолютной системой референции, тем горизонтом , по отношению к которой возникает инертность материальных тел.

Многие физики справедливо рассматривают принцип Маха как псевдопроблему. Дирак считал этот принцип физически непонятным и, следовательно, стоящим вне всякого подлинного физического знания и потому он не может находиться в арсенале серьезного, ответственного ученого. Между тем этому принципу (во многом благодаря авторитету Эйнштейна) посвящена огромная литература.

Отметим, что модель массы на фиг. 3 характеризует так называемую электромагнитную массу. Но сам по себе факт существования массы именно в форме электромагнитной массы, очевидно, не имеет никакого значения. Он указывает только на первичный характер безмассовой формы материи по отношению к ее массивной форме. Поэтому данный частный случай, характеризующий электромагнитную массу, справедлив и для любой другой массы. С этой точки зрения наша модель массы является универсальной моделью.

Обсудим вопрос о том, может ли наш цилиндр двигаться быстрее скорости света ? Если говорить образно, то это было бы аналогично случаю, когда барон Мюнхаузен сам себя вытащил из болота за волосы. Более наглядным является другой физический образ. Пусть парусник движется под действием ветра, дующего с определенной постоянной скоростью. Тогда, чем меньше сопротивление воды, тем больше скорость парусника приближается к скорости ветра, но превзойти скорость ветра скорость парусника никогда не сможет. Аналогичным образом и в случае с нашим невесомым цилиндром такое сопротивление движению оказывают внутренние фотоны, движущиеся навстречу движению цилиндра (что проявляется, как было показано, в форме инертности цилиндра). Чем больше таких фотонов, тем больше инертность цилиндра (то есть тем больше его так называемая "масса"). Чем меньше фотонов, тем меньше инертность цилиндра и, в случае отсутствия внутренних фотонов, движущихся навстречу цилиндру, инертность цилиндра становится равной нулю. Фактически это означает, что у нашего цилиндра больше нет отражающих стенок, то есть фотоны распространяются свободно вне цилиндра в одном направлении со скоростью света. Двигаться же быстрее самих себя фотоны, естественно, не могут, как невозможно поднять самого себя за волосы. Таким образом, наличие в природе предельной скорости, равной скорости света, непосредственно указывает на то, что основой массивных тел являются безмассовые кванты энергии.

Увеличение же релятивистской " массы" цилиндра с возрастанием скорости его движения является следствием того, что меняется не "масса", а сила взаимодействия между цилиндром и полем, которое разгоняет этот цилиндр. Чем ближе скорость цилиндра к скорости поля ускорителя (равной скорости света), тем меньше сила, действующая на цилиндр. Поэтому и возникает физический эффект: разогнать цилиндр быстрее света невозможно.

В случае с нашим парусником "сила давления ветра на парус зависит от относительной скорости между воздушным потоком и парусом. Чем быстрее будет двигаться лодка, тем меньше будет давление ветра на парус. Лодка не сможет плыть быстрее ветра, и это происходит не за счет изменения массы лодки, а вследствие изменения сил взаимодействия между потоком ветра и парусом. Такое изменение сил взаимодействия в относительном движении тел и физических полей встречается в природе повсеместно". ([6], с. 212)

Далее. Пусть невесомый цилиндр (фиг. 3) не ускоряется, а расположен на подставке и находится в слабом статическом поле Земли. Пусть в *S1* потенциал поля приравнен к нулю, а на высоте *h* он равен *Ф* . Учитывая принцип эквивалентности, можно записать. Пусть теперь из *S2* в *S1* испущен квант света с энергией *Е*. Тогда энергия и импульс фотона изменяется согласно соотношениям



и



С другой стороны, испуская квант света с энергией *E* от *S1* к *S2* , получим

и



В итоге разность передаваемых импульсов равна



Где, и направлена в сторону уменьшения *Ф* , то есть на фиг. 3 вниз. Таким образом



(16)



И сила, действующая на подставку, имеет вид

(16` )



Так как для света в слабом поле, то



или, в более общем случае



что следует и из теории тяготения Ньютона.

Пусть подставка убрана. Тогда, в силу закона сохранения импульса, левая часть соотношения (16) равна нулю. Тогда равно нулю и - изменение потенциала поля. Невесомый цилиндр, находящийся в гравитационном поле, движется так, что потенциал поля в цилиндре постоянен. В формализме ОТО это отражается в том, что потенциалы при ковариантном дифференцировании ведут себя как константы, но только при ускоренном движении цилиндра (движении по геодезической), каковым и является падение.



Отсюда ясно, что **свободное движение невесомого цилиндра (движение по геодезической) связано с постоянным перераспределением импульсов безмассовых квантов энергии по отношению к стенкам сосуда в гравитационном поле, а не искривлением пространства-времени.** Искривление пространства-времени понятие *вторичное*, вытекающее из абстрактных формул. Первичным же является реальное изменение величины скорости света *c`* между структурными элементами пробной частицы, движущейся в гравитационном поле.

В самом деле, *P1* и *P2* можно записать следующим образом



где - скорость света в ускоренной системе отсчета K` с точки зрения условно-неподвижного наблюдателя. Отсюда



Убрав подставку, мы вынуждаем цилиндр сместиться под действием разности импульсов фотонов, в результате чего он оказывается в области гравитационного поля с большей разностью потенциалов, чем в предыдущий момент времени. Это вновь порождает уже большую разность импульсов и процесс повторяется. Именно таким образом невесомый цилиндр ускоряется в гравитационном поле.



Действительно, рассмотрим гравитирующую массу *M* и два положения нашего цилиндра в поле этой массы вдоль прямой R (фиг. 4)

Из фиг. 4 видно, что разность потенциалов равна



где *k* - гравитационная постоянная Ньютона, - высота цилиндра



Аналогично для разности потенциалов получим



Так как *R1R2<R3R4* , то. Отсюда



Поэтому невесомый цилиндр с излучением ускоряется в гравитационном поле по направлению к гравитирующей массе *M* .

Легко видеть, что ускорение цилиндра равно

(17)



Если *h* мало, то и мы получаем



Из (17) следует, что ускорение есть функция от *h* - высоты цилиндра. Тогда, если существуют фундаментальные структурные единицы массы с планковским размером, то *h* - величина постоянная. Такими структурными единицами массы могут быть геоны, состоящие из гравитационно связанных фотонов. Роль невесомых стенок в геоне выполняет его гравитационное поле и импульсы отдачи фотонов будет воспринимать именно оно. Поэтому геон будет обладать всеми теми же инертными и тяжелыми свойствами, что и рассмотренный нами выше невесомый цилиндр.



В рамках гипотезы геонной структуры весомой формы материи можно найти решение проблемы пропорциональности инертной и тяжелой масс . Действительно, если геоны лежат в основе весомой формы материи и их падение во внешнем гравитационном поле происходит независимо друг от друга (так как геон представляет из себя автономную систему с размером), то любая пробная частица, составленная из планковских геонов, в целом будет двигаться с тем же ускорением, что и отдельно взятый геон. С другой стороны, в поле ускорений пробные тела кинематически также движутся с одинаковым ускорением. Это обстоятельство и может лежать в основе пропорциональности инертной и тяжелой масс. Что же касается универсальности гравитационного поля, то она в излагаемой интерпретации обусловлена взаимодействием гравитационного поля только с безмассовыми квантами энергии, как единой универсальной основой весомой формы материи, что и позволяет **описывать** тяготение с помощью псевдоримановой геометрии.



В Беседах Галилея приводится весьма остроумный довод в пользу того, что тяжелое тело не должно падать быстрее легкого. Допустим, что тяжелое тело падает быстрее легкого. Тогда должно возникнуть следующее противоречие. Представим тело *A* состоящим из двух тел *B* и *C* , имеющих одинаковые массы. Так как *B* и *C* легче , чем *A* , они должны падать с одинаковой скоростью, но медленнее чем *A* . Но *B* и *C* вместе составляют тело *A* . Следовательно, тело *A* должно падать медленнее самого себя , что невозможно ( [7] , с. 210). Таким образом, тело *A* в действительности должно падать с той же скоростью, что и его части *B* и *C* . Продолжая дальнейшее деление тела на части, падающие с одной и той же скоростью, мы в итоге придем к мельчайшим одинаковым составляющим тела *A* , далее уже неделимым (например, к планковским геонам с размером). В приведенном рассуждении Галилей, не осознавая того, предвосхитил существование фундаментальных структурных единиц массы. Именно благодаря им любые тела в гравитационном поле падают с одинаковым ускорением. Формально же это может быть описано как свободное движение пробного тела (движение по геодезической) в искривленном пространстве-времени.



Известно, что уравнение геодезической (11) или (11`) для пробной частицы в случае малых скоростей и слабых статических полей тяготения переходит в уравнение

(18)



Сравнивая (18) с (16`) и учитывая, что



где, получим



(18`)



Мы видим, что, действительно, движение пробной частицы по геодезической обусловлено не геометрией пространства-времени как чем-то первичным, а изменением скорости света между структурными элементами пробной частицы в гравитационном поле.



В свое время с характерной для него экономией средств Эйнштейн решил рассматривать скорость света в качестве некой характеристики тяготения. По его замыслу скорость света должна была играть роль так называемого гравитационного потенциала, заданного в каждой точке пространства и позволяющего в ньютоновой теории тяготения найти величину силы тяготения в любой наперед заданной точке. Правда, эта идея не сработала. Мы также отметим, что рассматриваемая нами величина скорости света не может служить в качестве гравитационного потенциала, так как в ее определение, кроме метрического тензора, входят и компоненты скорости.



Так как модель массы на фиг. 3 является не только инертной, но и тяжелой, т. е. гравитирующей, то из нее следует, что гравитационное поле порождается внутренним либо внешним движением материи **со** **скоростью света**. Если уничтожить это движение, то, согласно нашей концепции, исчезнет и гравитационное поле. Так как и гравитоны движутся со скоростью света, то они также порождают гравитационное поле. Поэтому гравитационное поле является самодействующим (то есть нелинейным) полем. .

В модели массы инертность и тяжесть являются следствием нарушения ранее симметричного состояния цилиндра в результате его ускорения. Отметим здесь аналогию с появлением массы у *W* - и *Z* - бозонов в теории электрослабых взаимодействий в результате спонтанного нарушения симметрии с помощью хигсовских бозонов. Сходство здесь в том, что и в том и в другом случаях масса появляется в результате нарушения ранее симметричного состояния.

Вернемся еще раз к вопросу о замедлении времени в гравитационном поле. С точки зрения падающего наблюдателя время продолжает у него идти так, как и раньше. Удаленный, покоящийся наблюдатель, находящийся в плоском пространстве-времени, объяснит эту странную ситуацию тем, что все, наблюдаемое падающим наблюдателем, замедлилось **в одной и той же** **пропорции** , включая его пульс и темп, в котором он стареет. Именно поэтому падающий наблюдатель не замечает изменения темпа хода времени.

Но чтобы такое пропорциональное замедление **всех** временных процессов действительно имело место, необходим универсальный материальный носитель этих временных процессов. Им и являются безмассовые кванты энергии, движущиеся со скоростью света. И неумолимый ход времени напрямую связан с неуничтожимым движением света.

Гравитационное поле, воздействуя на скорость движения безмассовых квантов энергии (как среда) в соответствии с соотношением или, в собственной системе отсчета, с соотношением изменяет скорость течения всех временных процессов (физических, биологических, социальных и т. п. ). Отсюда с необходимостью следует, что все массивные материальные тела в своей основе состоят из связанных безмассовых квантов энергии (геонов). Только в этом случае гравитационное поле способно универсальным образом воздействовать на всю весомую материю. Причем, поскольку такая основа является фундаментальной, линейные размеры геонов не должны превышать, т. е. геоны должны быть планковскими геонами. Поэтому теоретический анализ образования планковских геонов должен быть вторым этапом в нашем исследовании. Этому этапу посвящена наша следующая статья ( [8], с. 23-42).



4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, исходя из требования, что за любым пространственно-временным процессом должен быть конкретный материальный носитель данного процесса и с помощью построенной в статье модели СТО мы пришли к выводу, что движение световых сигналов и физическое пространство-время это понятия тождественные. В новой интепретации СТО и ОТО все пространственно-временные процессы основаны на обмене световыми (или аналогичными световым) сигналами между структурными элементами физических тел.

Взаимодействие безмассовых полей с гравитационным полем может быть обусловлено рассеянием квантов этих полей на гравитонах квантах гравитационного поля, что феноменологически можно представить себе в виде кинематического показателя преломления гравитационной среды

(19)



Отсюда получим

и (20)



И так как безмассовые кванты энергии формируют посредством взаимодействий пространственно-временную метрику между телами, то, учитывая (19) и (20), гравитационное поле оказывается ответственным за метрику пространства-времени в мире массивных объектов. Геометрия и тяготение, таким образом, оказываются тесно связанными между собой.

В настоящей работе мы исходили из концепции, что безмассовые кванты энергии являются основой весомой формы материи. Современное развитие физики подтверждает указанную точку зрения, но подходит к этому выводу с другой стороны со стороны объединения всех четырех взаимодействий и их точной симметрии при энергии Гэв. В планковских масштабах частицы материи (как реальные, так и виртуальные), пока еще не имеют масс (то есть они подобны фотону). Внутренняя причина возникновения метрических отношений в пространстве и времени заключается именно в этом обстоятельстве.



В ортодоксальной интерпретации СТО и ОТО на первый план выходят понятия пространства и времени вообще , что не позволяет выявить материальные корни этих теорий и фактически затушевывает их суть. Ньютоновскую физику роднит с СТО и ОТО то обстоятельство, что все они исходят из представления о мире, как о пространственно-временном вместилище всего сущего, независимом от материи. В рамках этих теорий мир, или пространство-время, может рассматриваться и в отсутствие материи. В настоящее время ясно, что это фундаментальное предположение выглядит недостаточно обоснованным. Целью настоящей статьи как раз и является попытка предложить другую структуру теоретической физики и указать то место на пути развития этой науки, начиная с которой она могла бы отклониться от выбранного ею магистрального пути.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демин В. Н. *Основной принцип материализма* , Москва, Политиздат, 1983

2. Климец А. П. *Физика и философия. Поиск истины* , Брест, "Форт", 1997

3. Эйнштейн А. *Собрание научных трудов*, т. 2, Москва, Наука, 1966

4. Мэтьюз Дж. , Уокер Р. , *Математические методы физики* , Москва, Наука, 1972

5. Бом Д. *Специальная теория относительности*, Москва, Мир, 1967

6. Демин В. Н. , Селезнев В. П. , *К звездам быстрее света,* Москва, 1993

7. Галилей Г. *Избранные сочинения*, т. 2, Москва, Наука, 1966

8. Klimets A. P. , FIZIKA B (Zagreb) **9** (2000) 1