

СПЕЦИАЛЬНАЯ И ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

УДК 530.12+530.16+535.14+537.8

Климец А. П.

**МОДЕЛЬ ИНЕРТНОЙ И ТЯЖЕЛОЙ МАССЫ
В ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

e-mail: aklimets@mail.ru

Построена модель инертной и тяжелой массы. Показаны всеобщий характер данной модели и ее связь со структурой пространства-времени.

Ключевые слова: теория гравитации, пространство, время, материя, геон, масса.

Введение

Научное понимание сущности пространства и времени непосредственно связано с принципом материальности. В мире нет ничего, кроме движущейся материи, и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и времени. Данная формула раскрывает объективные корни реальной пространственности и временности и позволяет установить, каким именно образом различные их аспекты преломляются в научных понятиях. Первым и главным свойством пространства и времени является их материальность, производность от движения материи. Движение есть сущность времени и пространства, а не наоборот (как это может показаться, например, при описании механического перемещения на основе пространственно-временных параметров).

Любая математическая модель или конструкция, призванная установить или объяснить связи и отношения материального мира, лишь в том случае считается истинной, если она соответствует конкретным связям и отношениям. Не теоретическая модель предписывает, каким должен быть материальный мир, а сам этот мир и закономерности его развития являются критерием правильности теоретических предположений, объяснений и выводов.

Между тем часто существует другой подход, когда материальное единство или сущность материального мира выводится из некоторых общих математических моделей. Например: «материя есть возбужденное состояние динамической геометрии... Геометрия предопределяет законы движения материи». Материальный мир один, а теоретически безупречных моделей множество и каждая из них способна претендовать на полное соответствие целостному и единственному материальному миру. Как же тут быть? Решение дает философия: используя принцип материальности, необходимо отыскать материальные корни теоретических моделей. Несмотря на сложный аппарат современной математики, в ее основы заложены некоторые общие принципы, суть которых нетрудно понять любому человеку. Математика — это наука о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира (форма также представляет собой отношение). Соответственно, геометрия, как раздел математики, изучает пространственные отношения и формы, а также другие отношения и формы, сходные с пространственными по своей структуре. Любая геометрия, любые используемые в ней понятия и формы описывают не целостный материальный мир, а лишь ту или иную определенную систему объективных отношений. В основе любых геометрий лежат конкретные пространственные отношения. А отношения в отрыве от своих носителей по самой сути не существуют.

В современной физике понятие кривизны пространства — времени до сих пор овеществуется. 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 отноше-

ние 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 реальности, 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 характеристикой 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 [1]. Отысканием материальных корней этого понятия мы займемся в следующем параграфе. 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-времени».

Модель массы

Уравнения геодезической следуют из соотношения $dS = c dt$ и уравнения Эйлера-Лагранжа ([2], с.212)

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial c}{\partial v_i} \right) - \frac{\partial c}{\partial x_i} = 0. \quad (1)$$

Непосредственной проверкой можно убедиться, что результат записывается в виде

$$\frac{d^2 x^i}{dt^2} + \Gamma_{kl}^i \frac{dx^k}{dt} \cdot \frac{dx^l}{dt} = \frac{S_{,i}}{S} \cdot \frac{dx^i}{dt},$$

где S — длина дуги, определенная равенством $S' = c' = (g_{ik} v^i v^k)^{\frac{1}{2}}$. Если рассматривать S как параметр, то $S' = 1, S'' = 0$ и это уравнение приобретает вид

$$\frac{d^2 x^i}{dS^2} + \Gamma_{kl}^i \frac{dx^k}{dS} \cdot \frac{dx^l}{dS} = 0 \quad (1')$$

в соответствии с геометрической идеологией ОТО. Однако с новой точки зрения [6] величина c' в (1) 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 (рис.1)

Обозначим верхнюю крышку цилиндра через S_2 , нижнюю — через S_1 . Пусть эта система отсчета K' вместе с жестко закрепленным к ней невесомым цилиндром движется равномер-

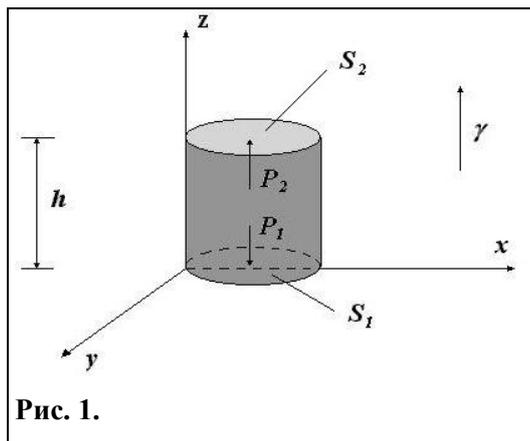


Рис. 1.

но-ускоренно в направлении положительных значений z с ускорением γ . Пусть из S_2 в S_1 испущен квант света — фотон с энергией E_0 и мы рассматриваем этот процесс в некоторой системе K_0 , которая не обладает ускорением. Положим, что в тот момент, когда энергия излучения E_0 переносится из S_2 в S_1 , система K' обладает относительно системы K_0 скоростью, равной нулю. Световой квант достигнет S_1 спустя время h/c (в первом приближении), где c — скорость света. В этот момент S_1 обладает относительно системы K_0 скоростью $\gamma h/c = v$. Поэтому, согласно СТО, достигающее S_1 излучение имеет не энергию E_0 , а большую энергию E_1 , которая в первом приближении связана с E_0 соотношением

$$E_1 = E_0 \left(1 + \frac{Dv}{c}\right) = E_0 \left(1 + \frac{\gamma h}{c^2}\right), \quad (2)$$

где $Dv = v - 0$.

Импульс, передаваемый излучением стенке S_1 , найдем из соотношения

$$P_1 = \frac{E_1}{c} = \frac{E_0}{c} \left(1 + \frac{\gamma h}{c^2}\right). \quad (3)$$

Пусть световой квант с такой же энергией E_0 излучается из S_1 в сторону S_2 . Тогда энергия излучения, достигающая стенки S_2 и передаваемый импульс будут иметь следующий вид

$$E_2 = E_0 \left(1 - \frac{Dv}{c}\right) = E_0 \left(1 - \frac{\gamma h}{c^2}\right), \quad (4)$$

$$P_2 = \frac{E_2}{c} = \frac{E_0}{c} \left(1 - \frac{\gamma h}{c^2}\right). \quad (5)$$

Если в системе K' мы одновременно излучим два кванта света одинаковой энергии — один в сторону S_1 и второй в сторону S_2 , то импульсы отдачи, как будет показано, взаимно скомпенсируются и основную роль будут играть импульсы (3) и (5). Тогда имеем

$$DP = P_1 - P_2 = \frac{E_0}{c} \left(1 + \frac{\gamma h}{c^2}\right) - \frac{E_0}{c} \left(1 - \frac{\gamma h}{c^2}\right) = \frac{2E_0}{c} \cdot \frac{\gamma h}{c^2}.$$

Так как $\gamma h/c = Dv$, то $DP = 2E_0 \cdot Dv/c^2$ или $DP = 2m \cdot Dv$, где m — инертная масса (в пределе, когда $v \ll c$ и членами порядка v^2/c^2 по сравнению с единицей можно пренебречь).

Приведенный вывод согласуется с тем фактом, что масса системы из двух фотонов с энергией E_0 у каждого равна $2E_0/c^2$, если они летят в противоположные стороны и равна нулю, если они летят в одну и ту же сторону.

Таким образом, невесомый цилиндр, в котором находится излучение, в результате ускорения ведет себя так, как будто он обладает инертной массой m , причем импульс этой инертной массы, как легко видеть из рис. 1, направлен в сторону, противоположную вектору ускорения γ . Нетрудно видеть, что этот импульс, противодействующий ускорению цилиндра, обусловлен раскомпенсацией импульсов безмассовых квантов энергии, движущихся в замкнутом пространственном объеме. С этой точки зрения понятие импульса безмассовых квантов энергии первично по отношению к массе материального тела, которая является вторичным, производным понятием. Изложенный механизм снимает ореол таинственности с явления инертности массивных материальных тел.

Пусть цилиндр движется относительно системы K_0 равномерно и прямолинейно со скоростью v . В этом случае импульсы отдачи не скомпенсируются. Действительно, если фотон, испущенный из S_2 , имел в инерциальной системе K_0 импульс P , то импульс отдачи будет $-P$. Преобразуем его в систему K' по известной формуле преобразования импульса. С точностью порядка v/c получим

$$P_2' = (P + \frac{E_0 v}{c^2})(1 - \frac{v^2}{c^2}) \approx P + \frac{E_0 v}{c^2} = \frac{E_0}{c}(1 + \frac{v}{c}).$$

Аналогично для импульса отдачи стенки S_1 получим

$$P_1' = \frac{P - \frac{E_0 v}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \approx \frac{E_0}{c}(1 - \frac{v}{c}).$$

Здесь знак минус возникает из-за того, что скорость v направлена противоположно импульсу отдачи $P_1 = P$. Таким образом, суммарный импульс отдачи в системе K' равен по абсолютной величине $2E_0 v/c^2$ 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 S_1 и S_2 испущены в момент, когда система K' имеет относительно системы K_0 скорость, равную нулю. В этот момент времени импульсы отдачи $P_1' = P$ и $P_2' = P$ преобразуются в систему K' со значениями, равными

$$P_2' = P + \frac{E_0 v}{c^2} = P \text{ и } P_1' = P - \frac{E_0 v}{c^2} = P$$

так как $v=0$, и точно компенсируют друг друга. В то же время импульсы самих фотонов, достигнув противоположных стенок изменятся, согласно формулам (3) и (5), 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 $E = mc^2$. Он рассмотрел для этого покоящийся относительно лаборатории ящик массы M_B . Пусть этот ящик заполнен электромагнитным излучением, находящимся в термодинамическом равновесии с его стенками. Обозначим энергию этого излучения через E_R .

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, уравнивается силой, приложенной к противоположной стенке. Если же ящик подвергается ускорению a , 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 $F_R = -\frac{E_R a}{c^2}$. Эта сила направлена против ускорения. Поэтому уравнение дви-

жения всей системы будет иметь вид $M_B a = -\frac{E_R a}{c^2} + F$, где F — внешняя сила. Это уравнение

можно переписать: $(M_B + \frac{E_R}{c^2})a = F$. Поэтому наличие энергии излучения E_R соответствует появлению добавочной «эффективной массы» E_R/c^2 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» ([3], с.118-119).

Из этого примера, приведенного Д. Бомом в своей книге, видно, что если M_B равно нулю (т. е. ящик невесом), мы приходим к нашему невесомому цилиндру на рис. 2. 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 следует, что пробные тела инертны в связи с раскомпенсацией импульсов безмассовых квантов энергии при ускорении пробного тела. 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 физического знания и потому он не может находиться в арсенале ответственного ученого. Между тем этому принципу (во многом благодаря авторитету Эйнштейна) посвящена большая литература.

Отметим, что модель массы на рис. 1 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. Трудно представить себе ситуацию, когда электромагнитная масса имеет одно объяснение, а все остальные массы — другое. Поэтому данный частный случай, характеризующий электромагнитную массу, справедлив и для любой другой массы. Это утверждение является гипотезой, но гипотезой правдоподобной, если признать, что в основе весовой формы материи лежат безмассовые кванты энергии. С этой точки зрения наша модель массы является универсальной моделью.

Далее. Пусть невесомый цилиндр (рис. 1) не ускоряется, а расположен на подставке и находится в слабом статическом поле Земли. Пусть в S_1 потенциал поля приравнен к нулю, а на высоте h он равен Φ . Учитывая принцип эквивалентности, можно записать $\gamma h = \Phi$. Пусть теперь из S_2 в S_1 испущен квант света с энергией E_0 . Тогда энергия и импульс фотона изменятся согласно соотношениям $E_1 = E_0(1 + \frac{\Delta\Pi}{c^2})$ и $P_1 = \frac{E_0}{c}(1 + \frac{\Delta\Pi}{c^2})$. С другой стороны, испуская квант света с энергией E_0 от S_1 к S_2 , получим $E_2 = E_0(1 - \frac{\Delta\Pi}{c^2})$ и $P_2 = \frac{E_0}{c}(1 - \frac{\Delta\Pi}{c^2})$. В итоге разность передаваемых импульсов равна $\Delta P = \frac{2E_0}{c^2} \cdot \frac{\Delta\Pi}{c}$, где разность потенциалов $\Delta\Phi = \Phi - 0$, и направлена в сторону уменьшения Φ , то есть на рис. 1 вниз. Таким образом, в первом приближении, когда $v \ll c$ и можно пренебречь членами порядка $\frac{v^2}{c^2}$ мы получим

$$\Delta P = -\frac{2m\Delta\Pi}{c}. \tag{6}$$

И сила, действующая на подставку, имеет вид

$$F_z = \frac{\Delta P}{\Delta t} = -\frac{2m\Delta\Pi}{c\Delta t}. \tag{6'}$$

Так как для света в слабом поле $c \Delta t = \Delta z$, то

$$F_z = -\frac{2m\Delta\Pi}{\Delta z},$$

или, в более общем случае

$$F(r) = -2m \text{grad}\Pi(r),$$

что следует и из теории тяготения Ньютона.

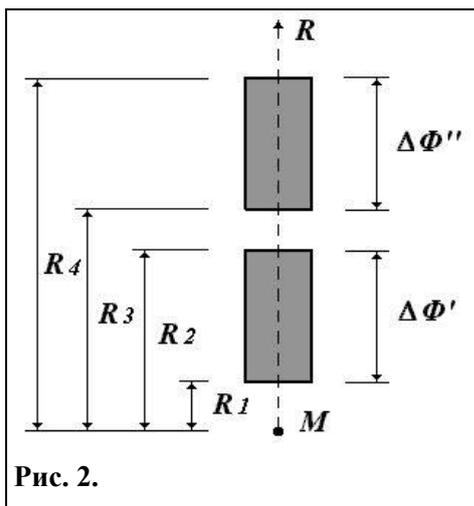


Рис. 2.

Пусть подставка убрана. Тогда, в силу закона сохранения импульса, левая часть соотношения (6) равна нулю. Тогда равно нулю и $\Delta\Phi$ — 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 g_{ik} 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, P_1 и P_2 можно записать следующим образом

$$P_{1,2} = \frac{E}{c} \left(1 \pm \frac{ДЦ}{c^2}\right) = \frac{E}{c^2} \cdot c \cdot \left(1 \pm \frac{ДЦ}{c^2}\right) = mc',$$

где $c' = c \left(1 \pm \frac{ДЦ}{c^2}\right)$ — скорость света в ускоренной системе отсчета K' с точки зрения условно-неподвижного наблюдателя. Отсюда

$$ДP = P_1 - P_2 = m(c_1 - c_2) = mДc,$$

где $Дc = \frac{2ДЦ}{c}$.

Убрав подставку, мы вынуждаем цилиндр сместиться под действием разности импульсов фотонов ΔP , в результате чего он оказывается в области гравитационного поля с большей разностью потенциалов $\Delta\Phi'$, чем в предыдущий момент времени. Это вновь порождает уже большую разность импульсов $\Delta P'$ 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 (рис. 2).

Из рис.2 видно, что разность потенциалов $\Delta\Phi''$ равна $ДЦ'' = -kM \left(\frac{1}{R_4} - \frac{1}{R_3}\right) = -\frac{kMh}{R_3R_4}$, где

k — гравитационная постоянная Ньютона; $h = R_4 - R_3$ — высота цилиндра

Аналогично для разности потенциалов $\Delta\Phi'$ получим

$$ДЦ' = -\frac{kMh}{R_1R_2}.$$

Так как $R_1R_2 < R_3R_4$, то $\Delta\Phi' > \Delta\Phi''$. Отсюда $\Delta P_1 > \Delta P_2$.

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

Легко видеть, что ускорение цилиндра равно

$$\Gamma = \frac{ДЦ}{ДR} = -\frac{kM}{R_3R_4} = -\frac{kM}{R_3(R_3 + h)}. \quad (7)$$

Если h малó, то $R_3 = R_4$ и мы получаем $\Gamma = -\frac{kM}{R^2}$, как и в обычной теории тяготения

Ньютона.

Из (7) следует, что ускорение γ есть функция от h — высоты цилиндра. Тогда, если существуют фундаментальные структурные единицы массы с планковским размером $l_{pl} = 10^{-33}$ см, то h — величина постоянная, равная l_{pl} . 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 10^{-33} см, 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 ([4], 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 10^{-33} см). 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 (1) или (1') для пробной частицы в случае малых скоростей и слабых статических полей тяготения переходит в уравнение

$$\frac{d^2 x_{\beta}}{dt^2} = - \frac{d\Pi}{dx_{\beta}}; (\beta = 1, 2, 3). \quad (8)$$

Сравнивая (8) с (6') и учитывая, что $\frac{d\Pi}{c} = Dc/2$, где $Dc = c_1 - c_2 = c(1 + \frac{D\Pi}{c^2}) - c(1 - \frac{D\Pi}{c^2}) = \frac{2D\Pi}{c}$, получим

$$\frac{d^2 x_{\beta}}{dt^2} = - \frac{cdc}{2dx_{\beta}}. \quad (8')$$

Мы видим, что, действительно, движение пробной частицы по геодезической обусловлено не геометрией пространства-времени как чем-то первичным, а изменением скорости света c' 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 $c' = (g_{ik}v^i v^k)^{\frac{1}{2}}$ не может служить в качестве гравитационного потенциала, так как в ее определение, кроме метрического тензора g_{ik} , входят и компоненты скорости v_i .

Так как модель массы на рис. 1 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, 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 хигговских бозонов. Сходство здесь в том, что и в том и в другом случаях масса появляется в результате нарушения ранее симметричного состояния. Не исключено, что механизм появления массы у безмассовых квантов энергии, изложенный здесь, более реален, чем при помощи гипотетических хигговских бозонов, которые, несмотря на все усилия со стороны экспериментаторов, до сих пор (2002 год) не обнаружены.

Интересным является вопрос, сможет ли наш невесомый цилиндр двигаться быстрее света? Так как наш цилиндр фактически состоит из безмассовых квантов энергии, связанных между собой гравитационным взаимодействием, то этот вопрос сводится к вопросу: сможет ли свет обогнать свет? Ответ очевиден — нет. Именно поэтому, по нашему мнению, для массивных тел скорость света является предельной скоростью. Таким образом и разрешается загадка предельного характера скорости света.

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 прямо связан с неуничтожимым движением света.

Гравитационное поле, воздействуя на скорость движения безмассовых квантов энергии (как среда) в соответствии с соотношением $c' = (g_{ik}v^i v^k)^{\frac{1}{2}}$ или, в собственной системе отсчета, с соотношением $c' = c(g_{00})^{\frac{1}{2}}$ 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 10^{-33} , т. е. геоны должны быть планковскими геонами. Поэтому теоретический анализ образования планковских геонов должен быть следующим этапом в нашем исследовании. Этому этапу посвящена наша статья ([5], с. 23–42).

Заключение

Итак, исходя из требования, что за любым пространственно-временным процессом должен быть конкретный материальный носитель данного процесса и с помощью построенной ранее модели СТО (см. [6]) мы пришли к выводу, что движение световых сигналов и физическое пространство-время — это понятия тождественные. В новой интерпретации СТО и ОТО все

пространственно-временные процессы основаны на обмене световыми (или аналогичными световым, безмассовыми) 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

$$n = \frac{c_0}{c} = \frac{c}{(g_{ik}v^i v^k)^{\frac{1}{2}}}. \quad (9)$$

Отсюда получим

$$t = t_0 n \text{ и } l' = \frac{l_0}{n}. \quad (10)$$

И так как безмассовые кванты энергии формируют посредством взаимодействий пространственно-временную метрику между телами, то, учитывая (9) и (10), 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 $E_{pl} = 10^{19}$ 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. Ньютонскую 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 и статьи [6] 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.

Л и т е р а т у р а :

1. Демин В. Н. Основной принцип материализма, Москва, Политиздат, 1983
2. Мэтьюз Дж., Уокер Р. Математические методы физики, Москва, Наука, 1972
3. Бом Д. Специальная теория относительности, Москва, Мир, 1967
4. Галилей Г. Избранные сочинения, т.2, Москва, Наука, 1966
5. Klimetz A. P. FIZIKA B, Zagreb, 9 (2000) 1
6. Климец А. П. Новая интерпретация теории относительности. //Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2003. —

Статья поступила в редакцию 18.03.2002 г.

Klimetz A. P.

A model of inertial and gravitational mass in the General Theory of Relativity

A model of inertial and gravitational mass has been built. There are shown a total character of the model and its connection with the structure of the space and the time.

Keywords: theory of gravity, space, time, matter, geon, mass.