

# НАРУШЕНИЕ ПРИНЦИПА ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ИНЕРЦИОННОЙ И ГРАВИТАЦИОННОЙ МАСС

*В.П. Глушко, В.В. Глушко, В.В. Глушко*

ТОО «Физико-техническая лаборатория Глушко». 050007, Алматы,  
ул. Коперника, дом 2. Т. 384-98-06. E-mail: [ftlg-glushko@yandex.ru](mailto:ftlg-glushko@yandex.ru)

**Введение.** В общей теории относительности под принципом эквивалентности понимается гипотеза Эйнштейна о том, что поле сил гравитационного притяжения тел можно заменить на поле сил инерции, возникающих в неинерциальной системе отсчёта, которая получила название «слабого» принципа эквивалентности. Напомним, что в парадигме современной физики она полностью базируется на утверждении об универсальности гравитационной постоянной, то есть на положении, что поле тяготения совершенно одинаково действует на разные тела, сообщая им одинаковые ускорения, независимо от их массы, химического состава и других свойств.

В рамках развития теории положение об эквивалентности действия полей сил инерции и гравитации перерастает в утверждение об их прямой физической тождественности, результатом которой становится утверждение, что не только механическое движение, но и вообще все физические процессы в истинном поле тяготения, с одной стороны, и в ускоренной системе, в отсутствие поля тяготения, с другой, протекают по одинаковым законам. Это есть так называемый «сильный» принцип эквивалентности общей теории относительности. Иными словами данное утверждение означает, что в принципе нет никакой возможности каким-либо образом различать между собой эти два силовых поля.

Критерием оценки истинности принципа эквивалентности выступает эксперимент по определению отношения величин ускорения свободного падения двух разных масс, измеренных в поле тяжести Земли или Солнца (1), (2). Уточним, что экспериментальной проверке подвергается не утверждение о физической тождественности полей инерции и гравитации (гипотеза Эйнштейна), а универсальность гравитационной постоянной. Известны программы с другими критериями оценки адекватности принципа эквивалентности реальным физическим свойствам природы, например: по измерению прецессии релятивистского гироскопа, которые, к сожалению, до настоящего момента времени так и не были реализованы (3). Но и здесь вопрос не выходил за рамки универсальности гравитационной постоянной.

Повторимся: надо чётко осознавать то, что вопрос об одинаковости ускорения падения разных тел в одном и том же поле тяготения и вопрос о физической тождественности поля сил инерции полю гравитации это две принципиально разные физические проблемы. Положительное решение первого вопроса позволяет утверждать только то, что гравитационная

постоянная универсальна для всех тел. И не больше этого. Тогда как ответ на второй вопрос переводит свойство похожести движения тел в рассматриваемых полях в эквивалентность полей по всем их свойствам, в соответствии с их физической сущностью. Именно в этом прямом смысле понятия «эквивалентность» и следует понимать этот принцип, то есть когда силы инерции полностью приравнивают силам гравитации, полагают их равнозначными друг другу и полностью заменяющими друг друга во всех физических процессах. В рамках такого понимания проблемы принцип эквивалентности экспериментальной проверке никогда не подвергался.

Заметим, что сами экспериментаторы, фактически уточняя универсальность гравитационной постоянной, тем не менее, твердо заявляли о проверке якобы самого принципа эквивалентности, тем самым, как бы незаметно для себя и других, подменяя одно положение другим. В первоначальных опытах по изучению явлений тяготения, поставленных *Бесселем, Этвешем, Зеemanом, Саузером* (современники Эйнштейна), проверялась универсальность гравитационной постоянной и об этом тогда прямо заявлялось их авторами. Однако, в последующих опытах, выполненных в точности по аналогичной схеме предшествующих экспериментов, уже заявляется проверка принципа эквивалентности, что, видимо, считается вполне естественным после опубликования гипотезы Эйнштейна. Встречаем мы это, например, в обосновании и методике опытов 1959-1963 гг, выполненных *Дике* с сотрудниками, и в экспериментах 1971г, осуществлённых группой *Брагинского*. В этих опытах фактически проверялась универсальность гравитационной постоянной для выбранной группы, состоящей из двух веществ. Да и сам автор общей теории относительности не делал здесь различий, поскольку обсуждая результаты опыта Этвеша и ссылаясь в основном именно на него, отмечал, что, по его мнению, дальнейшее экспериментальное уточнение «слабого» принципа эквивалентности более важно, нежели новые проверки совпадения с расчётами наблюдаемых вековых смещений перигелия Меркурия и отклонение лучей света в поле тяжести Солнца (4).

Принципиальная схема всех перечисленных выше экспериментов хорошо известна, как и их результаты, которые показали, что колебаний у крутильных маятников не было обнаружено, результат был нулевой. Из этого факта делалось заключение, что не только сравниваемые вещества, но и все без исключения тела, падают на Солнце с одним и тем же ускорением. Причём точность сделанного вывода равнялась чувствительности экспериментальной установки. В опытах *Брагинского* относительная разница отношения ускорений для платины и алюминия была не больше  $1 \cdot 10^{-12}$ . Это фантастическая по точности цифра.

Однако следует отметить, что даже в такой, казалось бы, простой методике и принципиальной схеме эксперимента, где всё прозрачно и обоснованно до мелочей, всё же возникает множество вопросов, которые обошли вниманием сами экспериментаторы в своих методиках, отчётах и

трактовках опытов. К таким проблемам относится уравновешенность измерительной системы маятника в начале эксперимента. Действительно, даже в случае идеального стечения всех обстоятельств проведения эксперимента крутильный маятник все равно бы не вращался, поскольку момент сил, который должен был бы разворачивать маятник в результате разных величин ускорения падения пробных тел на Солнце, экспериментаторами был уже уравновешен (скомпенсирован) в процессе изготовления и ввода устройства в работу.

Этот вывод вытекает из следующих обстоятельств. В самом начале эксперимента (по данным отчётов) нить маятника не была закручена, то есть маятник не находилась под действием какого-либо внешнего момента сил, и он мог совершать свободные колебания в ту и другую сторону относительно своего «нулевого» положения. О периоде свободных колебаний маятника и о точном его значении, подтверждённом ходом специальных проверок, для всех перечисленных выше установок, говорят сами экспериментаторы. А это означает, что, если в самый начальный момент опыта нить маятника была свободна, то есть она не была закручена предполагаемым моментом сил, то это положение будет сохраняться всегда, в течении всего 24 часового вращения планеты вокруг своей оси, поскольку момент сил уже был уравновешен в конструкции прибора. Иными словами, даже если бы сравниваемые массы падали на Солнце с разными ускорениями (то есть предположить, что гравитационная постоянная не обладает свойством универсальности), то специальный разворот такого устройства в целом вокруг оси нити маятника (суточный разворот устройства вместе с Землёй) или перенесение его в гравитационное поле другой напряженности (в следствии того же самого вращения) не привели бы к возникновению ещё одного дополнительного некомпенсированного момента сил, к тому моменту сил, который был уже уравновешен экспериментаторами.

Эту тонкость обстоятельств эксперимента постановщики опытов по проверке принципа «эквивалентности» просто не заметили. А она свела на нет все их старания и сделала такие опыты бессмысленными. Следовательно, реального экспериментального подтверждения гипотезы Эйнштейна просто нет.

Нами же предлагается новый критерий оценки истинности принципа эквивалентности, с помощью которого, как нам кажется, все же можно будет расставить все точки над «и» не только в вопросе о тождественности сравниваемых полей, он и в проблеме универсальности гравитационной постоянной. Суть критерия состоит в сравнении максимальной удельной мощности полей сил инерции и сил гравитации. Действительно, рассматриваемые поля являются силовыми, а поэтому могут совершать работу, изменяя состояние движения тел. Под удельной мощностью понимается работа, совершаемая полями в единицу времени, по изменению скоростей движения тел единичной массы. Поскольку понятие тождественности означает полное совпадение всех характеристик

сравниваемых полей, то, следовательно, должно наблюдаться равенство и их удельных мощностей. В принципе, в соответствии с сутью нового критерия, должны сравниваться максимальные значения указанной характеристики силового поля, поскольку в наблюдаемых физических процессах зачастую рассматриваемые поля работают не на пределе своих возможностей.

В качестве примера можно рассчитать удельную мощность поля сил инерции, которая реализуется в процессе столкновения протонов встречных пучков Большого адронного коллайдера. При этом очевидно, что эта мощность не является максимальной, поскольку в природе есть аналогичные явления, протекающие с большей интенсивностью преобразования кинетической энергии при работе сил инерции. Например, такой случай может реализоваться при столкновении протонов космических лучей с атомами земной атмосферы. Действительно, кинетическая энергия протонов коллайдера ограничена величиной в 450 Гэв, тогда как в энергетическом спектре космических лучей присутствуют протоны с кинетической энергией в  $10^{20}$  эв. Однако величину времени взаимодействия сталкивающихся протонов и полную энергию акта столкновения проще всего вычислить для коллайдера, поскольку при этом меньше всего делается допущений, требующих своего обоснования. Действительно, в первом приближении процесс столкновения протонов в коллайдере можно представить как неупругий лобовой удар двух шаров, летящих в нём навстречу друг к другу со скоростью близкой к скорости света. В этом случае вся кинетическая энергия двух шаров будет потрачена на их «деформацию», конечным «продуктом» которой будет энергия образования и движения разлетающихся «осколков». Очевидно, что время действия сил инерции определится как частное от деления диаметра шара на его скорость.

$$t = d/v \quad (1)$$

Если за диаметр шара  $d$  принять среднеквадратичный диаметр протона (который в ядерной физике принят равным 1,6 Ферми, или  $1,6 \cdot 10^{-15}$  м), а за скорость  $v$  шара взять скорость движения протона в Большом адронном коллайдере, которая близка к скорости света (для упрощения расчётов мы берём её равной скорости света, т.е.  $v = 3 \cdot 10^8$  м/с, что незначительно может отразиться на результате вычислений), то время действия сил инерции в процессе столкновения будет равно

$$t = d/v = 1,6 \cdot 10^{-15} / 3 \cdot 10^8 = 0,53 \cdot 10^{-23} \text{ с.} \quad (2)$$

Не сложный расчёт показывает, что при энергии каждого протона, равной  $A=450$  Гэв или  $7,2 \cdot 10^{-8}$  дж при столкновении силы инерции разовью мощность в

$$W_i = 2 \cdot A/t = 2 \cdot 7,2 \cdot 10^{-8} / 0,53 \cdot 10^{-23} = 2,7 \cdot 10^{16} \text{ вт.} \quad (3)$$

При расчёте удельной мощности гравитационного поля, ускоряющего, как и в первом случае, протоны (для большей наглядности и облегчения процесса сравнения, условия вычисления мощности сил гравитационного поля должны быть сопоставимы с условиями вычисления мощности сил инерции), можно рассмотреть поле тяготения такого экзотического объекта

вселенной, каким является «Черная дыра». Вблизи своего гравитационного радиуса она обладает самым сильным полем тяготения из всех известных космических претендентов на этот титул. А поэтому, видимо, именно здесь имеет место случай с максимальным значением удельной мощности этого поля. К тому же данный астрономический объект более всего подходит для сравнения мощностей рассматриваемых полей, поскольку именно здесь протоны движутся так же со скоростями, близкими к скорости света. А поэтому мы вправе время ускорения протонов в поле тяготения черной дыры (в области её гравитационного радиуса) взять равным времени действия сил инерции, возникающих при столкновении протонов в Большом адронном коллайдере. Иными словами, работу сил гравитационного поля можно будет вычислить по разности потенциалов поля, между точками, лежащими на его радиус-векторе, находящимися на расстоянии, равном диаметру протона, по формуле:

$$A = \frac{\gamma \cdot M \cdot m}{r^2} \cdot d = 8,86 \cdot 10^{-30} \text{ Дж}, \quad (4)$$

где: гравитационная постоянная  $\gamma = 6 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$ , масса Солнца  $M = 19,89 \cdot 10^{29} \text{ кг}$ , гравитационный радиус Солнца  $r = 6 \cdot 10^3 \text{ м}$ , масса протона  $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ , диаметр протона  $d = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ .

Таким образом, для черной дыры с массой Солнца мощность гравитационного поля в районе её гравитационного радиуса, то есть отношение работы поля, связанной с ускорением протона, к интервалу времени действия ускорения равного  $0,53 \cdot 10^{-23} \text{ с}$  (напомним, что это время равно времени действия сил инерции в Большом адронном коллайдере), будет равна

$$W_g = 2 \cdot A/t = 2 \cdot 8,86 \cdot 10^{-30} / 0,53 \cdot 10^{-23} = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}. \quad (5)$$

Таким образом, отношение удельной мощности поля сил инерции к удельной мощности сил гравитационного поля будет равно

$$W_i / W_g = 2,7 \cdot 10^{16} / 1,67 \cdot 10^{-6} \approx 1,6 \cdot 10^{22}. \quad (6)$$

Полученная огромная величина отношения мощностей указывает на то, что ни о какой тождественности этих полей не может быть и речи. Даже если мы ошиблись в допущениях при вычислении мощностей сравниваемых полей на прядки (что тут мелочиться), то цифра с двадцатью двумя нулями говорит сама за себя. То есть силы инерции и силы гравитации по своей физической сути разнятся не только по тем явлениям, в которых они участвуют в роли главных атрибутов физического процесса (гравитация и динамика движения тел в пространстве), но и по их энергетике. Причём, максимальная энергетическая мощность гравитационных полей лежит в самом начале диапазона возможных мощностей сил инерции. А поскольку диапазоны мощностей сил не совпадают, следовательно, утверждение об их эквивалентности лишено всякого смысла. Иными словами, если (на основании предположения истинности «слабого» принципа эквивалентности) попытаться представить астрономический объект с напряженностью поля

тяготения, которое было бы эквивалентно полю сил инерции не инерциальной системы отсчета, движущейся с величиной ускорения сталкивающихся протонов Большого адронного коллайдера, то его не сможет вообразить даже самый ярый сторонник общей теории относительности, обладающий самым незаурядным раскрепощённым воображением.

Огромная величина отношения мощностей, как следствие её логического развития, приводит к гипотезе, позволяющей указать пути подхода к решению важнейших проблем физики, связанных с понятиями массы тела и субстанциональностью пространства. Из этого отношения следует, что инерционная характеристика массы тела является определяющей, в сравнении с гравитационной, то есть именно она содержит в себе все свойства и особенности физического понятия «массы» тела, как таковой. Иными словами, тот же самый внутренний механизм понятия «масса тела», который обеспечивает образование сил инерции и он же самый, без каких-либо изменений, обеспечивает образование и сил тяготения.

Это же обстоятельство следует и из другого факта. Силы инерции возникают, как в пространстве, в котором нет никаких других силовых полей (гравитационных, электрических, магнитных и т.д.), так и работают совместно с ними. Тогда как силы тяготения действуют на массу тела только при наличии гравитационного поля. К тому же следует учесть, что силы инерции обеспечиваются кинетической энергией тела, которая сосредоточена в самом теле, и именно в объеме пространства, занимаемом его массой. Образно говоря – без энергии нет силы. В пространстве, окружающем движущееся тело, этой энергии нет. Только поэтому ещё со времён *Ньютона* полагали, что «механизм» образования сил инерции – это масса тела, который проявляет себя во взаимодействии тела с субстанциональным пространством, поскольку ускорения абсолютны. Второй закон Ньютона – это закон взаимодействия тела именно с субстанцией пространства, где массе отведена роль константы взаимодействия. В абсолютно пустом математическом пространстве, лишённом каких-либо физических свойств, нет оснований для возникновения сил инерции, то есть, не взаимодействуя ни с чем, тело не может «сопротивляться» действию сторонней силы, изменяющей его состояние движения.

Тогда как гравитационное поле распределено в пространстве, в котором расположено иницирующее его тело, и в этом смысле, само пространство обладает некоторым количеством энергии. И именно поэтому оно способно в тех местах, где находятся другие тела, образовывать силы тяготения. Без энергии нет силы. Огромная величина отношения удельных мощностей сравниваемых полей указывает на то, что гравитационные силы это не что иное, как процесс взаимодействия инерционной массы (в нашем понимании просто массы) с пространством, субстанция которого несколько изменена гравитирующей массой, поскольку сам механизм взаимодействия инерционной массы с таким пространством остаётся прежним. Иными словами поле тяготения это не обособленный объект природы или особая

субстанция, размещённая в пустом пространстве, это одно из возможных состояний субстанции самого пространства (в этом положении усматривается прямая аналогия с общей теорией относительности).

Из сделанного предположения (гипотезы) вытекают следующие выводы. Поскольку взаимодействие тела с пространством обеспечивается только инерционной массой в не зависимости от того есть в нём гравитационное поле или нет, то ускорение свободного падения разных масс для разных тел в гравитационном поле другого тела будет одним и тем же (универсальность гравитационной постоянной). Более того, на том же самом основании, в полях тяготения разной напряжённости одна и та же масса тела, находящаяся в одном и том же состоянии движения, под воздействием одной и той же сторонней силы всегда будет испытывать одно и то же ускорение. Тогда как обратное утверждение уже не столь очевидно, а именно: при разных величинах скоростей и ускорений, возникающих под действием сторонних сил (не гравитационных), одно и то же тело (масса), помещённая в поле тяготения одной и той же напряжённости, уже не будет испытывать одну и ту же гравитационную силу. Это связано с тем, что отношение диапазонов мощностей сил гравитации и инерции (как и действующих величин самих сил), разнятся на десятки порядков, а поэтому это доминирование сил инерции должно накладывать свой отпечаток на действие сил гравитации, образуя функциональную зависимость сил тяготения от величины скорости и ускорения тела. Иными словами мы можем говорить о функциональной зависимости отношения гравитационного заряда тела к его массе, как от скорости, так и ускорения движения тела. Тогда как (повторимся) существующая парадигма принципа эквивалентности содержит в себе противоположное утверждение, что весь диапазон сил поля инерции, соответствует всему диапазону сил поля тяготения, и коэффициент пропорциональности между гравитационной и инерционной массами является константой (равен единице). То есть он не является функцией величины напряжённости поля тяготения, а тем более поля сил инерции.

Сделанное предположение позволяет утверждать, что, например, вращение тел в поле тяготения будет приводить к эффекту «увеличения» их массы за счёт изменения величины коэффициента пропорциональности между силами инерции и гравитации (релятивистские гироскопы). Аналогичный эффект будет происходить и при поступательном движении одного и того же тела в поле тяготения, движущегося с разными скоростями или изменяющим свою скорость под действием сторонних сил.

Подобное утверждение можно сделать и относительно других силовых полей – электрического и магнитного. Действительно, силы инерции по своей интенсивности воздействия на материю и при тех же пространственно-временных масштабах ( $\sim 10^{-13}$  см,  $\sim 10^{-23}$  с), с которыми обычно имеют дело в атомных ядрах, по величине сопоставимы с сильным взаимодействием ядерных сил и, вероятнее всего, значительно превосходят последние, а тем более силы, возникающие в электрических и магнитных полях (только

поэтому был построен Большой адронный коллайдер). Следовательно, если предположить, что механизм их действия на заряженные тела аналогичен механизму образования сил тяготения, то в этих полях должны наблюдаться подобные эффекты. То есть с ростом величины скоростей и ускорений, которые действуют на заряженные частицы, движущиеся в этих полях, отношение заряда частицы к её массе будет изменяться за счёт изменения коэффициента пропорциональности между силами инерции и электрическими и магнитными силами.

По сути, опыты по изучению движения заряженных частиц в магнитных и электрических полях показали увеличение их масс с ростом скорости их движения, то есть изменение отношения заряда частицы к её массе. Общепринятое объяснение данного явления связано с релятивистским эффектом специальной теории относительности. Однако следует обратить внимание на то, что в экспериментальных установках, с помощью которых был открыт этот эффект, движение частиц в них происходило с разными скоростями в полях одной и той же напряжённости. Но если, при одной и той же скорости движения изменять напряжённость силового поля, отклоняющего частицу, то это обстоятельство будет приводит к существенному изменению величины центробежных ускорений и времени их действия на частицу и, как следствие, приведёт к изменению величины коэффициента пропорциональности между зарядом и массой. Не вызывает сомнений, что будут разработаны методики постановки экспериментов, которые позволят сделать выбор между факторами, влияющими на степень отклонения частиц в силовых полях, связанного, или с релятивистским увеличением массы частицы, или с изменением величины коэффициента пропорциональности между зарядом и массой. Если факт изменения величины пропорциональности сил будет экспериментально подтверждён, то это обстоятельство будет неоспоримым доказательством реальности существования субстанционального пространства.

В рамках этой работы будет естественным высказать ещё одну новую идею, доказывающую субстанциональность пространства. Она основана на общих свойствах симметрии (по аналогии с классической термодинамикой), которая позволяет утверждать, что суммарный импульс движения всех материальных тел вселенной, в системе отсчёта абсолютного пространства, должен быть равен нулю. При этом суммарный импульс тех же самых объектов, подсчитанный в системе отсчёта, связанной с каким-то одним из этих тел, будет точно равен импульсу этого тела в системе абсолютного пространства. Иными словами, подсчитывая импульс достаточно большого количества космических объектов, наблюдаемых с поверхности нашей планеты, можно с точностью эксперимента вычислить абсолютную скорость её движения. В случае успеха при реализации этой идеи будет получено ещё одно доказательство реальности существования субстанционального пространства.



**Заключение.** Как резюме всему вышесказанному констатируем, что в представленной парадигме взглядов на проблему соотношения материальных тел с пространством, а так же массы тела и сил инерции, предложенный энергетический подход совершенно по иному расставляет акценты в ранге всех известных силовых взаимодействий и их значимости в описании физической картины мира. Силы инерции и обеспечивающая их масса тела выдвигаются на её передний план, где под массой тела подразумевается только её инертная характеристика. И, как следствие, реальность существования сил инерции требует наличия реальности субстанционального пространства, что сопряжено со всеми тяжёлыми последствиями для современной парадигмы физического знания, основанного на идеях релятивизма.

### **Литература:**

1. *F.Witteborn, W.Fairbank*, Phys. Rev. Lett. 19,1049. 1967.
2. *Брагинский В.Б., Манукин А.Б.* Измерение малых сил в физических экспериментах. Изд. Наука, М. 1974
3. *F.Everitt, W.Fairbank*, Proc. of the Conference on Experimental Tests of Gravitational Theories, Caltech, 1971.
4. *V.L.Ginzburg*, Astronautica Acta 12, № 2, 136,1966.