

Общая теория относительности Эйнштейна и гравитоника

Александр Вильшанский, Ph.D
avilshansky@gmail.com

Принцип эквивалентности сил гравитации и инерции — эвристический принцип, использованный Альбертом Эйнштейном при выводе *общей теории относительности*. Его краткая формулировка: *гравитационная и инертная* массы любого тела равны.

Все физические явления в гравитационном поле происходят совершенно так же, как и в соответствующем поле сил инерции, если напряжённости обоих полей в соответствующих точках пространства совпадают, а начальные условия одинаковы для всех тел замкнутой системы.

http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=2196

Далее текст из указанного источника с моими комментариями (синим цветом или прямым кеглем):

Как уже было замечено, общая теория относительности была создана Эйнштейном в связи с попытками построить релятивистскую теорию тяготения. Закон всемирного тяготения Ньютона с его дальнодействием и мгновенной передачей силы несовместим с выводами специальной теории относительности. Требовалось изменить его формулировку таким образом, чтобы он, не переставая соответствовать всему имеющемуся физическому и астрономическому опыту, удовлетворил бы в то же время требованиям теории относительности.

Само по себе это показательно...

Закон всемирного тяготения Ньютона с его дальнодействием и мгновенной передачей силы несовместим с выводами специальной теории относительности.

С чем несовместим? Со здравым смыслом и наблюдениями. Но почему его нужно совмещать с ТО, когда сама ТО противоречит здравому смыслу?

Исходным пунктом теории Эйнштейна служит основное свойство сил тяготения, состоящее в том, что все тела (в пустоте) падают с одинаковым ускорением. Этот закон установил уже Галилей, предприняв с этой целью опыты по сбрасыванию различных тел с вершины башни. Многие читатели видели, вероятно, эффектный опыт, когда в трубке, из которой откачан воздух, кусочек свинца и пушинка падают совершенно одинаково, не отставая друг от друга. Все мы так привыкли к этому простому закону, что готовы считать его чем-то само собой разумеющимся и не требующим особых объяснений.

Многие физики понимали, однако, что закон этот не так уж самоочевиден. Здесь соприкасаются два совершенно различных свойства материальных тел.

Падение тел управляется двумя физическими законами — вторым законом Ньютона и законом всемирного тяготения.

Это тоже существенный момент. «Падение тел управляется двумя физическими законами». Падение тел не управляется законами! Законы лишь выражают-отражают происходящее. «Управляется» же падение тел воздействием потока гравитонов (а точнее – разности потоков гравитонов).

Первый из них утверждает, что ускорение тела пропорционально действующей на него силе; коэффициентом пропорциональности служит масса, являющаяся в силу этого мерой инерции тела. Закон всемирного тяготения говорит, что сила, с которой тело притягивается Землей, пропорциональна его массе. Здесь масса выступает уже в совсем другой роли — в роли меры способности тела к взаимному притяжению с другими телами. Для большей ясности говорят поэтому о двух массах — массе инертной и массе тяжелой.

Ясности это, конечно, не прибавляет, скорее наоборот. Масса-то на самом деле – одна и та же!

Вес тела пропорционален его тяжелой массе. Отношение веса к ускорению пропорционально инертной массе. Из того факта, что тяготение сообщает всем телам одинаковые ускорения, вытекает тотчас же, что инертная масса любого тела пропорциональна его тяжелой массе.

Вообще – да. Но что при этом имеется в виду? В разных условиях одна и та же масса (количество вещества) может «вести себя» по-разному.

В чем причина такого поразительного совпадения? Впрочем, быть может, закон этот лишь приближенный? Нельзя ли найти тела, в которых тяжелая и инертная массы распределены в различных пропорциях?

Сначала вы предположили чушь, а теперь пытаетесь найти эту чушь в Природе?

«Лифт Эйнштейна».

Для иллюстрации эквивалентности ускорения и тяжести Эйнштейн предложил свой знаменитый мысленный эксперимент с лифтом («лифт Эйнштейна»), Человек, находящийся в покоящемся лифте, может обычным методом определить ускорение свободного падения на поверхности Земли. Он может это сделать, измеряя, например, время, в течение которого тело падает на пол лифта с высоты 100 см. Тогда ускорение падения тела выразится хорошо известной простой формулой, что даст приблизительно значение $g = 981 \text{ см/с}^2$.

Допустим, что человек в лифте не имеет возможности получить информацию извне. Может ли он сделать заключение, что он сам и кабина лифта находятся в покое? Оказывается, нет, потому что он может рассуждать также следующим образом: «Я вижу, что все тела в кабине испытывают ускорение в 981 см/с^2 , пока они не будут остановлены столкновением с полом кабины. Так как это ускорение совершенно не зависит от выбора тела (от его индивидуальных свойств, в частности, от его вещества и от его массы), то вряд ли можно думать, что ускорения этих тел соответствуют каким-либо реальным силам, действующим на эти тела. Сила инерции также сообщает всем телам одно и то же ускорение. Вероятно, моя система отсчета (связанная с кабиной) не является инерциальной системой, а по каким-то мне неизвестным причинам движется вверх относительно инерциальной системы с ускорением в 981 см/с^2 . Поэтому те тела внутри кабины, которые

не принуждены участвовать в этом ускоренном движении, подчиняются закону инерции и отстают от этого движения, пока не наталкиваются на пол кабины».

Из этого следует, что наблюдатель, находящийся в закрытой кабине, не в состоянии отличить влияние тяготения от эффекта ускоренного движения. Находясь в кабине, стоящей на поверхности Земли, наблюдатель **ощущает** свой обычный вес, и замечает, что все предметы одинаково ускоряются по направлению к полу. Теперь представим себе, что рассматриваемая кабина не лифт, а ракета, снабженная реактивным двигателем и движущаяся в космическом пространстве. Если она вместе с наблюдателем движется с постоянным ускорением, в точности равным гравитационному ускорению у поверхности Земли, то наблюдатель снова обнаружит, что все свободные предметы падают на пол с тем же самым ускорением, и опять почувствует свой нормальный вес. В такой закрытой кабине невозможны никакие эксперименты, которые позволили бы наблюдателю отличить явления, связанные с тяготением, от явлений, характерных для ускоренного движения. Внутри небольшой замкнутой кабины эффекты гравитации и ускоренного движения неразличимы.

https://ozlib.com/836634/fizika/lift_eynshteyna

Повторим:

Принцип эквивалентности сил гравитации и инерции — эвристический принцип, использованный Альбертом Эйнштейном при выводе *общей теории относительности*. Его краткая формулировка: *гравитационная и инертная массы любого тела равны*.

Все физические явления в гравитационном поле происходят совершенно так же, как и в соответствующем поле сил инерции.... (Википедия)

Теперь посмотрим выше:

В такой закрытой кабине невозможны никакие эксперименты, которые позволили бы наблюдателю отличить явления, связанные с тяготением, от явлений, характерных для ускоренного движения. Внутри небольшой замкнутой кабины эффекты гравитации и ускоренного движения неразличимы.

Прежде всего, это не значит, что «инерционная» и «гравитационная» «массы» равны. «Исчезновение сил гравитации» в падающем лифте вовсе не приводит к исчезновению «сил инерции». Чтобы подвинуть килограмм поперек направления падения лифта необходимо приложить ту же самую силу, что и в случае покоя кабины.

Может быть, с этим были какие-то затруднения во времена Эйнштейна, но в эпоху, «когда космические корабли бороздят...» это доступно пониманию школьника. Любой космический корабль на околоземной орбите «падает» на Землю с точно таким же ускорением, как и «лифт Эйнштейна». Но никто из космонавтов еще не отмечал заметных особенностей при передвижении предметов на борту космической станции. А веса нет, поскольку кабина находится в непрерывном падении. И никто не спрашивает, как же это равенство «гравитационной и инерционной массы» понимать? Увы, никто.

Более того [2], при посещении американскими космонавтами Луны были наглядно продемонстрированы факты значительной разницы между этими «массами». Только цифры не

были доведены до «широкой научной общественности». А факты эти состояли в том, что при значительном снижении величины гравитации на Луне (в 6 раз!) передвигать свое собственное тело в горизонтальном направлении космонавтам стоило тех же усилий, что и на Земле (на самом деле даже несколько бóльших). Где же равенство «гравитационной и инерционной» масс?

А возникла эта идея у А.Эйнштейна вот почему...

На самом деле, Эйнштейн всегда придерживался теории существования эфира. Кроме того, что во время его учебы в университете теория эфира была господствующей в физике, основной эксперимент (Майкельсона), поколебавший эти представления, был признан учеными далеко не сразу; и эти эксперименты проводились вплоть до 20-х годов XX века. А вот «преобразования Лоренца» были написаны (сформулированы) Лоренцом еще в конце 19-го века. И написаны они были именно в предположении существования эфирной среды и для движения тела в этой среде. И они вошли целиком и полностью в специальную теорию относительности Эйнштейна как основной способ пересчета наблюдаемых размеров объектов при их движении. Можно предположить (и поверить), что Эйнштейн действительно не знал об экспериментах Майкельсона; но тогда тем более его следует считать «эфиристом», сторонником наличия в пространстве эфирной среды!

Далее... Если Эйнштейн ничего не знал о результатах Майкельсона (которые считаются основанием для постулата о постоянстве скорости света) то сформулировать понятие о скорости света он мог только на основании предположения о наличии эфира как среды-переносчика света. Про фотоны тогда еще ничего не было известно, и свет рассматривался большинством ученых как волны в эфирной среде. А в таком случае вполне естественно считать скорость света и предельной и постоянной, аналогично звуку в воздухе или в воде.

Но из мысленного эксперимента Лоренца ([ВИКИ]) прямо следует, что его преобразования относятся только к случаю наличия среды, необходимой для распространения света. При отсутствии такой среды сам мысленный эксперимент представить крайне сложно, так как непонятно, с какой скоростью должен распространяться свет без среды. Между тем «научное сообщество» уже давно отказалось от возможности существования светоносного эфира (на основании опыта Майкельсона). А преобразования Лоренца живут и здравствуют в умах сторонников «релятивизма».

Зачем же нам сейчас нужно это все иметь в виду?

А затем, что придуманный Эйнштейном «лифт» и слова для его описания (см. выше) не проясняют, а затемняют суть дела. Ибо «гравитационная и инерционная» массы тела вовсе не равны. И не просто не равны, а не имеют друг к другу почти никакого отношения.

Упомянутая выше ситуация на космической станции при полном отсутствии веса и неизменности инерционных параметров всех находящихся в ней объектов (включая космонавтов) показывает нам, что в самой формулировке (названии) этих «масс» скрывается нечто, мягко говоря, ошибочное.

В подобных случаях принято спрашивать: «А как же на самом деле? Почему это происходит?» А происходит это вот почему...

Мы не просто так задержались на «эфирных позициях» Эйнштейна. Ведь его «общая теория относительности (ОТО)» также базируется на идее о наличии в пространстве «эфира» (сверхлегкого всепроникающего газа, обладающего уникальными и немислимыми особенностями – твердостью и упругостью стали, необходимыми для столь высоких скоростей передачи через него воздействий). Но нас сейчас интересует МОДЕЛЬ, которую использовал Эйнштейн при создании ОТО. А модель эта была весьма простая (и дожила до наших дней). В этой модели рассеянный во Вселенной эфир свободно проходит сквозь небольшие материальные объекты. Но крупные объекты (о мелких не упоминаем, у них, как выяснилось в последнее время, собственного тяготения практически нет) поглощают этот эфир (каким образом – неизвестно). Составляющие «эфира» всасываются в крупный объект и застревают в нем. В ходе и в результате этого поглощения вокруг таких объектов создается «гравитационное поле» (стрелочки сил, направленных к центру объекта). Каким образом такие «течения эфира» могут оказывать какое либо воздействие на материальные тела при условии, что эфир «всепроникающ», теория нам не поясняет. Это ж математика, а не физика!

Но для нас сейчас важно другое. Согласно этой гипотезе (будем все же применять адекватные термины) по мере удаления от крупного объекта (планеты) гравитационное «поле» должно ослабевать, и, соответственно, должны уменьшаться не только вес объектов, но и их инерционные «свойства». Иначе какой же смысл вообще в утверждении о равенстве гравитационной и инерционной масс?

Но, как уже было сказано, на космической станции инерционные параметры тел не изменяются; килограмм массы остается килограммом массы, и для его ускорения до $9,8 \text{ м/сек}^2$ требуется все тот же 1 Н (ньютон) силы (воздействия).

Можно было бы предположить на крайний случай, что высота орбиты станции не так уж велика... Но тогда что делать с ситуацией на Луне?

Не будем злоупотреблять терпением читателя. Что же происходит НА САМОМ ДЕЛЕ?

А на самом деле модель гравитации (принятая в «гравитонике») – другая. Гравитация (притяжение к планете) вызывается не потоком эфира к центру планеты, а экранировкой со стороны планеты обратного потока гравитонов к пробному телу; сила гравитации пропорциональна разности этих двух потоков («Физическая физика», т.1) [4]. Поэтому с увеличением высоты над Землей увеличивается поток гравитонов со стороны Земли, и уменьшается вес тела.

Но в отношении инерционности тела все обстоит иначе.

В «Физической физике», т.3 [5] была объяснена причина появления инерции у тела при попытке изменения скорости его движения. Суть этого явления состоит в том, что когда при ускорении внешней силой тело проходит сквозь гравитонный газ, то каждый атом тела передает импульс встречающимся на его пути гравитонам. Чем больше количество гравитонов в теле в каждый момент времени (плотность гравитонов), тем больше величина необходимого импульса, тем больше «инерционность» тела.

При увеличении высоты тела над планетой угол, под которым видна планета (а следовательно, и коэффициент затенения по отношению к потоку гравитонов с «обратного» направления), становится меньше; соответственно увеличивается и плотность гравитонов в объеме тела. Таким образом, с увеличением высоты инерционные «свойства» тела будут увеличиваться. В наших земных условиях эта разница может составлять десятки процентов. И

она, конечно, учитывается при запуске космических аппаратов на высокие орбиты (стационарная орбита). На низких высотах это изменение не слишком заметно.

Яснее всего это явление обнаружилось при посещении Луны американскими астронавтами [2]. Оказалось, что при силе тяжести в 6 раз меньшей, чем на Земле, инерционность тел (включая и самих астронавтов) изменилась даже в сторону увеличения. И это понятно, так как Луна представляет собой для потока гравитонов гораздо меньшее препятствие, и общий поток гравитонов, проходящий через тело, должен был стать бóльшим, чем у Земли. Он таким и стал...

*

Теперь, когда нам ситуация более или менее ясна, вернемся к предыдущему материалу....
http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=2196

Опыты Галилея с современной точки зрения были довольно грубыми. Более точные эксперименты были предприняты Ньютоном. Он сравнивал между собой колебания маятников одинаковых размеров, но с грузами из различных веществ — золота, серебра, свинца, стекла, песка, соли, дерева, воды и даже пшеницы. Малейшее отклонение от пропорциональности между тяжелой и инертной массой тотчас обнаружилось бы по разнице в периодах колебаний этих маятников. Однако хотя точность измерений Ньютона была довольно высока — порядка 1/1000, никакой разницы ему обнаружить не удалось.

Что он выяснил? Что ничего не зависит о материала. Важно только КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА.

Весьма точные опыты в этом же направлении были поставлены в конце прошлого века венгерским физиком Этвешем, применившим для этой цели крутильные весы. Замысел опытов состоял в следующем. Как известно, все тела на земной поверхности находятся под действием двух сил — силы тяготения и центробежной силы, возникающей вследствие вращения Земли. Первая сила действует на тяжелую массу, вторая — на инертную.

Детальные описания опытов Этвеша легко найти в Сети.

Точность этих опытов была такова, что позволяла обнаружить диспропорцию тяжелой и инертной масс, составляющую всего 1/5000000 их долю. Были перепробованы самые различные вещества, но никаких отклонений обнаружить не удалось.

Как мы знаем, природа массы может быть различной — это может быть масса покоя «элементарных» частиц или масса, соответствующая энергии их взаимодействия, или масса электромагнитного поля.

Не знаем мы этого. «Природа» массы – это только количество атомов. Остальное – фантазии.

Опыты с радиоактивными веществами, в которых соотношение между этими видами массы непрерывно меняется, показали, что и у них расхождений между тяжелой и инертной массами не обнаруживается.

Приходится, таким образом, заключить, что закон пропорциональности тяжелой и инертной массы является всеобщим физическим законом, справедливым для всех тел, независимо от их природы. Если измерять обе массы в одних единицах, то их численные

значения для каждого тела будут совпадать. **Поэтому можно говорить не о пропорциональности, а о равенстве обеих масс.**

А еще лучше – о том, что это одно и то же, и никакой разницы между ними по сути нет. И тогда исчезает собственно и «всеобщий физический закон».

Опытный факт равенства тяжелой и инертной масс, возведенный в ранг универсального физического принципа, влечет за собой целый ряд интересных и важных следствий. Рассмотрим какую-либо физическую систему, заключенную для определенности в непроницаемый ящик. Поднимем этот ящик на достаточную высоту над земной поверхностью и позволим ему свободно падать. Так как сила тяжести сообщает всем телам одинаковые ускорения, то все тела внутри ящика будут двигаться под действием тяжести совершенно одинаково, так же как и сам ящик. Тем самым никаких взаимодействий, обусловленных силами земного тяготения, между этими телами возникнуть не может. Дело будет происходить так, как будто внутри ящика сила тяжести исчезла.

Вы не определили понятие «Сила тяжести». Сила может быть и исчезла, а ПРИЧИНА ТЯГОТЕНИЯ – не исчезла; эта причина «падает» гораздо быстрее вашего ящика.

Если мы перейдем к системе отсчета, в которой ящик неподвижен, то внутри него никакого тяготения не обнаружится. Именно это имеет место, например, внутри искусственных спутников Земли: во время их свободного полета ни расположенные там приборы, ни живые существа **не ощущают** силы земного притяжения.

Но это не значит, что его нет!

Если мы перенесем каким-либо образом нашу физическую систему в такое место пространства, где силы тяготения на самом деле отсутствуют, то все явления в ней будут происходить в точности так же, как и во время свободного падения.

На Луну, например. Или еще лучше – на астероид. А можно и за Юпитер.... Солнечное притяжение будет, но гораздо слабее, чем на Земле или на Луне.

И вот тут уже мы обнаружим разницу! [2]. Притяжения нет, никто никуда не падает....а создать ускорение $9,8 \text{ м/сек}^2$ нужна будет та же сила. Это не противоречит задаче, но при чем тогда тут равенство масс????

С другой стороны, рассмотрим ту же самую физическую систему, но уже в неподвижном состоянии на поверхности Земли. Тогда сила тяжести внутри ящика будет проявляться полностью со всеми вытекающими отсюда последствиями. Физические условия внутри ящика будут совсем другими, и все процессы будут происходить по-иному. Теперь перенесем ящик снова куда-нибудь подальше от Земли и Солнца, чтобы сила тяжести на него не действовала, но сообщим ему ускорение, в точности равное ускорению силы тяжести близ земной поверхности. Что произойдет? Внутри ящика появятся силы инерции, которые, подобно силам тяготения, будут сообщать всем телам одинаковые ускорения (в системе отсчета, где ящик неподвижен). Стало быть, физические условия внутри ящика будут в точности такими же, как и тогда, когда он стоял на Земле.

Ну, во-первых, для этого нужно каким-то образом связать тела с самим ящиком. Иначе вы будете двигать только ящик. Далее опять формулировка – «ПОЯВЯТСЯ СИЛЫ ИНЕРЦИИ». Что это такое? Откуда они появятся, почему? Типовой случай вождения за нос....

Получается, таким образом, что силы тяготения физически эквивалентны силам инерции.

Пока не очень-то получается...

Как те, так и другие зависят от выбора системы отсчета; в частности, эта система может быть выбрана так, что силы тяготения полностью исчезают. Это обстоятельство, тесно связанное, как ясно из предыдущего, с равенством тяжелой и инертной массы, Эйнштейн назвал принципом эквивалентности и положил его в основу общей теории относительности.

Если это все, то это абсолютно ничего не объясняет. Ибо, конечно, на бумаге или в мыслях можно подобрать такую систему отсчета, чтобы силы тяготения «исчезли». Но почему при этом должны исчезнуть и силы инерции????

Ах, да, они же «эквивалентны». То бишь равны...

Нет, ребята... Ни при каких изменениях и выкрутасах с выбором «системы отсчета» вам не удастся освободиться одновременно и от сил тяготения и от сил инерции. Потому что (как правильно было замечено авторами в начале текста) ПРИЧИНЫ их появления вам не известны – раз, и они разные – два.

*

Необходимо еще сказать несколько слов по поводу названия *общая теория относительности*. Оно неоднократно критиковалось; и действительно, его следует признать крайне неудачным. Трудно даже понять, что, собственно, хотел выразить Эйнштейн этим названием. Еще для специальной теории относительности название в какой-то степени оправдано, так как в ее основе действительно лежит принцип относительности Галилея.

Вот почему так важно, что прибор Иванова опровергает сразу оба «принципа».

Но никакого принципа относительности более общего, чем принцип относительности Галилея, физика не знает.

Ну, почему же... Например, закон (!) сохранения количества движения.

Физические явления в ускоренно движущихся системах происходят иначе, чем в системах, движущихся равномерно и прямолинейно. Можно, правда, сформулировать физические законы в общековариантном виде, но это ни в коей мере не уничтожает качественной разницы между ускоренным и равномерным движением.

По-видимому, именно возможность ковариантной формулировки физических законов и имел в виду Эйнштейн. Однако этот принцип не имеет физического содержания. Со времен Лагранжа математическая физика научилась формулировать любые физические соотношения в любых системах отсчета и в любых координатах; это — чисто математическая задача. Безусловно, математические идеи и методы играют в теории относительности огромную роль; без овладения ими понять до конца теорию относительности невозможно. Но все же это — теория физическая и странно присваивать ей «математическое» название.

С другой стороны, называть общую теорию относительности теорией тяготения, как это некоторые предлагают, также представляется неправильным. Верно, что она возникла на основе разработки релятивистской теории тяготения, точно так же, как специальная теория относительности возникла из электродинамики. Но как та, так и другая давно

переросли эти первоначальные рамки. Никто не предлагает называть специальную теорию относительности электродинамикой. Точно так же неправомерно сводить общую теорию относительности только к теории тяготения.

Это - верно. А мы так и не делаем. Мы не называем эту теорию «теорией тяготения», ибо она к тяготению не имеет никакого отношения. Теория тяготения – это ГРАВИТОНИКА.

*

Справедливости ради и отдавая должное интуиции предшественников, ощущавших некое сходство причин гравитации и инерции, мы должны пояснить их сходство и разницу с точки зрения гравитоники.

Гравитация создается естественным потоком гравитонов, проходящим сквозь тело, и взаимодействующим с глубинными структурами атомов (преоны), как бы увлекаая их за собой.

Инерция же возникает при принудительном движении тела в неподвижном гравитонном газе, в результате того, что движущиеся атомы взаимодействуют с бóльшим количеством гравитонов, чем в состоянии покоя. И таким образом получают от них некоторый импульс вдоль направления движения тела.

И, наконец, может быть следует указать, что гравитонный газ, возможно, и может считаться тем самым «эфиром», который до сих пор не был обнаружен. Потому что искали его не там, где он есть, в темноте внутриатомных глубин, а в прямом смысле с помощью света. И он действительно влияет на распространение света, определяя его скорость в пространстве... в пространстве заполненном гравитонным газом. Но он не является «переносчиком» света. Как и во многих подобных случаях понимание сути явлений было скрыто за двусмысленностью формулировок.

Литература

1. Принцип эквивалентности сил гравитации и инерции (ВИКИпедия)
2. НАСА обнародовало видео с падениями астронавтов на Луне.
<https://day.kyiv.ua/ru/news/120718-nasa-obnarodovalo-video-s-padeniyami-astronavtov-na-lune>
3. § 16. Принцип эквивалентности
http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=2196
4. «Физическая физика» т.1, изд-во «LULU», 2014.
5. «Физическая физика» т.3, изд-во «LULU», 2018.