

# Нарушение принципа эквивалентности и границы общей теории относительности Эйнштейна

Станислав Константинов

Кафедра физической электроники, Российский Государственный Педагогический Университет им.Герцена, Санкт-Петербург и РКК «Энергия», Россия.

E-mail: [konstantinov.s.i@yandex.com](mailto:konstantinov.s.i@yandex.com)

**Аннотация:** В статье обсуждается ожидаемый прогресс в понимании фундаментальных законов природы и оценивается перспективность предложенных в последнее время гравитационно-космических экспериментов. Новые теоретические неэйнштейновские модели включают новые типы взаимодействия, которые могут привести к нарушению принципа эквивалентности, вариациям фундаментальных констант и нарушению симметрии Лоренца. Это определяет пределы применимости уравнений ОТО Эйнштейна.

## 1. Вступление

Известно, что работу над созданием ОТО А.Эйнштейн начал с принципа эквивалентности (ПЭ), в котором он постулировал, что гравитационное ускорение неотлично от ускорения, вызванного механическими силами [1]. Как следствие этого, гравитационная масса стала у А.Эйнштейна при любых условиях равна инертной массе. Еще Галилей в 1602-1604гг, проведя серию опытов с наклонными плоскостями и маятниками, сформулировал закон падения тел, который стал первой эмпирической версией ПЭ. Ньютона в своих «Началах» в 1687г. на основании своего второго закона пришел к выводу, что гравитационная сила пропорциональна массе тела, на которое она действует. При этом Ньютон знал, что инертная масса  $m_i$ , которая фигурирует в его втором законе  $\mathbf{F} = m_i \mathbf{a}$ , может отличаться от гравитационной массы  $m_g$ , относящейся к силе гравитационного поля  $\mathbf{F} = m_g \mathbf{g}$ . Действительно, сопоставляя два уравнения получаем, что  $\mathbf{a} = (m_g / m_i) \mathbf{g}$  и, в принципе, тела с разными значениями отношения  $(m_g / m_i)$  могли бы ускоряться по-разному в одном и том же гравитационном поле. Ньютон проверил данную возможность на простых маятниках одной длины, но с разной массой и составом груза, но не обнаружил различий в периоде их колебаний. На этом основании он заключил, что величина  $(m_g / m_i)$  является константой и при надлежащем выборе системы единиц это отношение может быть приведено к единице, то есть  $(m_g / m_i) = 1$ . В 1899 решающий эксперимент Этвеша показал равенство инертной и гравитационной масс с точностью до  $10^{-9}$ . Эйнштейн возвел это равенство до уровня ведущего постулата в своих попытках объяснить как электромагнитное так и гравитационное ускорение одними и теми же физическими законами. Этот принцип предсказывает одинаковое ускорение для тел разного состава в одном и том же гравитационном поле и позволяет рассматривать гравитацию как геометрическое свойство пространства-времени, что приводит к интерпретации гравитации с позиций Общей Теории Относительности [2]. Проверки ПЭ могут быть проведены путем сравнения ускорений свободного падения  $\alpha_r$  различных пробных тел. Когда тела находятся на одном и том же расстоянии от источника

гравитации, выражение для ПЭ приобретает компактную форму [1]:

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = \frac{2(\alpha_1 - \alpha_2)}{\alpha_1 + \alpha_2} = \left[ \frac{m_{g^2}}{m_{i^2}} \right] - \left[ \frac{m_{g^2}}{m_{i^2}} \right] = \Delta \left[ \frac{m_g}{m_i} \right] \quad (1)$$

Существуют две формулировки принципа эквивалентности – слабая и сильная форма ПЭ. Слабая форма ПЭ утверждает, что гравитационные свойства сильного и электрослабого взаимодействий подчиняются ПЭ. В этом случае опытные тела представлены из различных материалов с разными ядерными связями, отношением числа нейтронов к протонам, атомных зарядов и так далее. Равенство гравитационной и инертной массы подразумевает, что различные нейтральные тела будут иметь одно и то же ускорение свободного падения во внешнем гравитационном поле.

В настоящее время наиболее точный результат в проверке слабой формы ПЭ принадлежит космическому эксперименту “MicroSCOPE” [3]. Исследователи из французского центра аэрокосмических исследований ONERA и Обсерватории Лазурного берега в эксперименте, проведенном на спутнике MICROSCOPE, выполнили проверку ПЭ с рекордной точностью  $\Delta \sim 10^{-14}$  [3]. На борту спутника имелось два полых коаксиальных цилиндра, свободно подвешенных в невесомости. Внутренний цилиндр изготовлен из сплава платины и родия, а внешний изготовлен из сплава титана, алюминия и ванадия. Для контроля имелась вторая такая же система, но с цилиндрами из одинакового материала (сплава Pt и Rh). С помощью электростатических сенсоров измерялись силы, необходимые для удержания внутренних и внешних цилиндров неподвижно относительно друг друга. Наличие сигнала, промодулированного с частотой вращения спутника, свидетельствовало бы о нарушении ПЭ. Такого нарушения обнаружено не было и параметр Этвеша был ограничен величиной  $\delta(T_i, P_t) = [-1 \pm 9(\text{стат.}) \pm 9(\text{сист.})] \times 10^{-15}$ . Этот результат на порядок улучшает предшествующее ограничение и был распространен и на тела планетарных размеров. Точность этих данных достаточно высока, чтобы подтвердить, что сильные, слабые и электромагнитные взаимодействия дают одинаковый вклад в гравитационную и инертную массу тела. ОТО и другие метрические теории гравитации считают, что слабая форма ПЭ верна, однако, многие расширения Стандартной модели, содержащие макроскопические квантовые поля, предсказывают нарушение слабой формы ПЭ [1,4]. В статье Ю.А. Баурова [4] показано, что часть массы элементарной частицы пропорциональна модулю некоторого суммарного потенциала  $\bar{A}_\Sigma$ . Изменение модуля  $\bar{A}_\Sigma$  за счет потенциалов других полей ( $\Delta\bar{A}_\Sigma$ ) должно приводить к появлению новой силы природы (пятому типу взаимодействия), которая имеет нелинейный и нелокальный характер. Ее можно представить некоторым рядом по  $\Delta\bar{A}_\Sigma$ . При этом первый член ряда при разложении по  $\Delta\bar{A}_\Sigma$  имеет вид  $\sim \Delta\bar{A}_\Sigma \cdot \partial\bar{A}_\Sigma/\partial x$ , где  $x$ -пространственная координата в трехмерном пространстве  $R_3$  [4].

Сильный принцип эквивалентности расширен так, чтобы включить в себя гравитационные свойства, проистекающие из собственной гравитационной энергии, то есть нелинейные свойства гравитации. Ввиду исключительной слабости гравитации, пробные тела для проверки сильного принципа гравитации должны иметь астрономические размеры. На сегодняшний день система Земля-Луна-Солнце представляется наилучшей в Солнечной

системе моделью для проверки сильной формы ПЭ. Эксперименты лазерного дальнометрия Луны (ЛДЛ) были связаны с отражением лазерных лучей от массива угловых отражателей, установленных на Луне астронавтами программы «Аполлон» и советскими луноходами. Последние экспериментальные данные позволили физикам установить, что возможное неравенство в отношении гравитационной и инертной масс для Земли и Луны не превышает  $(0.8 \pm 1,3) \times 10^{-13}$  и ОТО полагает, что ПЭ в сильной форме выполняется [5]. Однако, альтернативные теории гравитации, использующие скалярные поля, предсказывают нарушение сильного ПЭ [1,6]. В наиболее известной альтернативной теории Бранса-Дикке [7] интенсивность гравитационного взаимодействия зависит от дополнительного скалярного поля. В рамках этой теории можно сформулировать принцип Маха, согласно которому инерция тел проявляется из-за взаимодействия с распределенным веществом во Вселенной [1]. В данной статье рассматривается нарушение как слабого ПЭ так и сильного ПЭ. При этом нарушение слабого ПЭ демонстрируется на примерах лабораторных экспериментов профессоров Н.А. Козырева и А.Л. Дмитриева, а сильного ПЭ на примере неравновесной системы Солнце – Меркурий. В отличие от равновесной системы Земля – Луна – Солнце, считающейся наилучшей в Солнечной системе моделью для проверки сильной формы ПЭ, связанного с экспериментами лазерного дальнометрия Луны (ЛДЛ)  $\Delta(m_g / m_i) \sim 10^{-13}$  [5], неравновесная система Солнце – Меркурий позволила установить разницу в отношении гравитационной и инертной масс для Меркурия порядка 1% или  $\Delta(m_g / m_i) \sim 10^{-2}$ .

## 2. Постоянная Кеплера и нарушение ПЭ для планеты Меркурий

Иоганн Кеплер сформулировал свои законы небесной механики на основе анализа многолетних астрономических наблюдений Тихо де Браге в 1609-1619. Вот эти законы:

1. Все планеты движутся по эллиптическим орбитам, в одном из фокусов которых, находится Солнце;
2. Площадь, описываемая радиус-вектором планет, пропорциональна времени;
3. Квадраты периодов обращения планет, относятся как кубы их больших полуосей эллиптических орбит, по которым они вращаются вокруг Солнца [8].

Используя законы Кеплера, можно определить эллиптическую орбиту любой планеты Солнечной системы или спутника Земли и все его параметры. При этом, анализируя третий закон, Кеплер получил постоянную Кеплера (K) и рассчитал ее значение для 8 планет Солнечной системы:

$$K = \frac{R^3}{T^2} \quad (2)$$

где R – среднее расстояние от центра планеты до центра Солнца,

T – время полного оборота планеты вокруг Солнца

Исаак Ньютон через пятьдесят лет получил третий закон Кеплера, как следствие из закона всемирного тяготения и второго закона динамики, введя в пространственную модель Вселенной силы гравитации и инерции. Это явилось блестящим подтверждением правильности теории тяготения Ньютона:

$$K = GM \frac{m_g}{m_i} = \frac{R^3}{T^2}, \quad (3)$$

где  $m_g$  - гравитационная масса планеты, взаимодействующая с Солнцем, масса  $M$ , создает центростремительную силу тяжести,

$m_i$  - инертная масса планеты. Он вращается вокруг круга радиуса  $R$  и производит центробежную силу отталкивания,

$R$  - расстояние от центра планеты до центра Солнца,

$T$  - период вращения планеты вокруг Солнца,

$G$  - гравитационная постоянная.

Необходимо отметить, что уравнение Ньютона и закон Кеплера тождественны только при условии наличия стационарного инерциального движения систем. Движение пробных тел по законам Кеплера как раз и представляют собой ускоренное, но инерциальное движение – движение тел по инерциальным траекториям, при котором выполняется принцип эквивалентности масс и применимы уравнения ОТО [9]. При этом влияние на движение планет по орбитам извне (со стороны космической среды) минимально. Однако, для описания неинерциальных траекторий, когда пробное тело переходит в неравновесное состояние, инвариантные уравнения ОТО использовать не корректно. В этом случае нарушается принцип эквивалентности масс. Это легко доказать, сравнив значение постоянной Кеплера для планет Солнечной системы

Для Земли, Венеры, Марса  $K = 3,35 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2}$

Для Меркурия и Плутона  $K = 3,33 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2}$

Для Сатурна, Юпитера, Урана  $K = 3,34 \cdot 10^{24} \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-2}$

Обратите внимание на различие в значение постоянной Кеплера. Для планет земной группы, вращающихся по стабильным, маловозмущенным орбитам  $K=3,35$ , а для Меркурия, орбита которого подвержена сильным возмущениям из-за близости ее к Солнцу значение  $K=3,33$ , то есть на 1% меньше. Принимая в формуле (3) массу Солнца ( $M$ ) и гравитационную постоянную ( $G$ ) для всех планет неизменной, различие в значении  $K$  можно объяснить только неравенством отношения гравитационной массы к инертной массе, то есть нарушением принципа эквивалентности:

$$\left[ \frac{m_{гравит}}{m_{инерт}} \right] \neq \left[ \frac{m_{гравит}}{m_{инерт}} \right]; \quad \Delta(m_g / m_i) \sim 2 \cdot 10^{-2} \quad (4)$$

На нарушение принципа эквивалентности для планет Солнечной системы может влиять

космическая среда ( квантовый вакуум). Развитие теории сверхтекучих сред позволяет рассмотреть фазовые переходы в моделях квантового вакуума (темной материи), аналогично фазовым переходам в сверхтекучем  $^3\text{He-V}$ . Л.Болдырева в своей модели сверхтекучего физического вакуума (СФВ) значительно расширила аналогию между свойствами сверхтекучего  $^3\text{He-V}$  и космической среды (темной материей), главным образом за счет включения свойств вихрей: спина и электрическая поляризация среды в вихрях, инерционные свойства вихрей и сверхтекучие спиновые токи между ними [10]. Возможно, причиной роста инертной массы является возмущение темной материи, вызванное неравновесным состоянием Меркурия, при движении по орбите, когда вектор скорости планеты постоянно меняется, образуя вихри и турбулентность в среде. Давление, в образующейся за планетой вихревой области, станет пониженным, что в свою очередь вызовет рост лобового сопротивления и как результат дополнительное поле инерции [11]. Хотя расширение аналогии между физикой конденсированных сред (сверхтекучего  $^3\text{He-V}$ ) и космологией указывает на возможность бездиссипативного движения небесных тел при ламинарном движении, при турбулентном движении определяющим является соотношение сопротивления трения сопротивлению давления, описываемое числом Рейнольдса ( $Re$ ). Чем больше  $Re$ , тем больше роль лобового сопротивления и тем более нарушено равновесное состояние системы. Илья Пригожин называл этот эффект «активным воздействием на систему извне, при переходе системы в неравновесное состояние». В работе «Время хаос, квант» И.Пригожин писал « В устойчивом стационарном состоянии активное воздействие на систему извне пренебрежимо мало, но может стать весьма существенным, если система переходит в неравновесное состояние. При этом система становится неинтегрируемой, время теряет свойство инвариантности и его поведение носит вероятностный характер» [12]. Таким образом, исследуя неравновесную систему Меркурий-Солнце, можно сделать вывод о нарушении сильного принципа эквивалентности у планеты Меркурий и очертить границы ОТО, в рамках которых, выполняется СПЭ, как в равновесных системах Луна – Земля - Солнце. К ним, видимо, можно отнести и планеты земной группы Венеру и Марс.

### **3. Расчет движения перигелия Меркурия и ошибка Эйнштейна**

Теория совершенно бесполезна, если она не подтверждена экспериментом. Со времен Эйнштейна оселком, на котором проверялась достоверность теории гравитации, служил расчет движение перигелия Меркурия. Наблюдательной астрономии давно было известно, что из-за близости к Солнцу и влияния тяготения других планет Меркурий движется не просто по эллипсу, а эллипсу, который сам медленно поворачивается на  $575''$  за сто лет. Это аномальная прецессия для планет Солнечной системы. Вычисленные на основе теории Ньютона поправки давали поворот перигелия  $532''$ . Считается, что остающаяся величина  $43''$  не может быть объяснена в рамках теории Ньютона. Это не совсем так. Солнце делает полный оборот вокруг своей оси примерно за 30 дней. Поэтому оно обязательно будет чуть сплюснуто (как Земля). Тогда гравитационное поле Солнца будет зависеть от угла (нет сферической симметрии), и траектория Меркурия обязательно будет делать поворот. Трудно утверждать, что это смещение будет  $43''$ , однако оно обязательно будет [13]. В 2015 году расчет прецессии перигелия орбиты Меркурия в рамках закона

всемирного тяготения Ньютона был проведен научным сотрудником РАН Н.В.Купряевым [14]. Расчеты были проведены с повышенной точностью вычисления и с шагом итерации 0,0005с. Н.В.Купряев показал, что средняя прецессия перигелия орбиты Меркурия за 100 лет в рамках закона всемирного тяготения Ньютона составляет +553''. Это больше на 21'' общепринятого значения +532'', но меньше на 22'' наблюдаемого значения +575''. Это доказывает, что в рамках закона всемирного тяготения получены наиболее достоверные данные значения прецессии перигелия Меркурия.

В 1915г. А.Эйнштейн вычислил величину прецессии перигелия орбиты Меркурия и получил ожидаемую величину 43'', используя полевые уравнения ОТО [2], это стало его триумфом. Однако, в 2013г. выяснилось, что Эйнштейн в своих вычислениях допустил ошибку.

В Америке и Китае в 2013 вышел совместный сборник [15] «Unsolved Problems in Special and General Relativity», Chief Editor Prof. Florentin Smarandach USA. который можно назвать Реквиемом по Специальной и Общей теориям относительности. Он содержит 21 статью, из них одна из США и одна из России, а остальные из Китая. Весь набор авторов сборника трудно назвать ангажированным. Сборник открывается статьей китайского математика академика Хуа Ди «Объяснение движения перигелия Меркурия Эйнштейном» [15, стр. 5]. Академик Хуа Ди показал, что, при вычислении величины прецессии перигелия орбиты Меркурия, Эйнштейн допустил грубую ошибку при интегрировании. В итоге результат оказался 71.5'', а не 43''. В этой истории настораживает то, что в некоторых более поздних изданиях статьи Эйнштейна в формуле (3) в квадратных скобках перед интегралом появился коэффициент 0,5 и результат вычислений становится ближе к 43'' [15].

На движение планет солнечной системы и, в частности, аномальную прецессию перигелия Меркурия может влиять, помимо сил гравитации со стороны Солнца, новое взаимодействие (пятая сила) со стороны квантового вакуума. Артур Эддингтон в своей книге «Пространство, время и тяготение» отмечает, что за время одного обращения планеты Меркурий, ее орбита поворачивается на часть полного оборота, равную дроби:

$$d = 3 \frac{v^2}{c^2} \quad (5)$$

где  $v$  – орбитальная скорость планеты.

Этот результат с точностью до одной угловой секунды соответствует астрономическим наблюдениям [16]. Соотношение (5), данное Эддингтоном, должно быть связано с новым взаимодействием и сопровождаться нарушением принципа эквивалентности, поскольку орбитальная скорость Меркурия зависит от воздействия квантового вакуума [4,11].

## 4. Эксперименты

### 4.1 Лабораторные эксперименты Козырева и Рыкова по нарушению слабого ПЭ

В статье профессора Н.А.Козырева «О возможности уменьшения массы и веса тел под

воздействием активных свойств времени» представлены эксперименты по изменению инертной массы тел и нарушению ПЭ при необратимых процессах, сопровождающих абсолютно неупругое соударение тел [17]. Неупругий удар двух тел возможен только в том случае, если в процессе деформации тел происходит перестройка структуры тел, сопровождающаяся поглощением механической энергии. Процесс же перестройки внутренней структуры тел должен развиваться при активном участии извне, со стороны окружающей среды и влиять на значение инертной массы тел. Опыты Козырева показали, что при ударе тел с необратимой деформацией происходит уменьшение их веса. При этом уменьшение веса не исчезает сразу по окончании процесса соударения, а остается и убывает постепенно со временем релаксации порядка 15-20 мин. В опытах при ударе упругого тела (стального шара) о неупругую плиту (свинцовая плита) удалось установить, что вес менялся только у того тела, которое подвергалось деформации. Разумеется, уменьшение массы тел после неупругого соударения происходит не за счет уменьшения количества вещества, а из-за уменьшения инертной массы, то есть коэффициента при ускорении во втором законе Ньютона ( $F=ma$ ). Этот вывод вытекает из признания активного участия среды (квантового вакуума) и закона сохранения импульса.

В 2003г. сотрудник РАН А.В.Рыков видоизменил эксперимент Н.А.Козырева по неупругому соударению тел. В эксперимент он включил калориметр и свинцовый шар массой 1кг, который свободно падает в калориметр с высоты трех метров. Оказалось, что выделенная при торможении свинцового шара о стальное дно калориметра величина энергии, заметно превосходит расчетную, которую должен был получить шар при свободном падении с заданной высоты:

$$W = Mgh \quad (6)$$

где масса шара  $M=1$ кг, ускорение свободного падения  $g=9,82$  м/с<sup>2</sup>, высота  $h=3$ м

Величина выделенной энергии при неупругом соударении шара о дно калориметра должно равняться  $W = 29,46$ Дж. Поскольку свинец имеет малую теплоемкость 140Дж/(кг.градус), то образующееся при ударе шара о дно калориметра тепло, более эффективно должно повысить температуру стального калориметра с теплоемкостью 400Дж/(кг.градус). При ударе температура калориметра с шаром должна повыситься на  $\Delta t^0=29,46/400=0,074$ , но прирост температуры составил  $\Delta t^0=0,74$ , то есть в десять раз больше расчетной. Рыков объяснил излишек выделенной энергии активным вкладом квантовой среды (темной энергии) в систему «калориметр-шар» в ходе протекания необратимого процесса деформации свинцового шара при ударе о дно калориметра [18].

#### **4.2 Зависимость инертной массы тела и нарушение ПЭ от скорости вращения роторов и частоты колебаний механических осцилляторов в опытах А.Л.Дмитриева [19].**

В отличие от «геометрической» концепции гравитации А. Эйнштейна, профессор А.Л. Дмитриев придерживается «полевой» концепции гравитации позволяющей описывать гравитационные взаимодействия тел аналогично электрическому и магнитному взаимодействию. При этом гравитационные поля должны обладать свойствами

аналогичными, но не тождественными свойствам электромагнитных полей. «Полевая» концепция гравитации не противоречит другим экспериментально обоснованным подходам в описании явления тяготения и инерции, в частности, некоторым моделям с участием квантового вакуума (темной материи). Исходя из этого, Дмитриев в своих опытах рассматривал реакцию силы тяжести, приложенной к пробному телу, на его ускорение  $\alpha$ , обусловленное действием внешних негравитационных сил. Были проведены эксперименты по оценки величины анизотропии инертной массы тела путем сравнения периода собственных колебаний линейного механического осциллятора с вертикальной и горизонтальной ориентацией его оси. В своей модели, описывающей влияние вертикальных колебаний пробного тела на его средний вес, Дмитриев ввел переменное во времени  $g_0(t)$  значение нормального ускорения силы тяжести. Проведенные расчеты показывают, что даже при малых (сотые доли процента) колебаний величины нормального ускорения силы тяжести Земли, вес механического осциллятора может заметно меняться. Вес осциллятора периодически изменяется с частотой, при этом знак и величина таких изменений существенно зависят от разности фаз  $\Theta$  колебаний осциллятора и ускорения силы тяжести Земли. При высоких частотах колебаний осциллятора наблюдается монотонная зависимость среднего веса осциллятора от частоты его колебаний, при этом влияние фазы  $\Theta$  незначительно. Такое уменьшение веса осциллятора при высоких частотах колебаний хорошо согласуется с температурной зависимостью массы тела, так как частота тепловых колебаний микрочастиц твердых тел очень высока и лежит в области гиперзвука [20].

Дмитриевым проводились измерения мгновенного значения ускорений свободного падения закрытого контейнера с закрепленным в нем ротором вакуумного механического гироскопа. Механический ротор представляет собой систему ускоренно движущихся по круговой траектории микрочастиц, образующих твердое тело. Радиус ротора, используемого в эксперименте  $R=140\text{мм}$ . При частотах осциллятора, в десятки раз больших частоты собственных колебаний нормального ускорения силы тяжести  $F=600\text{Гц}$ , выполняется монотонная частотная зависимость изменения  $\Delta g$  среднего значения ускорения свободного падения осциллятора, при этом знак  $\Delta g$  прямо определяется разностью фаз  $\Theta$  колебаний, ускорения силы тяжести Земли и осциллятора. Возможны как значительное увеличение, так и уменьшение средней силы тяжести, действующей на механический осциллятор со стороны переменного гравитационного поля Земли. Профессор А.Л.Дмитриев полагает, что независимые измерения высокочастотных (диапазона сотен - тысяч Гц) спектров флуктуаций ускорения силы тяжести Земли, выполненные с использованием сверхпроводящих гравиметров, позволят определить режимы согласованных колебаний осциллятора, при которых изменения его среднего веса могут быть причиной левитации или, наоборот, резкого увеличения веса. Этот эффект может явиться основой для создания технических систем преодоления силы гравитации и новым принципом управления движения тел [21]. Здесь я хотел бы отметить, что этот же эффект сегодня может явиться причиной техногенных катастроф. Экспериментально отмечено, что при достижении граничной скорости вращения роторов электродвигателей и турбин в ряде случаев происходит самопроизвольный разгон дисков и, перемещаясь вертикально по оси вращения, они срываются с опор и вылетают из устройства. Подобная

авария произошла 17 августа 2009г на Саяно-Шушенской ГЭС. Турбина второго гидроагрегата внезапно начала вращаться с гиперзвуковой скоростью, что привело к разрушению крепежных болтов, разрушению помещения и гибели 75 человек.

## **5. Заключение**

Таким образом, можно утверждать, что «геометрическая» концепция гравитации А. Эйнштейна требует коррекции. Исходя из «полевой» концепции гравитации, можно сделать вывод, что в стабильном стационарном состоянии активное воздействие на систему извне незначительно, но может стать очень значительным, если система переходит в неравновесное состояние. Более того, система становится неинтегрируемой, нарушаются слабые и сильные принципы эквивалентности, а время теряет свойство инвариантности [12]. Это определяет пределы применимости инвариантных уравнений общей теории относительности Эйнштейна (ОТО). Физическая природа сил инерции отличается от гравитации, хотя она и связана с ней. Инерционная масса пропорциональна гравитационной массе и обусловлена взаимодействием гравитационных и электромагнитных сил, приложенных к телу (гравитационная индукция) [19]. Если бы взаимодействие гравитационных и электромагнитных сил отсутствовало, то инерционная масса была бы равна нулю. Эта ситуация согласуется с принципом Маха, согласно которому инерция вещества определяется окружающей средой. При этом скорость распространения силового воздействия ньютоновских/кулоновских сил должна быть значительно выше скорости света. Лапласом было показано, что для сохранения устойчивости Солнечной системе эта скорость должна в 7000000 раз превышать скорость света! [22]. В дуальной теории пустого пространства Ньютона нет разумного объяснения дальнодействию между локализованными и дистанционно разнесенными телами. Однако, в недюальных полевых теориях бесконечно протяженная частица взаимодействует с другой всюду локально и без задержек за счет непосредственно перекрывающихся плотностей. Взаимодействия подчиняются законам реляционных связей между вставленными друг в друга материальными объектами (с неоднородными для наблюдателя плотностями), которые теперь являются частями общего и неделимого целого [23]. С позиций недюальных полевых теорий бесконечно протяженных частиц, нарушение принципа эквивалентности в неравновесных системах при необратимых процессах вызвано тем, что центр инерции объекта смещается относительно его центра гравитации [24]. Этот вывод подтверждают и эксперименты профессора А.Л.Дмитриева с гироскопами. Увеличение точности измерений в экспериментах, проведенных сегодня для проверки принципа эквивалентности [3], не может радикально изменить картину. Необходимо изменить методологию экспериментов.

## **БЛАГОДАРНОСТЬ**

Автор благодарит профессоров В.Г. Турышева , А.Л.Дмитриева, Л.Г. Сапогина и Ю.А.Баурова за их прекрасные работы и плодотворные дискуссии.

## Литература

1. Турьшев В.Г. , *Экспериментальные проверки общей теории относительности: недавние успехи и будущие направления исследований* - М: УФН, Том 179, №1 (2009).
2. Einstein A. *The Collected Papers of Albert Einstein* – Princeton University 6: 112-116
3. *Проверка принципа эквивалентности*, - М.: УФН, Том 188, №1, стр.88 ,( 2018)
4. Ю.А. Бауров, Ю.Г. Соболев, Ф. Менегуц *Фундаментальные эксперименты по обнаружению анизотропии физического пространства и их возможная интерпретация*. Известия РАН, серия физическая, том 79, №7, 2015.
5. Williams J. G., Turyshev S. G., Boggs D. H., *Testing the Equivalence Principle on Ground and in Space* (Pescara, Italy, Sept. 20 – 23, 2004), eds. C. Lämmerzahl, C. W. F. Everitt, R. Ruffini, Springer-Verlag, Berlin, 2008;
6. Will C. M., *Living Rev. Relat.*, 9 (2006), 3
7. Brans C., Dicke R. H., *Phys. Rev.*, 124 (1961), 925
8. Физика космоса, Москва: «Советская энциклопедия», 1986
9. Жотиков В.Г., *Принципы относительности и скрытые симметрии движения материи*. - М.: Инженерная физика №1 (2016)
10. Болдырева Л.Б. *Что дает физике надделение физического вакуума свойствами сверхтекучего  $^3\text{He-B}$ ?* - Москва.: URSS, (2011).
11. Константинов С.И. *Эфиродинамика Космоса*. – Lambert Academic Publishing, Deutschen Nationalbibliothek, Германия (2015)
12. Пригожин И.Р., Стенгерс И. *Время, хаос, квант*, - Москва: Прогресс, (1994).
13. Sapogin, L.G., Dzhaniybekov, V.A., Mokulsky, M.A., Ryabov, Yu.A., Savin, Yu.P. and Utchastkin, V.I., *About the Conflicts between the Unitary Quantum Theory and the Special and General Relativity Theories*. - Journal of Modern Physics, 6, pp. 780-785, (2015).
14. Купряев Н.В. *Расчет прецессии перигелия орбиты Меркурия в рамках закона всемирного тяготения Ньютона*, - М.: Известия ВУЗов, Физика, Т. 58, №1, (2015)
15. Florentin, S. (2013) *Unsolved Problems in Special and General Relativity*. Education Publishing & Journal of Matter Florentin, S. (2013) *Unsolved Problems in Special and General Relativity*. Education Publishing & Journal of Matter Regularity, Beijing (2013)
16. Эддингтон А., *Пространство, время и тяготение* - Москва: URSS, стр.126, (2003)
17. Козырев Н.А. *Избранные труды*, Л.: ЛГУ, (1991)
18. Рыков А.В. *Среда и вещество Вселенной* - М.: ОИФЗ, РАН, (2003)
19. Дмитриев А.Л. *Экспериментальная гравитация* – СПб.: Реноме (2014)
20. Dmitriev A. L. & Bulgakova S. A. *Negative Temperature Dependence of Gravity – A Reality* // Proc. WASET. 2013. Issue 79, P. 1560-1565.
21. Dmitriev A. L. *Physical substantiation of an opportunity of artificial change of body weight* // Physics Procedia. 2012. Vol. 38, P.150-163.
22. Лаплас П.С. *Изложение системы мира*. – Л.: Наука, 1982.
23. Владимиров Ю.С. *Реляционная концепция Лейбница–Маха и фундаментальная физика*. –М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016.
24. Блинов С.В., Булыженков И.Э. *Возможно предсказать мгновенность силы Лоренца* – Метафизика, №4 (26) , (2017)