

---

---

## ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ НЕ ОПИСЫВАЕТ ФИЗИЧЕСКУЮ РЕАЛЬНОСТЬ

Д.Е. Бурланков

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского*

Современной теорией пространства и времени считается общая теория относительности (ОТО). Однако последние лет 40 эта теория находится в состоянии явного застоя. Прежде всего, нет сколь-нибудь серьезного продвижения в соединении ее с квантовой теорией.

На грани XX–XXI вв. *самые значимые проблемы* затормозились на общей теории относительности. Назовем всего две: начала квантовой теории гравитации и проблема «темной энергии». Муссируется идея, что ОТО настолько глубокая теория, что она далеко оторвалась, например, от квантовой теории, в которой необходимы какие-то новые радикальные идеи, чтобы она могла *догнать* ОТО и соединиться с ней. Однако за 80 лет попыток отыскать такие идеи практических результатов нет и проблема квантовой теории гравитации даже не сформулирована.

Основной особенностью ОТО является кривизна пространства-времени, проявляющаяся на больших масштабах, поэтому главной областью приложения ОТО является космология. Однако и здесь применение ОТО привело к необходимости введения мистической «темной энергии», а в описании динамики галактических объектов ОТО практически не применяется.

Общая теория относительности не стала, как динамика Ньютона, или электродинамика Максвелла, или специальная теория относительности (СТО), рабочим инструментом для физиков какого-либо направления.

Все это есть следствие того, что ОТО, объявленная *самой совершенной теорией*, так и не подверглась серьезному анализу в своих основах. Некоторые блестящие ее достижения декларируются как доказательство ее абсолютной правильности. Для понимания причин такой ситуации необходим анализ принципов и фундаментальных положений ОТО.

Общая теория относительности (ОТО) базируется на двух принципах:

1) принцип эквивалентности, приведший к геометрической трактовке эффектов тяготения и положивший начало многим принципиально новым идеям, таким как представление о *расширяющейся Вселенной*;

2) принцип общей ковариантности, исключивший из физики объективное понятие *время*.

В учебниках и монографиях по ОТО утверждается, что классическая физика является пределом ОТО при слабых гравитационных полях. При

этом происходит ссылка на эффекты вращения перигелия Меркурия, отклонения светового луча Солнцем и др., в которые входит малый гравитационный параметр, при стремлении которого к нулю все отклонения от описания соответствующих явлений в классической физике исчезают. Однако достаточно ли этих эффектов для утверждения о том, что классическая физика является пределом ОТО?

**Две стороны теории поля.** Каждое физическое поле (электромагнитное, гравитационное) имеет две основные физические стороны: внешнюю и внутреннюю. Внешняя определяет, как это поле воздействует на другие физические объекты – другие поля, частицы (объект воздействия), внутренняя – каким уравнениям подчиняется само поле, как на него влияют источники, сами объекты воздействия.

С лагранжевой точки зрения, внешняя сторона определяет, как потенциалы изучаемого поля модифицируют лагранжиан объектов воздействия. Внутренняя сторона определяет чистый лагранжиан самого изучаемого поля.

Электрическое поле приводит в движение заряженные частички, а магнитное поле отклоняет потоки заряженных частиц и проводники с токами, – оба этих закона объединены в выражении силы Лоренца. Однако эти явления еще не дают возможности определить уравнения поля, на основании которых находятся электромагнитные напряженности. Это могут быть как линейные уравнения Максвелла, так и нелинейные уравнения Борна–Инфельда. Экспериментальное измерение силы Лоренца в электрическом и магнитном полях не дает ответа, подчиняются ли эти поля электродинамике Максвелла или Борна–Инфельда.

Главный физический тезис общей теории относительности Эйнштейна – гравитация – определяется метрикой искривленного пространства-времени. Свободные частицы движутся по геодезическим линиям. В электродинамике (и теориях других полей) частные производные заменяются на ковариантные, определяемые метрикой. Частицы и поля обладают локальной лоренц-инвариантностью. При этом уравнения, определяющие конфигурацию поля, далеко неоднозначны. Вспомним, что первый существенный результат ОТО (вращение перигелия Меркурия) был получен Эйнштейном из считающихся математически неверными и не обладающими общей ковариантностью уравнений [1].

Точно так же и расчет отклонения света в первоначальных и окончательных уравнениях Эйнштейна одинаков. Обе эти системы уравнений имеют решение Шварцшильда как вакуумное решение в сферически симметричном случае, поэтому большинство так называемых *проверок ОТО* (проверяющих на самом деле движение тел и распространение света в метрике Шварцшильда, даже ее линеаризации на фоне метрики Минковского) можно считать проверкой не только окончательных, но и первоначальных, считающихся неверными, уравнений Эйнштейна.

В любом случае эти наблюдения проверяют лишь *принцип эквивалентности*.

**Принцип эквивалентности.** Принцип эквивалентности подробно исследован Эйнштейном в его работе 1911 г. [2], в которой он продемонстрировал, что инерциальная система реализуется в свободно падающей лаборатории. Хотя Эйнштейн пытался формулировать этот принцип как некоторую эквивалентность гравитации и ускорения, современное его понимание представляется определением инерциальной системы (в общем случае – бесконечно малой) как свободно движущейся в гравитационном поле (падающий лифт, космическая станция).

Этот принцип приводит к идее искривленного пространства-времени. К этой идее в описании динамики частиц и распространения света Эйнштейна и Гроссмана [3] привела работа Макса Планка 1906 г. [4], в которой динамические соотношения специальной теории относительности выводились из принципа наименьшего действия с метрикой, которая позднее получила название «метрика Минковского».

В докладе 1913 г. этот принцип описывается так: «...все тела в поле тяжести падают с одинаковым ускорением. Тем самым подсказывается представление о том, что в отношении действия на механические и другие физические явления поле тяжести можно заменить ускоренным состоянием системы отсчета (системы координат)... Гипотеза эквивалентности позволяет предсказать влияние гравитационного поля на произвольные физические процессы» [5].

Таким образом, принцип эквивалентности, идея об искривленном пространстве-времени определяют «внешнюю сторону» гравитационного поля.

**Принцип общей ковариантности.** Принцип эквивалентности в виде описания движения материальной точки и распространения полей в пространстве-времени с заданной метрикой приводит к общековариантному виду уравнений динамики: при произвольном преобразовании координат и времени эти уравнения не меняют своего общего вида. В основополагающей работе Эйнштейна и Гроссмана мы читаем: «Поэтому все же естественно предположить, что все физические уравнения, за исключением гравитационного поля, следует сформулировать так, чтобы они были ковариантны относительно произвольных преобразований» [3].

Должны ли быть общековариантными уравнения, определяющие метрику? У Эйнштейна в этом уверенности нет [3].

Необходимо, впрочем, подчеркнуть, что у нас нет никаких оснований для общей ковариантности уравнений гравитации.

К общековариантности уравнений гравитации нет никаких физических оснований, хотя, если бы такие уравнения были бы найдены, это сделало бы теорию очень изящной. И Эйнштейн посвящает много сил исследованию этого вопроса. Например, в работе [6] он пишет: «...представляется необходимым, чтобы дифференциальные уравнения для  $g_{\mu\nu}$  были также общековариантными. Однако мы покажем, что это требование необходимо несколько ограничить, если хотим удовлетворить причинности. А именно докажем, что

законы, определяющие течение событий в гравитационном поле, не могут быть общековариантными».

В пользу общей ковариантности искомым уравнениям Эйнштейн не приводит никаких физических доводов, только «представляется необходимым». Более того, отсутствие общей ковариантности он считает не только вполне допустимым, но и пытается его обосновать.

Однако в конце 1915 г. Эйнштейн общековариантные уравнения находит – это знаменитые уравнения Эйнштейна – 10 уравнений, из которых находится метрический тензор, определяющий геометрию пространства-времени.

Но именно общая ковариантность вызывает возражение многих исследователей. Так, отвечая в 1916 г. на возражения Ф. Коттлера, Эйнштейн пишет [7]: «Правда, общую ковариантность уравнений приходится покупать дорогой ценой, отказываясь от обычного измерения времени и евклидовой меры пространства. Коттлер считает, что можно обойтись без таких жертв».

Действительно, время, в котором развивается весь наш мир, затерялось во множестве преобразований четырехмерных координат. К чему же это приводит?

**Die Grundlagen der Physik.** Статья с таким названием («Основания физики») [8] была доложена Д. Гильбертом 20 ноября 1915 г. В этой статье содержатся теоремы, определяющие общую теорию относительности как исключительно изящную, математически непротиворечивую теорию, но также и теорема, определяющая несовместность ОТО с классической физикой, и теорема, указывающая путь выхода из этой несовместности путем отказа от общей ковариантности (общей относительности).

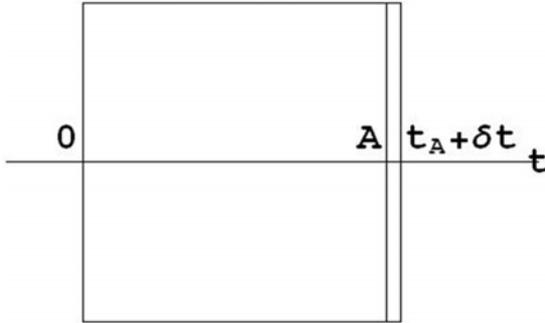
Гильберт выводит совместные уравнения поля из вариационного принципа с действием, являющимся суммой гравитационного действия  $S_g$ , определяемого только метрическим тензором, и действием прочей материи  $S_m$  (например, электромагнитного поля), которое зависит от переменных этих полей и их производных, но также для того, чтобы быть скаляром – не зависеть от выбора координатной системы, – должен зависеть от метрического тензора:  $S = S_g + S_m$ .

Вариационные производные действия по полевым переменным равны нулю – это условие определяет полевые уравнения (в электродинамике – уравнения Максвелла).

Требование обращения в нуль вариаций действия по десяти компонентам метрического тензора приводит к десяти уравнениям Эйнштейна. Этот вывод гарантирует совместность уравнений Эйнштейна.

**Общая ковариантность и нулевая энергия.** Однако этот вывод уравнений Эйнштейна показывает и серьезный дефект общековариантной ОТО как *физической теории*. В вариационном исчислении показывается, что при изменении области интегрирования по времени на бесконечно малую величину  $\delta t$  приращение действия определяется гамильтонианом  $H$ , зависимость

которого от динамических переменных определяет динамику системы, а численное значение – ее энергию:  $\delta S = -H \delta t$ .



Для простоты рассмотрим статическую систему в некоторой неизменной области пространства на отрезке времени от момента 0 до момента  $A$ , имеющего в выбранном масштабе значение времени  $t_A$ . Гамильтониан определяет изменение действия на бесконечно малом участке от момента времени  $t_A$  до  $t_A + \delta t$ .

Однако формально можно увеличить время на (бесконечно малую) величину  $\delta t$ , не меняя области четырехмерного интегрирования, лишь проведя изменение масштаба времени с бесконечно малым параметром  $\alpha$ :  $t' = t(1 + \alpha)$ . Тогда время момента  $A$  станет равным  $t_A + \alpha t_A$ , то есть  $\delta t = \alpha t_A$ . При этом так как четырехмерная область не изменилась, действие тоже не изменилось, то есть  $\delta S = 0$ . Но зато при изменении масштаба времени изменилась компонента метрического тензора  $g^{00}$ , как раз и определяющая масштаб времени, поэтому нулевое изменение действия всегда складывается из двух частей: изменения за счет изменения  $g^{00}$  (назовем ее  $\delta S_{00}$ ) и за счет формального изменения конечного момента времени на  $\delta t = \alpha t_A$ :  $\delta S = \delta S_{00} - H \delta t = 0$ .

Но равенство нулю вариации  $\delta S_{00}$  является одним из уравнений Эйнштейна («десятым»), поэтому **в общей теории относительности при любом выборе переменной времени плотность гамильтониана, а следовательно, и сам гамильтониан любой системы равны 0.**

При масштабном преобразовании времени могут изменяться и некоторые компоненты полей (например, скалярный потенциал электромагнитного поля). Но так как вариации действия по всем компонентам этих полей равны нулю (равенство нулю этих вариаций и определяет уравнения полей), эти изменения не дают вклада в изменение действия. Это положение не дает возможности представить классическую физику как какой-то предел ОТО: классическая физика не обладает общей ковариантностью: время в любой физической системе отделено от пространства и различные состояния систем в ней обладают различной энергией, так что, например, для перехода в какое-то состояние из состояния с меньшей энергией нужно совершить работу.

Так как функционал действия состоит из двух частей – метрической  $S_g$  и прочих полей  $S_m$ , то и энергия складывается из двух составляющих: метрической (гравитационной)  $H_g$  и энергии прочей материи  $H_m$ . Уравнения общей теории относительности, в которых обращаются в нуль вариации по всем компонентам метрического тензора, в том числе и по  $g^{00}$ , требуют, чтобы суммарная плотность энергии равнялась 0.

Этот факт давно известен в теоретической физике и теории гравитации, например, описан в монографии Мизнера, Торна и Уилера [9, т. 2, с. 129,

формула (21.12)]. Однако он рассматривается как изящное украшение ОТО, а за красотой противоречие с классической физикой не замечалось.

***Общая теория относительности, как математическая непротиворечивая теория, достоверно описывающая гравитацию искривлением пространства-времени, в ее современном виде не может описывать физическую реальность.***

**Глобальное время.** Не только Коттлер, но и многие крупные физики следующего поколения (например, Дирак, Меллер – см., напр., [10]) полагали четырехмерное описание удобным, оставляя физическую суть динамике во времени в трехмерном пространстве.

Мы увидели, что физическая теория пространства-времени не может быть общековариантной. Компонента  $g^{00}$  не может варьироваться, следовательно, соответствующая ей переменная  $x^0$  определяет **глобальное время**, а следовательно, и пространство оказывается глобальным. Насколько глубоко затрагивает отказ от общей ковариантности общую теорию относительности? Отмечает ли этот отказ столетний опыт работы в ней?

Можно вспомнить размышление Эйнштейна 1914 г. [6]: «Весьма возможно себе представить, что для достаточно большей части мира в целом нет такой оси координат, которую можно было бы обозначить как “ось времени”; наоборот, линейные элементы некоторой оси являются частично времени-подобными, частично пространственно-подобными. Эквивалентность четырех измерений мира была бы не только формальная, но и общая. Этот важный вопрос пока что должен остаться открытым».

Однако сам Эйнштейн в работе 1911 г. нащупал путь к нахождению такой оси, предположив, что в свободно падающем лифте реализуется инерциальная система. Динамика такого лифта в произвольном гравитационном поле может быть описана уравнением Гамильтона–Якоби, которое, однако, описывает движение не одного лифта, а множества (бесконечно малых) лифтов с синхронизированным временем, переход к которому и приводит компоненту  $g^{00}$  к 1. Время во всех этих лифтах, разнесенных в пространстве, едино для них, то есть является **глобальным временем**. Характерное условие в глобальном времени –  $g^{00} = 1$ . Именно постоянство этой компоненты выступает запретом на ее вариацию, что приводит, как было показано выше, к закону сохранения энергии.

**Метрики Шварцшильда и Пэнлеве.** Первое точное решение уравнений Эйнштейна – для статического пространства вне сферического массивного тела – было получено в 1915 г. К. Шварцшильдом. Шварцшильд нашел решение, представляя метрику в самом простом виде – как диагональную матрицу. Специфическая характеристика этого решения – **гравитационный радиус** – константа размерности длины и пропорциональная массе тяготеющего тела. В решении Шварцшильда при радиусе, меньшем гравитационного, переменная времени становится пространственно-подобной и, наоборот, радиальная переменная становится времени-подобной. Объекты, у которых внешний радиус не больше гравитационного, получили название **черные дыры**.

Первой задачей нашего анализа является приведение решения Шварцшильда к глобальному времени (которое всегда времени-подобно), используя описанную выше методику свободно падающих лабораторий.

Однако выясняется, что искомое решение было получено еще 90 лет назад. Отказавшись от условия ортогональности метрики, в 1921 г. Поль Пэнлеве в докладе Парижской Академии наук «В каком пространстве мы живем?» [11] показал, что существует бесконечно много статических сферически симметричных решений уравнений Эйнштейна с заданной массой, получающихся преобразованием в метрике Шварцшильда временной переменной  $dt' = dt + w(r) dr$  с произвольной функцией радиуса  $w(r)$ .

Внимание Пэнлеве привлекла метрика (далее мы будем называть ее *метрикой Пэнлеве*), для которой пространственное сечение  $t = \text{const}$  является трехмерным евклидовым пространством, в то время как в решении Шварцшильда пространство (сечение  $t = \text{const}$ ) не только сильно искривлено, но под *гравитационным радиусом*  $r_g$  вообще теряет свою локально евклидову структуру.

В метрике Пэнлеве компонента обратного метрического тензора  $g^{00}$  равна 1. Пэнлеве привел метрику Шварцшильда к евклидову пространственному сечению и одновременно – к глобальному времени.

Метрика Шварцшильда связана с метрикой Пэнлеве преобразованием времени, которое под гравитационным радиусом ( $r < r_g$ ) оказывается комплексным. Именно с этим связана сложная структура пространства-времени под гравитационным радиусом, описываемая диаграммами Крускала и другими специфическими координатами при анализе шварцшильдовой особенности (см. [9]), в то время как в метрике Пэнлеве пространственное сечение и под гравитационным радиусом евклидово.

Комплексная связь переменных времени в метриках Пэнлеве и Шварцшильда (под гравитационным радиусом) приводит к принципиальной проблеме: в целом эти две метрики не эквивалентны, хотя формально и связаны только координатным преобразованием (преобразованием времени). Допустимость произвольного преобразования времени в ОТО натывается на нефизические комплексные преобразования.

**Теория Калуцы и глобальное время.** Энтузиазм, вызванный общей теорией относительности, которая дала геометрическую интерпретацию поля тяготения, стимулировал попытки описать на геометрической основе и электромагнитное поле. Большую популярность обрела пятимерная теория Калуцы, в которой к четырем пространственно-временным координатам добавлялась некоторая абстрактная пятая  $x^5$  (см., напр., [12]).

Теория Калуцы не обладает общей ковариантностью в пятимерном смысле: пятая координата существенно выделена. Метрический тензор обладает 15 компонентами, однако, наложив условие  $g^{55} = 1$ , оставшиеся 14 компонент можно представить как 10-компонентный метрический тензор четырехмерного пространства и 4-компонентное векторное поле, играющее

в теории Калуцы роль электромагнитного. Частицы,двигающиеся по геодезическим в пятимерном пространстве, со стороны компонент векторного поля испытывают ускорение, по виду совпадающее с ускорением от силы Лоренца, однако с досадным затруднением: *отношение заряда к массе у всех частиц должно быть одинаковым.*

Проведем следующую модификацию теории:

1. В теории Калуцы пятая координата пространственно-подобна, а мы выберем ее времени-подобной и ее номер сменим с 5 на 0, так что ограничение на метрику будет выглядеть так:  $g^{00} = 1$ .

2. Из оставшихся четырех координат уберем одну, оставив три пространственно-подобных. Число свободных компонент метрического тензора уменьшится до девяти ( $14 - 5 = 9$ ) и их можно представить как 6 компонент метрического тензора трех пространственно-подобных координат и 3 компоненты векторного поля (**поля скоростей**).

3. Разрешим всем компонентам зависеть от нулевой (бывшей 5-й) координаты.

4. Назовем нулевую (бывшую пятую) координату *глобальным временем*.

Такое поле, для которого заряд частиц равен их массам, есть – это *гравитационное поле*. Именно таким образом модифицированная теория Калуцы в пространстве, оказавшемся четырехмерным, описывает *динамику трехмерного пространства в глобальном времени* и представляет теорию гравитации. Она, как и исходная пятимерная теория, не общековариантна.

Она оказывается динамической теорией Арновитта, Дезера и Мизнера [13] с дополнительно наложенным условием  $g^{00} = 1$  и запретом вариации этой компоненты.

Динамическими переменными в этой теории являются шесть компонент трехмерного метрического тензора, вариация по которым действия Гильберта определяет шесть динамических уравнений. Вариация по трем компонентам векторного поля приводит к трем уравнениям на поле скоростей.

Снятие вариации по компоненте  $g^{00}$  определяет ненулевой гамильтониан, ненулевую энергию.

**Динамика Мира без общей ковариантности.** Образцом использования глобального времени является космология. Основные космологические модели – модель пространства Фридмана, в виде трехмерной сферы с радиусом, меняющимся во времени, и наиболее популярная модель Эйнштейна – де Ситтера – имеют компоненту  $g^{00} = 1$ , то есть время в них – глобальное. От глобального времени зависит радиус или масштаб пространства, четко отделенного от времени. Материя относительно пространства неподвижна, что выражается в диагональном виде ее тензора энергии-импульса.

В метрике Эйнштейна – де Ситтера пространство плоское, но масштаб расстояний в пространстве меняется с течением времени. Зависимость масштаба от времени  $m(t)$  является единственной функцией, которая должна определяться из уравнений Эйнштейна. Вследствие высокой симметрии из

десяти уравнений Эйнштейна нетривиальными остаются два. Вариация зависимости радиуса от времени приводит к динамическому дифференциальному уравнению второго порядка, первый интеграл которого содержит константу интегрирования – энергию, определяемую из начальных условий, в данной задаче – масштаба в данный момент времени и скорости его изменения, определяющей постоянную Хаббла, а также средней плотностью космического вещества в данный момент времени.

Так как искомая функция одна, это уравнение обеспечивает описание динамики масштаба Мира, в согласии с наблюдаемыми данными (постоянная Хаббла и средняя плотность).

Однако обращение в нуль вариации по  $g^{00}$  приводит ко второму – основному уравнению Фридмана («десятому уравнению Эйнштейна»), требующему, чтобы эта константа интегрирования (энергия) равнялась нулю, что приводит к рассогласованию динамического уравнения с наблюдаемыми данными в 25 раз.

И здесь вариация по масштабу времени приводит к резкому расхождению с наблюдениями, то есть этот факт является *экспериментальным опровержением принципа общей ковариантности*. Без вариации  $g^{00}$  задача оказывается вполне динамически определенной.

В общековариантной ОТО выход был найден только через название дисбаланса этого уравнения «*темной энергией*». Лишь без общей ковариантности космологические решения перестают противоречить наблюдениям.

**Гравитационные волны.** Одним из важнейших достижений общей теории относительности считается предсказание гравитационных волн, выполненное в исключительно богатой работе Эйнштейна 1918 г. [14]. В этой статье рассмотрена динамика малых отклонений метрики от пространства Минковского в первом порядке малости. В работе выведена формула потери энергии механической системой (например, двойными звездами) за счет излучения гравитационных волн.

Однако общие принципы ОТО такое излучение прямо запрещают: и в начале процесса излучения, и спустя некоторое время излучающая система имеет нулевую энергию, да и энергия уносимых волн тоже равна нулю.

Действительно, гравитационные волны Эйнштейна являются линеаризацией найденных позднее точных решений Бонди–Пирани–Робинсона (см., напр., [12]), которые имеют нулевую плотность энергии и нулевой поток энергии.

Является ли, таким образом, работа Эйнштейна ошибочной? Уравнения распространения волн рассматриваются в линейном по амплитудам приближении, а плотность энергии квадратична, то есть в линейном приближении равна нулю. Поэтому найденные Эйнштейном гравитационные волны полностью удовлетворяют принципам ОТО.

Изучая же квадратичные по амплитудам конструкции (плотность, поток энергии), Эйнштейн вышел за рамки общековариантной ОТО, в которой все

эти величины обязаны быть равными нулю, де факто отказался от общей ковариантности.

Видимо, эту проблему в дальнейшем осознал и Эйнштейн (см., напр., [10]), о чем свидетельствует факт отрицания гравитационных волн его учеником Инфельдом: ученики редко идут против убеждений учителя.

Таким образом, косвенное обнаружение гравитационного излучения Тейлором и Халсом (Нобелевская премия 1993 г.) также является экспериментальным аргументом против общей ковариантности.

**Квантовая теория гравитации.** Исходным физическим уравнением квантовой теории любой системы – одной частицы, нескольких частиц, поля, системы полей – является *уравнение Шредингера*, определяющее изменение во времени вектора состояния системы, зависящего от динамических переменных этой системы.

В общей теории относительности гамильтониан равен нулю – и это определяет основной тупик сочетания ОТО с квантовой теорией. Отказ от общей ковариантности приводит к эффективному гамильтониану [16]. В частности, в этой монографии представлены квантовые космологические решения.

**Заключение.** Общая теория относительности не прошла полную начальную проверку на соответствие классической физике. Ее принцип общей ковариантности и следующее из него равенство нулю энергии не допускает стыковки ОТО с классической физикой, квантовой теорией.

Именно равенство нулю гамильтониана в ОТО приводит к невозможности согласовать ее с квантовой теорией, где гамильтониан является основным рабочим инструментом. Если смотреть на ОТО как на вариант *физической теории*, то этот факт также требует пересмотра ее основ (отказа от общей ковариантности). При *элитарном* подходе к теории нужно изощряться дальше, строя как-то квантовую теорию с нулевым гамильтонианом (например, *петлевою гравитацию*).

При отказе от общей ковариантности гамильтониан оказывается ненулевым и квантовая теория гравитации начинает делать первые шаги с ненулевым гамильтонианом Арновитта–Дезера–Мизнера (см. [9, т. 2]), равенства нулю которого требует «десятое» уравнение Эйнштейна.

В космологии исчезает проблема «темной энергии», так как эта проблема возникла из жесткой связи постоянной Хаббла, определяемой скоростью расширения Мира, с плотностью материи, что является прямым следствием требования нулевой плотности суммарной энергии (энергия пространства в этой модели отрицательна – см. [15]).

При восстановлении понятия *абсолютное время* восстанавливается и *абсолютное пространство*. Возникает (восстанавливается) понятие *абсолютного движения* – относительно пространства. При этом у каждого движущегося наблюдателя свое собственное («местное») время, связанное с глобальным временем преобразованиями Лоренца. Эти преобразования оп-

ределяют ход событий в окрестности движущегося наблюдателя. Его собственное время и ближайшая окрестность пространства образуют «относительное время» и «относительное пространство» в формулировке Ньютона, однако связь их с абсолютным временем и абсолютным пространством несколько сложнее, чем полагал Ньютон (не знавший преобразований Лоренца).

Мир, ставший в теории относительности набором движущихся наблюдателей, каждый со своим временем, восстанавливается независимым от наблюдателей (которые его могут лишь слегка деформировать) и развивающимся в целом в глобальном времени.

Динамика трехмерного риманова пространства в глобальном времени с ее космическими, космологическими и фундаментальными следствиями, построенная идущим от ОТО образом – приравниванием нулю вариаций действия Гильберта по девяти компонентам четырехмерного метрического тензора, при сохранении для десятой соотношения  $g^{00} = 1$ , описана в монографиях автора [15–17]. Однако соответствие такой теории наблюдениям еще требует тщательной проверки.

Более развернутый анализ общей теории относительности проведен в монографии [18]. В этой же монографии представлено точное решение для метрики массивного тела в расширяющемся Мире, показывающее, что по мере расширения гравитационные массы уменьшаются (и, наоборот, в обратном времени при приближении к моменту Большого взрыва интенсивно возрастают). Это решение может существенно изменить современную стандартную космологическую модель.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Einstein A.* // Sitz. preuss. Akad. Wiss. 47, 831, 1915; *Эйнштейн А.* Собр. науч. трудов. – Т. 1. – М.: Наука, 1966. – С. 439.
2. *Einstein A.* // Ann. Phys. (Leipzig) 35, 898, 1911; *Эйнштейн А.* Собр. науч. трудов. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 165.
3. *Einstein A., Grossmann M.Z.* // Math. und Phys. 62, 225–261, 1913; *Эйнштейн А.* Собр. науч. трудов. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 227–266.
4. *Plank M.* // Verh d. Deutsch. Phys. Cess. VIII, 36, 1906.
5. *Einstein A.* // Naturforsch. Gessellschaft, Zurich, Vierteljahrschr., 58, 284–290, 1913; *Эйнштейн А.* Собр. науч. трудов. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 267–272.
6. *Einstein A.* // Sitz. preuss. Akad. Wiss. 2, 1030, 1914; *Эйнштейн А.* Собр. науч. трудов. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 326.
7. *Einstein A.* // Ann. Phys. 51, 639–642, 1916; *Эйнштейн А.* Собр. науч. трудов. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 326.
8. *Hilbert D.* // Nachr. K. Ges. Wiss. Gottingen, 3, 395, 1915; Вариационные принципы механики / Под ред. Л.С. Полака. – М.: ГИФМЛ, 1959. – С. 589–598.
9. *Misner C.W., Thorne K., Wheeler J.A.* // Gravitation. – San Francisco: Freeman, 1974; *Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж.* Гравитация. – М.: Мир, 1977.
10. *Владимиров Ю.С.* Между физикой и метафизикой. – Кн. 2: По пути Клиффорда–Эйнштейна. – М.: URSS, 2011.

11. *Painleve P.* // C.R. Acad. Sci. (Paris). 173, 677, 1921.
12. *Владимиров Ю.С.* Классическая теория гравитации. – М: URSS, 2009.
13. *Arnovitt R., Deser S., Misner C.W.* // Phys. Rev., 116, 1322, 1959.
14. *Einstein A.* Sitz. preuss. Akad. Wiss. 1,1, 154–167 (1918); *Эйнштейн А.* Собр. науч. трудов. – Т. 1. – М.: Наука, 1966. – С. 631–646.
15. *Бурланков Д.Е.* Время, пространство, тяготение. – М.; Ижевск: РХД, 2006.
16. *Бурланков Д.Е.* Динамика пространства. – Н. Новгород: ННГУ, 2005.
17. *Бурланков Д.Е.* Пространство, время, космос, кванты. – Н. Новгород: ННГУ, 2007.
18. *Бурланков Д.Е.* Анализ общей теории относительности. – Н. Новгород: ННГУ, 2011.