

В. О. Г л а д ы ш е в

## **ФИНСЛЕРОВЫ ОБОБЩЕНИЯ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ: ГЛОБАЛЬНАЯ АНИЗОТРОПИЯ ВСЕЛЕННОЙ**

Поиски новой аксиоматики теории пространства-времени восходят к работам Евклида, Н.И. Лобачевского, К.Ф. Гаусса и могут представлять существенный академический интерес. В настоящее время эти поиски приобретают особую актуальность, что связано с появлением в конце XX и начале XXI столетий первых экспериментальных указаний на возможное отличие реального пространства-времени от метрики Минковского. Так в 1992 г. две экспериментальные группы независимо заявили о наблюдении анизотропии реликтового космического излучения (эксперименты “Реликт” в Институте космических исследований [1] и серия экспериментов на спутнике “СОBE” [2], НАСА). Также здесь необходимо упомянуть о трех экспериментах, которые могут являться косвенным подтверждением анизотропии вселенной. Во-первых, это наблюдаемые аномальные ускорения большого радиуса действия (радиометрические данные от космических летательных аппаратов “Пионер 10/11”, “Галилей” и “Улисс”) [3]; во-вторых, — эксперимент по измерению времени регистрации нейтринного всплеска от сверхновой SN1987A нейтринным детектором в Монте-Бланке и гравитационно-волновыми детекторами в Мэриленде и Риме, в котором была измерена с вероятностью ошибки  $10^{-5}$  аномально большая задержка времени регистрации сигнала разнесенными детекторами [4, 5]. В-третьих, следует упомянуть наблюдаемую анизотропию скоростей квазаров [6], которые не могут быть объяснены с классических позиций.

Данному направлению исследований была посвящена IV Международная конференция “Финслеровы обобщения теории относительности”, прошедшая со 2 по 8 ноября 2008 г. в Каире (Египет). Конференция имела девиз “Глобальная анизотропия Вселенной” и была организована Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана, Международным фондом развития исследований по финслеровой геометрии и Научно-исследовательским институтом “Гиперкомплексные системы в геометрии и физике”.

На тематических сессиях были заслушаны более сорока докладов, представленных 54 участниками конференции из 13 стран (Азербайджан, Алжир, Беларусь, Великобритания, Германия, Индия, Испания, Египет, Россия, Румыния, Украина, Франция, Чехия). Информацию о четвертой и предыдущих конференциях можно найти в [7–9].

Основные направления работы конференции включали:

1. Экспериментальные исследования и астрофизические наблюдения, свидетельствующие об анизотропии пространства-времени.
2. Физические теории, учитывающие глобальную анизотропию пространства-времени.

3. Финслеровы геометрии, предполагающие описание физических явлений.
4. Гиперкомплексные алгебраические системы в геометрии и физике.
5. Алгебраические фракталы в многомерных пространствах.
6. Симметрии в алгебре, геометрии и физике.
7. Философские основания “непостижимой эффективности математики в физике”.

Несмотря на широкий охват научных направлений, целью организаторов конференции было обсуждение с различных позиций возможности построения новой теории, позволяющей описывать наблюдаемые анизотропные свойства Вселенной и являющейся обобщением теории относительности.

Данная задача предполагает использование положительного опыта, накопленного исследователями при попытках построения единой теории физических взаимодействий, при формировании аналогов понятий пространства-времени в физике микромира и биофизике, объединении принципов квантовой теории и общей теории относительности (ОТО), создании многомерных обобщений теории относительности.

На торжественном открытии конференции председатель Международного оргкомитета Д.Г. Павлов (Президент Международного фонда развития исследований по финслеровой геометрии) указал на многочисленные сообщения, подтверждающие наличие анизотропии пространства-времени в космологических масштабах, т.е. во всей Вселенной. В связи с этим убежденность, что в исходной изотропии трехмерного пространства должна находиться метрика Минковского, может быть заменена необходимостью использования более общей геометрии, например финслеровой геометрии [10].

Важно отметить, что конференция имеет существенное значение и для направления исследований, объединенных направлением технической физики. На открытии конференции А.Н. Морозов (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва) пожелал успехов участникам в поисках новой, анизотропной модели пространственно-временного континуума и подчеркнул, что данное направление имеет широкие прикладные аспекты. Действительно, нетрудно увидеть возможности использования такой модели в спутниковых системах навигации и связи, в тех областях, где наличие анизотропии может повлиять на результаты измерений.

Во вступительном слове Г.Гиббонс (Университет в Кембридже, Великобритания) подчеркнул, что проблемы изучения структуры пространства-времени и структуры Вселенной в целом, а также экспериментальные наблюдения и подтверждения существующих теорий в этой области являются одними из наиболее глубоких, с которыми сталкивалось человечество.

Исследователям потребовался большой путь, чтобы пройти от тех представлений, которые были у древних египтян, к евклидовой геометрии и затем — через работы Лобачевского, Римана к тем представлениям, которыми мы оперируем сейчас. Когда-то Галилей и Ньютон смогли создать элементарные понятия динамики. Три с половиной сотни лет ушло на то, чтобы преобразовать эти понятия в современные представления о пространстве-времени, которые необходимы для понимания происходящего. В последние годы появились представления о том, что пространство и время могут быть

анизотропны. В этом случае нам, возможно, придется переходить к финслеровой структуре, использовать геометрию, построенную на некоммутативности, а также гиперкомплексные числа.

Участниками конференции был отмечен значительный прогресс, связанный с развитием финслеровой геометрии и ее приложений. Так, за последние годы творческим коллективом, объединенным сейчас в НИИ гиперкомплексных систем в геометрии и физике, были получены: обобщение метода комплексного потенциала на многомерные гиперкомплексные пространства; построены правила перехода от финслеровых геометрий к связанным с ними римановым и псевдоримановым геометриям; получены преобразования, имеющие своим аналогом преобразования Лоренца в пространстве Минковского; получено обобщение классической теории гравитации с псевдоримановых пространств на финслеровы пространства с метрикой Бервальда–Моора.

Основная часть докладов была посвящена обсуждению возможностей моделирования реального пространственно-временного многообразия с помощью гиперкомплексных чисел и финслеровых метрических функций, математическим основаниям теории пространства-времени, многомерным обобщениям теории относительности, наблюдаемым следствиям теории гравитации и космологии, их физическим интерпретациям. Во многих докладах был сделан вывод о том, что полученные результаты могут быть обобщены на основе финслеровой геометрии.

Алгебраические аспекты нового подхода к построению объединенной теории пространства-времени и физических взаимодействий, опирающегося на понятие отношений между событиями, а также новое описание элементарных частиц в рамках формализма спиноров, ассоциированных с финслеровыми пространствами, были представлены в докладах Ю.С. Владимирова и С.В. Болохова (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва). В докладе Ю.С. Владимирова проанализированы финслеровы геометрии, соответствующие многоточечным геометриям, наиболее близким финслеровой геометрии Бервальда–Моора. В докладе С.В. Болохова анализируется специальный тип векторных пространств, оснащенных инвариантными метрическими формами высших порядков, рассматриваются различные классы таких финслеровых форм и демонстрируется их связь с пространством внутренних состояний частиц. Интересно отметить, что инвариантные формы, отвечающие неквадратичному мероопределению, естественным образом возникают при описании состояний частиц в пространстве импульсов, что позволяет предложить расширенную конструкцию спинорного представления группы Лоренца.

Обсуждение гравитационной анизотропии пространства возможно и в ОТО. Так, влияние гравитационного потенциала на измерение времени определяется по формулам

$$dt = dt_0 \left( 1 - \frac{2\varphi}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad \varphi = -G \frac{M_a}{r_{ab}}.$$

Вариация измеренного интервала времени в гравитационном поле Солнца на Земле составит  $\frac{\delta t}{dt} = 10^{-6}$ , что является весьма существенным.

В связи с этим принципиальным является вопрос о вкладе гравитации в наблюдаемую анизотропию. В докладе В.Н. Мельникова (Центр гравитации и фундаментальной метрологии, ВНИИМС и Институт гравитации и космологии, Российский университет дружбы народов, Москва) проанализированы проблемы гравитации как фундаментального физического взаимодействия. Свойства интегрируемых многомерных космологических моделей с различными материальными источниками позволяют описывать, в частности, первичное и современное ускорение, вариации эффективной ньютоновской постоянной. Особое внимание уделено проблемам, связанным с определением абсолютного значения гравитационной постоянной Ньютона, ее возможных вариаций во времени и в пространстве.

Аналогичные цели преследует работа С.В. Сипарова (Академия гражданской авиации, Санкт-Петербург; НИИ гиперкомплексных систем в геометрии и физике, Фрязино), в которой автор на основе обобщенного уравнения геодезической линии, полученного для анизотропного пространства, получает уравнение для гравитационной силы, содержащее дополнительные к ньютоновскому члены, пропорциональные скорости частицы и собственному движению источника. Этот подход также может дать объяснение таким наблюдаемым явлениям, как кривые вращения спиральных галактик и эффект ускорения космических аппаратов “Пионер 10/11”, “Галилей” и “Улисс”.

Изучению анизотропных пространств, в которых метрика зависит от направления, был посвящен доклад Н. Бринзей (Трансильванский университет, Брасов, Румыния) и С.В. Сипарова (Академия гражданской авиации, Санкт-Петербург; НИИ гиперкомплексных систем в геометрии и физике, Фрязино). Зависимость метрики от направлений приводит к появлению сил, зависящих от скоростей, соответствующих инерционным силам в ускоренных системах отсчета. Если в анизотропном пространстве имеется векторное поле, например электромагнитное, это может привести к появлению дополнительных сил лоренцевского типа или дополнительных токов, которые могут проявиться в лабораторных экспериментах. В работе исследован случай финслеровых пространств, метрика которых получается в результате добавления к локальной метрике Минковского деформации, зависящей от направлений. Важным обстоятельством является то, что выражения для таких сил и токов, обусловленных анизотропией метрики, получены в виде аддитивных добавок к известным выражениям для изотропного случая.

В обзорном докладе Г.Ю. Богословского (НИИ ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, МГУ им. М.В. Ломоносова; НИИ гиперкомплексных систем в геометрии и физике, Фрязино) в рамках финслеровой общей теории относительности удается объяснить, что скорость частицы на круговой орбите вокруг конечной спиральной галактики становится независимой от радиуса орбиты при больших радиусах.

К поискам универсального кода Вселенной можно отнести работы по фракталам. В докладе В.А. Панчелюги (НИИ гиперкомплексных систем в геометрии и физике, Фрязино; Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пушкино) рассмотрена задача построения фракталов на множестве двойных чисел. Приводятся результаты построения множеств Мандельброта и Жюлиа и возникающие при этом проблемы. Представленные в работе фракталы убедительно свидетельствуют о сложности и многообразии множества двойных чисел.

Принцип наименьшего действия, имеющий большое значение в физике, может также являться ключом к поиску новой формы пространственно-временных соотношений. В докладе В.Г. Жотикова (Московский физико-технический институт, Долгопрудный) исследована связь между геометрией Финслера и принципом наименьшего действия. На этом пути получена новая, инвариантно-геометрическая (бескоординатная) форма уравнений релятивистской динамики. В результате удается сформулировать новые, более общие законы сохранения, действующие в неоднородном пространстве времени.

Одним из ключевых моментов исследований в области финслеровых расширений теории относительности является поиск финслеровых геометрий, позволяющих адекватно описывать физические явления. Доклад В. Балана, А. Питеа, И.-Р. Николы (Политехнический университет Бухареста, Румыния) посвящен близкой параллели между классической метрикой Финслера (с позитивно определенным фундаментальным тензором Финслера) и более современной псевдофинслеровой структурой.

Основываясь на значительных успехах в развитии финслеровых геометрических моделей, можно утверждать, что на новом этапе построения обобщений теории относительности становится особенно важным поиск наиболее адекватных фундаментальных конструкций, на основе которых могут быть построены новые представления о свойствах пространства и времени. В докладе С. Кокарева и Д.Г. Павлова (НИИ гиперкомплексных систем в геометрии и физике, Фрязино) рассмотрена проблема построения аддитивных конформно-инвариантных полиуглов (бинглов и тринглов) в рамках гиперкомплексных поличисел  $\mathbb{H}_3$ . Показано, что условие аддитивности полиугла сводится к функциональному уравнению, которое можно решить в некоторых частных случаях. Проблема аддитивных полиуглов рассматривается как с точки зрения обобщенной геометрии (геометрии Бервальда–Моора), так и с точки зрения обобщенных условий компланарности, которым удовлетворяют векторы (поличисла), входящие в условие аддитивности.

Одним из главных тестов для любой космологической модели является проверка на соответствие предсказаний наблюдаемым данным. В работе М.Л. Фильченкова, Ю. Лаптева (Российский университет дружбы народов, Институт гравитации и космологии; МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва) рассмотрены анизотропные космологические модели в рамках общей теории относительности и квантовой космологии. Авторами обсуждается возможность обобщения полученных результатов на основе финслеровой геометрии. Теоретические результаты позволяют интерпретировать данные наблюдательной космологии.

В докладе Питера Роуланса (Ливерпульский университет, Великобритания) показано, что нильпотентный формализм релятивистской механики ведет к созданию фермионов и их собственных состояний вакуума [11]. Данная математическая структура также может применяться для создания универсальных состояний локальности и нелокальности, которые должны появляться во Вселенной одновременно.

В докладе Койвисто Томи (Институт теоретической физики, Гейдельберг, Германия) обсуждается возможная связь наблюдаемых анизотропных

свойств реликтового излучения с квантовыми флуктуациями на раннем периоде инфляции и последующими отклонениями на крупномасштабной структуре Вселенной. В обычных моделях спектр флуктуаций статистически изотропен и близок к гауссовому. В этих моделях исходные возмущения проявляются в галактиках и кластерах галактик, что изучено с большой точностью. Новые космологические модели позволяют объяснить наблюдаемую глобальную анизотропию на основе идеи более позднего ускорения Вселенной (анизотропная темная материя) или на основе анизотропной инфляции.

Доклад Клаймса Лудека (Университет Карла, Прага, Чехия) посвящен одному из важных применений финслеровой геометрии в гамильтоновой формулировке — описанию сейсмических волн в анизотропной среде. В докладе показано, что решение гамильтоновых уравнений отклонения геодезической в Финслеровой геометрии приводит к частным производным второго порядка для расстояния по пространственным координатам. Частные производные третьего и более высоких порядков для расстояния по пространственным координатам могут быть рассчитаны посредством простых численных квадратур вдоль геодезических. В гамильтоновой формулировке несложно рассчитать амплитуду волн, распространение которых описывается финслеровой геометрией [12], вместе с пространственными производными и производными по возмущениям от амплитуды [13].

Во всех подходах в квантовой гравитации ожидаются небольшие нарушения принципа эквивалентности Эйнштейна. Сюда относятся нарушения инвариантности Лоренца. Обычно нарушения инвариантности Лоренца вводят, связывая с дополнительными тензорными полями. В докладе Клауса Ламмерзала (Университет в Бремене, Германия) используется финслеров подход, в котором нарушения инвариантности Лоренца включают в виде интегральной части метрик пространства-времени. В рамках такого финслерова подхода найдено модифицированное дисперсионное уравнение, которое не согласуется с результатами современных высокоточных экспериментов. Поэтому можно утверждать, что отклонения финслерова типа метрики от метрики Минковского находятся в пределах  $10^{-16}$ .

Также в работе проанализированы следствия для финслерова расширения в области вещества. Такое расширение в квантовом уравнении для скалярной частицы должно приводить к анизотропии, что может быть проверено в экспериментах атомной интерферометрии типа Hughes-Drever на уровне точности  $10^{-30}$ .

Одним из новых направлений исследований, позволяющим объяснить наблюдения с проявлением анизотропии, является поиск частиц темной материи, которая не обнаруживается обычными наблюдениями в различных частях спектра. В докладе В.Л. Кауца (Астрокосмический центр ФИАН, Москва) детально рассмотрены механизмы, приводящие к увеличению плотности темной материи в Солнечной системе. Предполагается, что существует ряд процессов, приводящих к увеличению плотности частиц темной материи в Солнечной системе: гравитационно-столкновительный захват; гравитационный захват; фокусировка частиц в гравитационном поле Солнечной системы; барионное сжатие. В докладе также обсуждаются аномальные эффекты в Солнечной системе (аномалия “Пионеров” и flybu-аномалия), которые могут

быть объяснены с помощью предложенной модели формирования темной материи в Солнечной системе.

С другой стороны, было бы существенным прогрессом найти тяжелые частицы. Возможно, некоторую помощь в этом может оказать многомерная модель, предлагаемая В. Каграмоновой (Институт физики, Олденбургский университет, Германия). В докладе рассмотрен статический пространственно-временной континуум высокой размерности с интегрируемыми уравнениями движения. Представлены полные аналитические решения уравнений для массивных пробных частиц в многомерных пространствах. Типы орбит зависят от структуры корней характеристических многочленов, являющихся функциями энергии частиц и углового момента, а также от заряда гравитационного источника и космологической константы.

В докладе Р. Ибадова, Б. Клейхауса, Ю. Кунца (Самаркандский государственный университет, Узбекистан; НИИ гиперкомплексных систем в геометрии и физике, Фрязино; Олденбургский университет, Германия) рассмотрены различные свойства неабелевых дионов в теории Эйнштейна–Янга–Миллса–Хиггса. Отмечается, что при больших значениях электрического заряда дионы, являющиеся сферически симметрическими с единичным магнитным зарядом, достигают предельных решений, связанных с решениями Пенни в скалярной теории Эйнштейна–Максвелла.

Поиску выделенного направления и неоднородностей Вселенной на основе статистики распределения квазаров по небесной сфере был посвящен доклад В.Я. Варгашкина (Орловский государственный технический университет, Орел). В работе проанализирована база данных квазаров и активных ядер обсерватории Сен-Мишель исходя из предположения, что квазары обладают собственным движением, которое образует видимый поток квазаров по небесной сфере и ориентация которого отражает глобальную анизотропию Вселенной. Анализировалось распределение углового коэффициента наклона прямой регрессии на графике зависимости относительной плотности  $p$  распределения квазаров по  $z$  от красного смещения  $z$  в пределах статистических окон небесной сферы. При этом окна с повышенным по абсолютному значению угловым коэффициентом интерпретируются как области расходимости, а с пониженным — как области сходимости.

По результатам разложения распределения углового коэффициента по небесной сфере по сферическим функциям выделен дипольный момент. В диапазоне расстояний порядка десятков гигапарсек выявлены области, напоминающие крупномасштабную структуру Вселенной как совокупности войдов и “блинов”.

В работе А.Н. Морозова (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва) приведены результаты экспериментов, в которых наблюдается пространственная и временная анизотропия [14, 15]. В новых опытах измерялись флуктуации подвижности ионов в малых объемах электролита в тонких каналах диаметром 0,2...0,4 мкм, сделанных в лавсановой пленке толщиной 6 мкм. Приводятся результаты усреднения экспериментальных данных на периодах 1436 мин и показано наличие зависимости флуктуаций подвижности ионов от ориентации экспериментальной установки в пространстве. Сделан вывод об одноосной анизотропии пространства в направлении, близком к направлению

на центр Галактики. Полученное значение относительной анизотропии составляет  $(2 \dots 3) \cdot 10^{-6}$  относительных единиц, что в 2...3 раза превышает ожидаемое значение, связанное с искривлением пространства гравитационным полем Галактики.

В докладе В.О. Гладышева, Т.М. Гладышевой, Е.А. Шарандина, П. Тиунова, А. Леонтьева (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; НИИ гиперкомплексных систем в геометрии и физике, Фрязино) представлены результаты прецизионных интерферометрических экспериментов по наблюдению анизотропии пространства [16, 17]. В экспериментах использовался виброизолированный термостабилизированный дисковый оптический интерферометр, который непрерывно поворачивался в горизонтальной плоскости в течение суток с периодом 20 мин. В интерферометре свет от стабилизированного гелий-неонового лазера распространялся в противоположных направлениях в оптическом диске, вращающемся с частотой 250 Гц.

Полученные результаты измерения сдвига интерференционной картины имеют вид дипольной анизотропии, причем направление диполя совпадает с погрешностью  $\pm 15^\circ$  с направлением дипольной анизотропии реликтового излучения  $\alpha = 11\text{h } 12\text{m}$  и  $\delta = -7,1^\circ$ . В докладе обсуждаются спектр сигнала и источники шумов.

Для участников конференции была подготовлена культурная программа, включающая посещение известных исторических мест: пирамиды Гизы, Дашура, Медума и Саккары, Каирский музей и древние храмы, а также лекции А. Склярова (президент Фонда “Третье тысячелетие”, Королев) о технологиях, использованных при строительстве пирамид, и Т. Шерковой (Центр египтологических исследований РАН, Москва) об истории Древнего Египта. Таким образом, участники конференции получили возможность обсудить свои работы вблизи великих творений человечества, ощущая красоту и фундаментальность реализованных в камне геометрических образов.

Размышляя о результатах, озвученных авторами на конференции, имеет смысл сравнить современные представления о пространстве-времени с идеями, имеющими более чем вековую историю. Несмотря на их разнообразие, основной идеей XIX века являлась идея эфира. Теория относительности лишила эфир механических свойств, однако, как считал А. Эйнштейн, “согласно общей теории относительности пространство немислимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но не могли бы существовать масштабы и часы и не было бы никаких пространственно-временных расстояний в физическом смысле слова” [18]. На “языке” Минковского, идея звучит более фундаментально: не всякое образование, заполняющее четырехмерное пространство, можно представить себе состоящим из мировых линий. И дело не в термине, современное понятие физического вакуума удовлетворяет требованиям относительности, однако глубина наших представлений о его пространственно-временных свойствах все-таки далека от желаемой. Остаются без ответа вопросы о постоянстве метрических свойств пространства, о связи анизотропии реликтового фона с геометрией пространства, о постоянстве фундаментальных констант, включая скорость света, о физическом происхождении тех наблюдаемых свойств, которые сейчас называют темной материей, и другие.



Однако, по убеждению автора, такое положение дел не вызывает удивления, ведь, например, электродинамика движущихся сред, основы которой были сформулированы на рубеже XIX–XX столетий, до сих пор не проверена в общем трехмерном случае движения сред. Как это ни удивительно, экспериментальную основу этой современной области знаний составляют опыты Физо и Хека, выполненные в XIX веке; эффект Доплера, действительно, хорошо изученный, включая релятивистскую область; менее известный эффект поворота плоскости поляризации излучения, проходящего через вращающуюся среду, и многократно повторяемый эксперимент Майкельсона–Морли, результаты которого не позволяют сделать выбор между интерпретациями электродинамики Пуанкаре–Лоренца и Эйнштейна–Минковского. Не пытаемся ли мы задать сложные вопросы на языке, в котором не все слова понятны?

Действительно, если, следуя известной метафоре, о которой упомянул Г. Гиббонс в своем выступлении, использовать сравнение развития физики со строительством храма, то нужно быть уверенным, что возводимые теоретические конструкции будут соответствовать тому экспериментальному фундаменту, на котором строится здание. Процесс изучения свойств пространства-времени должен протекать по двум параллельным путям: уточнения базовых понятий и формирования новых структур для описания вновь обнаруживаемых экспериментальных фактов.

В связи с этим можно отметить, что цели прошедшей конференции были достигнуты; теоретические работы и представленные экспериментальные результаты, в которых обнаруживается пространственная анизотропия, дают новый стимул к изучению свойств пространства-времени и остается надеяться, что физическая интерпретация новых наблюдений, призванная стимулировать развитие теории, не заставит себя ждать.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Струков И. А. и др. // Письма в Астрон. журн. – 1992. – Т. 18. – С. 387.
2. Smoot G. F. et.al. // *Astrophys. J.* – 1992. – V. 396, L1.
3. Indication from Pioneer 10/11, Galileo, and Ulysses data, of an apparent anomalous, weak, long-range acceleration / J.D. Anderson, P.A. Laing, E.L. Lau, et. al. // *Phys. Rev. Lett.* – 1998. – V. 81, no. 4. – P. 2858–2861.
4. Pizzella G. Correlations among gravitational wave and neutrino detector date during SN1987A // *Nuovo cim. B.* – 1990. – V. 105, no. 8–9. – P. 993–1008.
5. Pizzella G. Correlations between gravitational-wave detectors and particle detectors during SN1987A // *Nuovo cim. C.* – 1992. – V. 15, no. 6. – P. 931–941.
6. Macmillan D. S. Quasar apparent proper motion observed by geodetic VLBI Networks // *arXiv:astro-ph/0309826 V 1* 30 Sep. 2003, – 5 p.
7. <http://www.polynumbers.ru>.
8. Гладышев В. О., Павлов Д. Г. Конференция “Число, время, относительность-2004” // *Гиперкомплексные числа в геометрии и физике.* – 2004. – № 2. – С. 3–5.
9. Павлов Д. Г., Сипаров С. В. Вторая Международная конференция “Финслеровы расширения теории относительности”. Каир, 4–10 ноября 2006 г. // *Гиперкомплексные числа в геометрии и физике.* – 2006. – Т. 3, № 2(6). – С. 3–5.

10. П а в л о в Д. Г. Обобщение аксиом скалярного произведения // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2004. – Т. 1, № 1. – С. 5–19.
11. R o w l a n d s Peter. Zero to Infinity // The Foundations of Physics. Series on Knots and Everything. V. 41. – Singapore: World Scientific Publishing, 2007. – 713 p.
12. С е р в е н у V. Seismic rays and ray intensities in inhomogeneous anisotropic media // Geophys. J. R. Astr. Soc., – 1972. – V. 29. – P. 1–13.
13. К л и м е с L. Spatial derivatives and perturbation derivatives of amplitude in isotropic and anisotropic media // Stud. geophys. geod. – 2006. – V. 50. P. 417–430.
14. К о р о т а е в С. М., М о р о з о в А. Н., С е р д ю к В. О., С о р о к и н М. О. Проявление макроскопической нелокальности в некоторых естественных диссипативных процессах // Изв. вузов. Физика. – 2002. – № 5. – С. 3–14.
15. Э к с п е р и м е н т а л ь н о е исследование опережающих нелокальных корреляций процесса солнечной активности / Коротаяев С.М., Морозов А.Н., Сердюк В.О., Горохов Ю.В. и др. // Известия вузов. Физика. – 2007. – № 4. – С. 26–33.
16. [www.bmstu.ru/~nilfn4](http://www.bmstu.ru/~nilfn4).
17. Г л а д ы ш е в В. О., Г л а д ы ш е в а Т. М., Д а ш к о М., Т р о ф и м о в Н., Ш а р а н д и н Е. А. Анизотропия пространства скоростей электромагнитного излучения в движущихся средах // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2006. – Т. 3, № 2(6). – С. 173–187.
18. Э й н ш т е й н А. Эфир и общая теория относительности. Собрание научных трудов. – М.: Наука. Т. 1. 1965. – С. 682–689.

Статья поступила в редакцию 4.12.2008



Владимир Олегович Гладышев родился в 1966 г., окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана в 1989 г. Д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры “Физика” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 90 научных работ, в том числе двух монографий в области теоретической физики.

V.O. Gladyshev (b. 1966) graduated from the Bauman Moscow State Technical University in 1989. D. Sc. (Phys.-Math.), professor of “Physics” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of over 90 publications including 2 monographs in the field of theoretical physics.