
ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ, МАТЕРИЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Д.Г. Павлов

*Научно-исследовательский институт гиперкомплексных чисел
в геометрии и физике*

Предложено финслерово обобщение общепринятой геометрии. Указаны физические возможности этой геометрии и названы уже полученные на этом направлении исследований результаты.

Ключевые слова: конформные группы, финслерова геометрия, метрика Бервальда–Моора, гиперболические поля.

Наиболее важными проблемами современной физики являются вопросы геометрии пространства-времени, природы элементарных материальных объектов и фундаментальных взаимодействий между ними. На сегодня эти проблемы решаются в том ключе, что пространство-время имеет псевдориманову метрику, простейшими объектами принято считать элементарные частицы, а фундаментальные силы между ними подразделяют на четыре вида и связывают с электромагнетизмом, гравитацией, слабыми и сильными ядерными взаимодействиями. Поскольку количество экспериментального материала, с огромной точностью подтверждающего эти принятые современной физикой теоретические конструкции, колоссально, они считаются фактически неизбежными, и очень редко можно встретить серьезные работы, предлагающие замену хотя бы одного из перечисленных положений, тем более всех сразу.

И тем не менее, есть достаточно веские основания предпринять именно такой радикальный шаг.

Что касается геометрии пространства-времени... Если отталкиваться не от очевидной для всех трехмерной евклидовой геометрии, а потом на ее фундаменте переходить к четырехмерной псевдоевклидовой или в более общем случае псевдоримановой геометрии, а принять в качестве компаса утверждение Стивена Вайнберга: «Важны не вещи, а принципы симметрии», – то на первый план выйдут гораздо более интересные пространства. Как известно, в римановых и псевдоримановых геометриях, кроме симметрий, связанных с движениями (то есть таких преобразований, когда неизменными остаются расстояния или пространственно-временные интервалы) имеется еще один класс непрерывных симметрий, называемых конформными (когда неизменными при преобразованиях остаются не расстояния, а углы). Только для двумерных римановых и псевдоримановых пространств конформные преобразования, не изменяющие их кривизну, образуют беско-

нечно параметрические группы, тогда как для размерностей три и выше, согласно соответствующей теореме Лиувилля, конформные группы всегда оказываются конечномерными множествами, то есть катастрофически бедны по сравнению с двумерными исключениями из этого правила.

С другой стороны, следует также пересмотреть другое, казалось бы, самоочевидное убеждение физиков в том, что самыми глубинными кирпичиками мироздания являются элементарные частицы и именно вокруг их свойств должны выстраиваться современные физические теории. Действительно, если отталкиваться от факта, что реальное пространство-время имеет минимум четыре измерения, то частицы в соответствующем четырехмерии уже не точки, а вытянутые вдоль оси времени тонкие линии. Но согласитесь, было бы странно в любой по размерности геометрии в качестве базовых метрических объектов брать не простейшие элементы (такие, как точки и им подобные), а более сложные – линии, поверхности, или гиперповерхности. Однако в отношении физики и мировых линий частиц, сейчас все как раз так и устроено. В качестве простейших объектов рассматриваются не четырехмерные точечноподобные объекты, а достаточно сложные производные от них – мировые линии. С геометрических позиций, это вызывает как минимум настороженность, которая в конце концов может привести к отказу от фундаментальной роли частиц и к переходу их нынешней роли к более глубинным объектам типа точек в пространстве-времени.

Наконец, если частицы отходят на второй план, то неминуемо должно поменяться и отношение к классификации имеющихся в природе фундаментальных взаимодействий. Они теперь должны связывать между собой не мировые линии частиц, а те самые четырехмерные точки, причем связывать не столько сквозь пространство, сколько сквозь пространство-время. При этом ставшая привычной логика силового характера взаимодействий автоматически заменяется несиловым воздействием. Естественно, подобная смена приоритетов оказывается весьма радикальной и требует не только замены всего фундамента физики, но и ее философских корней.

В связи с вышесказанным представляются необходимыми следующие изменения в основаниях фундаментальной физики.

Место псевдоримановых многомерных моделей пространства-времени должно занять одно из псевдофинслеровых многообразий, имеющих бесконечнопараметрические группы конформных преобразований, как это реализуется на двумерных евклидовой и псевдоевклидовой плоскостях. Идея о том, что теоретическую физику, описывающую реальное пространство-время следует строить на базе метрического многообразия, непрерывные симметрии которого максимально богаты, принадлежит классическому релятивистской физики Герману Вейлю, правда, он ограничился одними изометрическими преобразованиями, тогда как к непрерывным симметриям следует относить и их конформные расширения. В частности, одно из таких сверхбогатых на конформные симметрии пространств связано с алгеброй, являющейся прямой суммой четырех вещественных алгебр. Соответствующая

псевдофинслерова метрика получила название метрики Бервальда–Моора. Кстати, хорошо известная геометрия псевдоевклидовой плоскости, так же обладающая бесконечнопараметрической группой конформных преобразований, является одновременно частным случаем метрики Бервальда–Моора, только для двух измерений и связана с алгеброй, являющейся прямой суммой двух вещественных алгебр.

Основные свойства объектов, которые должны заменить собой элементарные частицы, можно достаточно простым способом получить, рассмотрев сферически симметричное решение релятивистского волнового уравнения с источником на сфере нулевого размера. Вообще-то, заменив в соответствии с предыдущим пунктом псевдоевклидову метрику на псевдофинслерову, мы и волновое уравнение, и сферическую симметрию должны рассматривать именно в смысле данной геометрии. Однако, учитывая малоизвестную логику финслеровых пространств и ставшую общепринятой псевдоевклидову геометрию, приведем сферически симметричное решение волнового уравнения именно для последнего случая

$$U(S) = C_0 + C_1 / S^2 ,$$

где C_0 и C_1 – константы интегрирования, S^2 – квадрат интервала пространства Минковского.

Такое решение волнового уравнения можно интерпретировать как потенциал некоего физического поля, создаваемого одиночной пространственно-временной особенностью, имеющей форму псевдоевклидовой сферы, радиус-интервал которой стремится к нулю. Иными словами, такая псевдоевклидова сфера нулевого размера представляет собой не что иное, как световой конус.

Нетрудно заметить, что приведенная формула описывает потенциал, являющийся естественным четырехмерным обобщением трехмерных ньютоновского и кулоновского потенциалов, с той разницей, что сингулярность теперь находится не в точке пространства а на световом конусе пространства-времени. Подобное псевдоевклидово обобщение понятия материальной точки, введенное еще Ньютоном, в наших работах предложено называть материальным событием или гиперболическим зарядом, величину G которого можно связывать с константой C_1 в приведенной формуле.

Особенно интересным в свете сказанного оказывается закон четырехмерного взаимодействия двух гиперболических зарядов с величинами G_1 и G_2 (материальных событий), который является естественным обобщением классических законов Ньютона и Кулона для обычных зарядов:

$$P = G_1 G_2 / S^3 .$$

Заметим, что в данном случае модуль векторной величины гиперболического аналога силы убывает обратно пропорционально кубу простран-

ственно-временного интервала, а не обратно пропорционально квадрату трехмерного расстояния, как в классических законах для взаимодействующих частиц.

Глубинный физический смысл формул, а также их псевдофинслеровых обобщений еще только предстоит раскрыть, однако уже сейчас ясно, что этот вариант развития фундаментальной физики оказался вне пристального внимания специалистов и его изучение представляется важным направлением работ для физиков будущего.

Естественно, что с заменой метрики пространства-времени с псевдоримановой на псевдофинслерову, а элементарных частиц – на материальные события, подвергнется существенным изменениям и понимание физиками фундаментальных взаимодействий. Представляется, что введенное выше понятие гиперболического поля вполне может оказаться тем самым единственным фундаментальным взаимодействием, идеи которого придерживался А.Эйнштейн. Предварительный анализ этой ситуации показал, что такое поле может выполнять роль единого только в случае псевдофинслеровой геометрии, причем с требованием максимального разнообразия метрических симметрий. В псевдоримановых пространствах размерности 4 такого разнообразия непрерывных симметрий нет в принципе и потому построение полноценной единой теории поля в соответствующей геометрии вряд ли возможно.

На сегодня, на базе озвученных изменений в самых глубинных основаниях современной физики, кроме приведенных выше законов для потенциала одиночного гиперболического источника и взаимодействия двух зарядов, получен целый ряд других важных результатов. А именно:

- предсказано и проверено в экспериментах влияние на скорость течения времени высокоэнергетических быстрых событий, таких как механические удары, лазерные вспышки, взрывы;
- из принципа наименьшего действия чисто теоретически получен закон преломления «лучей» гиперболического поля на плоской трехмерной границе раздела двух четырехмерных областей с различными величинами проницаемости, данный закон оказался гиперболическим обобщением закона Снелиуса, для преломления световых лучей на границе раздела двух оптически прозрачных сред;
- предсказана и проверена на опыте возможность создания устройств, фокусирующих гиперболические поля, в частности гиперболических линз;
- показано, что при переходе от гиперболического взаимодействия пар материальных событий к взаимодействию «сотканых» из них мировых нитей частиц, в законе гравитационного взаимодействия последних, появляется дополнительный член, присутствие которого достаточно хорошо объясняет феномен аномального поведения орбитальных скоростей звезд на периферии спиральных галактик, то есть появляется возможность отказаться от насильного введения в астрофизику такого понятия, как темная материя;

– сделан прогноз о возможности создания целого ряда необычных технических устройств, работающих на принципах преобразования гиперболических полей.

В целом вышеперечисленные направления работ и отдельные результаты поддерживались в последние пять лет своей жизни академиком РАН В.Г. Кадышевским, а также специально приезжавшим для личного контакта в Россию профессором Роджером Пенроузом. Коллектив института «Гиперкомплексные системы в геометрии и физике», специально созданный в 2008 году для изучения вышеназванных проблем, в разное время насчитывал до двух десятков физиков-теоретиков, среди которых были д.ф.-м.н. Богословский, д.ф.-м.н. Чернов, д.ф.-м.н. Сипаров, д.ф.-м.н. Михайлов, к.ф.-м.н. Гарасько, к.ф.-м.н. Кокарев, к.ф.-м.н. Панчелюга и др. В конечном итоге благодаря именно их усилиям и поддержке оказалось возможным построение начал теории псевдофинслерова пространства-времени вообще и гиперболического поля в частности. Каждый год, начиная с 2004-го и заканчивая текущим 2017-м, проводились тематические международные конференции «Финслеровы обобщения теории относительности», на которых побывали и представили доклады в общей сложности более 300 специалистов из 40 стран мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенфельд Б.А. Многомерные пространства. – М.: ГИФМЛ, 1966. – 547 с.
2. Вейль Герман. Пространство. Время. Материя. Лекции по общей теории относительности / пер. с нем. – Изд. 2-е, испр. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 456 с.
3. Гарасько Г.И. Начала финслеровой геометрии для физиков. – Москва: ТЕТРУ, 2009. – 268 с.
4. Павлов Д.Г., Кокарев С.С. Алгебра, геометрия и физика двойных чисел, результаты // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2013. – 1(19). – Т. 10. – С. 86–161.
5. Павлов Д.Г., Кокарев С.С. Некоторые задачи математической физики в поличисловой теории поля // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2012. – 2 (18). – Т. 9. – С. 200–255.
6. Павлов Д.Г., Кокарев С.С. Гиперболическая «статика» в пространстве-времени // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2014. – 1(21). – Т. 11. – С. 4–20.
7. Павлов Д.Г., Панчелюга М.С., Панчелюга В.А. Поисковые исследования пространственно-временного векторного поля. Предварительные результаты // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2012. – 1 (17). – Т. 9. – С. 161–174.
8. Кокарев С.С. Теоретические оценки экспериментального эффекта сдвига спектра мощности сигнала кварцевого генератора в окрестности нестационарных процессов результаты // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2012. – 1 (17). – Т. 9. – С. 176–192.
9. Павлов Д.Г. Проверка гипотезы полевой природы времени. Доклад в МГУ, ноябрь 2015, <https://www.youtube.com/watch?v=eAf77t5HfQE>
10. Pavlov D.G., Kokarev S. S. Hyperbolic statics in space-time (Gravitation and Cosmology). – 2015. – Vol. 21. – No. 2. – P. 152–156.
11. Визит сэра Роджера Пенроуза в Россию в апреле 2013 // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2013. – 1 (19). – Т. 10. – С. 4–11.

SPACE, TIME, MATTER AND FUNDAMENTAL INTERACTIONS

D.G. Pavlov

The most important problems of modern physics are related to the geometry of space-time, the nature of elementary material objects and the fundamental interactions between them. Today, these problems tend to be solved in the sense that space-time has a pseudo-Riemannian metric, elementary particles are considered primary objects, and the fundamental forces between them are divided into 4 types and are attributed to electromagnetism, gravitation, weak and strong nuclear interactions. Very rare occurrence is a serious work suggesting the replacement of at least one of the above provisions, let alone all of them. And nevertheless, there are solid grounds for taking such a radical step.

Key words: geometry of space-time, fundamental forces, gravity, pseudo-Finsler metric of space-time, the law of refraction of hyperbolic field “rays”.