

**НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ О КОНЦЕПЦИИ ПРЕДГЕОМЕТРИИ,
РАЗРАБОТАННОЙ Ю.С. ВЛАДИМИРОВЫМ
И ПОЛОЖЕННОЙ ИМ В ОСНОВУ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ
О ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ
ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ**

Л.Г. Антипенко

Институт философии Российской академии наук

В программе физических исследований, сформулированной Ю.С. Владимировым и близкой к тем задачам, которые называются геометризацией физики, представлен оригинальный взгляд автора на сам творческий процесс в физике, начало которому положено в концепции физических структур Ю.И. Кулакова. *Метафизическую* концепцию Кулакова Владимиров использовал для создания геометрического образа мира с тем, чтобы перейти от него к исследованию структуры пространства-времени с последующим наполнением её физическим содержанием. В результате возникла *реляционная* теория пространства-времени, в основу которой положена аксиоматика, называемая предгеометрией.

В данной статье эта аксиоматика подвергается критическому осмыслению, отмечаются её положительные и отрицательные моменты. К числу недостатков автор *Замечаний* относит односторонний подход к понятию физического взаимодействия, где всякое воздействие или влияние одного физического объекта на другой представляется дальнедействующим в том смысле, что действие передаётся без какого бы то ни было посредника и с бесконечной скоростью. Другая точка зрения: дальнедействие должно быть дополнено близкодействием, ибо это два необходимых аспекта физической реальности. На них распространяется идея дополнительности Н. Бора: *contraria sunt complementa* (противоположности дополнительны).

Ключевые слова: предгеометрия, пространство, время, дальнедействие, близкодействие, геометризация физики, геометрия Лобачевского.

В этих заметках хотелось бы остановиться на рассмотрении физико-математических предпосылок реляционной теории пространства-времени, созданной Ю.С. Владимировым, и высказать некоторые соображения по поводу отдельных её недостатков и перспектив дальнейшего развития. Основной недостаток разработанной автором предгеометрии, по нашему мнению, в одностороннем использовании в ней понятия дальнедействия, о чём пойдёт речь ниже. Достоинство – аргументация в пользу того, что и пространство, и время имеют вероятностно-статистический характер, который скрадывается (в процедуре усреднения) в классической физике.

В целом же наши схождения и расхождения объясняются тем, что я строю свою пространственно-временную картину мира из более крупных блоков, или «кирпичей», – уже имеющихся в наличии, подготовленных

другими, а автор идёт от *ob ovo*. Поэтому уместно здесь будет поведать о тех предпосылках в решении данного вопроса, которые заимствованы мною у других незаурядных мыслителей. Среди них одно из первых мест принадлежит П.А. Флоренскому. Напомним кратко его концепцию организации пространства, тем более что она и сама по себе представляет немалый интерес для научного сообщества.

Хотя в его суждениях (речь идёт об одной из его работ) фигурирует только термин *пространство*, но сама постановка вопроса подводит нас и к понятию времени. Флоренский высказал идею об относительности разделения действительности на вещи, среду и пространство. Он указывал, что надо усвоить методику понимания того, как складываются мысленные модели окружающего нас мира. Если обратиться к пространству и реальности, то обычно реальность строится из вещей и среды, затем всё это помещается в пространство. «В действительности нет ни пространства, ни реальности, – нет, следовательно, также вещей и среды. Все эти образования суть только вспомогательные приёмы мышления, и потому, само собою понятно, они могут и должны быть неопределённо пластичными, чтобы предоставить возможность мысли всякий раз достаточно тонко приспособиться к той части действительности, которая в нашем случае представляет предмет особого внимания» [1. С. 81]. Можно говорить, например, «что самые вещи – не что иное, как «складки» или «морщины» пространства, места особых искривлений его...» и т.п. [1. С. 83].

Однако при выборе модели, при рациональном познании, отмечает он далее, свойства действительности *куда-то* должны быть помещены, то есть в пространство или в среду с вещами. Однако *куда* именно – это не определяется с необходимостью самим опытом и зависит от *стиля* мышления и вообще от строения мышления, а не от строения опыта. «Пространство, вещи или среда, любое из этих мысленных образований можно считать первым и от него отправляться; но что бы ни было взято за первое, непременно выступят в дальнейшем или явно, или прикровенно и другие мысленные образования: каждое в отдельности, при построении модели действительности, бесплодно» [1. С. 83].

Сделав же выбор, «мы вынуждены, по крайней мере в пределах известного времени и известной области действительности, то есть в некотором круге сходимости, своего выбора держаться и быть ему верными» [1. С. 84].

Оценивая весомость стиля и опыта в познании, всё-таки я склонен придавать больший вес опыту. Тем не менее возникает необходимость сделать некоторую переоценку раздела между вещами и явлениями, с одной стороны, и пространством – с другой. Эта переоценка диктуется опытом и математикой. Что касается времени, то время не есть среда, которую можно было бы включить в пространство – это можно сделать, как показывает релятивистская теория и практика, лишь локально, в виде пространственно-временного интервала между событиями, рассматриваемыми в инерциальных системах отсчёта. В общей структуре не-евклидовой геометрии Лобачевского отношения между пространством и временем выглядят иначе. Однако свойства

и времени, и пространства оказываются относительными в плане зависимости от двух видов связи между вещами и событиями. Скажем так: протяжённые вещи порождают протяжённость пространства. Вещи или события, лишённые протяжённости, «уничтожают» пространство-время. В квантовой механике представление о протяжённости или её отсутствии связано с представлением о взаимообмене между вещественными и мнимыми точками. Элементарные частицы предстают как «голые» точки в сцепленных событиях, между которыми реализуется мгновенная связь. Мнимые же точки находятся под контролем волновой функции, и без них никак нельзя обойтись. Первым физиком, который это прекрасно понял, был Пауль Эренфест (1880–1933). Воспроизведём здесь его рассуждения, обратившись к описываемому им опыту.

«Для материальной частицы, – писал Эренфест, – значения функции φ , удовлетворяющие дифференциальным уравнениям, определяют непосредственно локальные значения плотности вероятности наличия этой частицы. Напротив, это не так для удовлетворяющих максвелловским уравнениям полей ($H + iE$), характеризующих фотон.

Однако нарушение аналогии в принципе оказывается ещё более глубоким. Классические уравнения Максвелла представляют собой обычную теорию поля в четырёхмерном пространстве x, y, z, t . В первоначальной концепции де Бройля казалось естественным, что «волны материи так же должны подчиняться четырёхмерной теории поля, чётким подтверждением которой считались интерференционные эксперименты простейшего типа. Но мы лишились (быть может, не навсегда?!) веры в возможность такой теории поля, после того, как Шредингер для описания взаимодействия n электронов должен был использовать обобщение φ -функции на $3n$ -мерное «конфигурационное» пространство, причём все сделанные до этого попытки сохранить четырёхмерный континуум потерпели неудачу» [2. С. 173].

В примечании к с. 173 говорится: «Мы уже привыкли забывать о возникающем здесь глубоком конфликте с одним из наших фундаментальных физических представлений, а именно с представлением о том, что прямая первичная взаимосвязь осуществляется в природе только между такими величинами, описывающими состояние, которые принадлежат к бесконечно близко расположенным точкам t, x, y, z . Шредингеровское же дифференциальное уравнение для двух электронов, напротив, требует взаимосвязи t -величин в бесконечно малой области $t, x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2$ – континуума, в которой $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$ может быть равно любому количеству километров. Мы должны всё время помнить о том, какой необычной теорией является волновое уравнение Шредингера, если мы должны сохранить свою приверженность к четырёхмерной теории близкодействия».

Во всём этом, по мнению Эренфеста, замешана мнимая единица [2. С. 171, 172]. Но важно отметить здесь, что в его концепции квантовой механики (математический формализм и интерпретация) присутствуют именно две связи между событиями и вещами – близкодействие и дальнодействие (мгновенно устанавливаемая связь).

Теперь обратимся к сравнительному анализу того, как представлены эти концепции у П. Эренфеста и у Ю.С. Владимирова. «Заметим, – пишет Юрий Сергеевич, – что термин *дальнодействие* в литературе трактуется по-разному. Во-первых, данное понятие может означать взаимодействие между двумя объектами, передающееся на расстоянии без посредников. Во-вторых, этот термин часто ассоциируется с передачей воздействия одного объекта на другой с бесконечной скоростью безотносительно к наличию посредника. В-третьих, данный термин иногда связывается с тем, как быстро с расстоянием убывают соответствующие силы или потенциалы» [3. С. 164]. Автор избирает *передачу воздействий без посредников*.

В теорию дальнодействия входит теория бинарных систем комплексных отношений (БСКО), составляющая основу бинарной геометрофизики. Постулируется, «что элементы БСКО ранга (3,3) описываются 2-компонентными спинорами. Таким образом, на спинорное исчисление, давно используемое для описания элементарных частиц, можно посмотреть как на проявление в физике микромира БСКО минимально невырожденного ранга (3,3)» [3. С. 186].

Далее: «При введении бинарной геометрии неизменно возникает вопрос об интерпретации двух множеств новой геометрии: как понимать два множества элементов и как они соотносятся с точками единого множества общепринятой геометрии? Анализ показывает, что два множества элементов БСКО следует воспринимать в духе квантово-механических закономерностей, описывающих переход между двумя состояниями микросистем. Одно множество элементов БСКО характеризует начальное состояние системы, а второе – конечные состояния. При этом комплексные парные отношения, связывающие элементы противоположных множеств, представляют собой *прообразы амплитуды вероятности перехода системы из одного состояния в другое*. Отметим, что данная интерпретация вполне соответствует трактовке Аристотелем понятия движения. Он утверждал, что система не может находиться одновременно в исходном и конечном состояниях, а должно быть нечто третье, что их связывает и переводит возможность в действительность. Таковым третьим в данном подходе являются комплексные отношения между элементами двух видов. Примечательно, что на подобную связь квантово-механических понятий с воззрениями Аристотеля неоднократно обращал внимание В. Гейзенберг» [3. С. 187].

С чем я не могу согласиться в этой конструкции, хотя в красоте ей не откажешь, так это с тем, что точки предгеометрии остаются неизменными, «застывшими» в своём бытии. Можно ли в таком случае эту самую точку интерпретировать как элементарную частицу в квантовой физике? У электрона, например, есть внутренняя степень свободы – спин. А неизменная точка может вращаться? В моём представлении аналогичная точка получает такую возможность, потому что она, будучи маркированной комплексным числом, неизменно существует со своей ипостасью – комплексно сопряжённым числом. Их (эти ипостаси) нельзя разделить по той простой причине, что в физическом ракурсе они постоянно переходят друг в друга, отчего и реализуется вращение. А вот моделью такого движения и вращения служит не-евклидова

геометрия Лобачевского. Там, на прямой Лобачевского, вы найдёте вещественные и мнимые точки. Более того, на прямой Лобачевского вы можете выделить множество мнимых точек и представить его в качестве модели времени, поскольку мнимая единица может быть представлена со знаком плюс и со знаком минус. Но тогда вы должны считаться с тем, что времени позволено течь как в прямом, так и в обратном направлении. Очевидно, что эти две противоположные тенденции будут сочетаться с разными по весу вероятностями [4].

Высказанные выше суждения согласуются с предгеометрией по части статистики.

А разница заключается в том, что время автор предгеометрии трактует непременно как односторонний переход начального (квантового) состояния в конечное. Но ведь конечное состояние частицы в квантовой механике – это остановка её движения, фиксация в определённом месте в пространстве, что и называется редукцией волновой функции, имеющей место при процедуре измерения. Однако до всякой процедуры измерения время расходуется на процесс эволюции квантовой системы, описываемой уравнением Шредингера (или уравнением Дирака в релятивистском варианте квантовой механики).

В общем здесь встаёт очень важный вопрос: как избежать произвола при физической интерпретации математических терминов и закономерностей? В нашем конкретном случае, как представляется, надо учитывать естественный способ перехода от геометрии к физике. Не-евклидова геометрия Лобачевского как раз предоставляет такую возможность. В её структуре фигурирует размерная величина, известная под названием «абсолютная длина». Эта константа Лобачевского (обозначим её символом k_L) входит в семейство физических констант, таких как универсальная постоянная Планка h или скорость света c , и изучение её отношений с этими константами позволяет получать определённые научные результаты. Но в данном контексте особенно существенно то обстоятельство, что константа Лобачевского определяет меру линейного множества вещественных точек, за которым располагаются мнимые точки. При $k_L \rightarrow \infty$ геометрия Лобачевского превращается в геометрию Евклида, все мнимые точки удаляются с геодезической линии и она превращается в прямую Евклида.

Юрий Сергеевич обращается за поддержкой своей теории к В. Гейзенбергу, к той его цитате, в которой он ссылается на Аристотеля. Гейзенберг там пишет: «Позднее (после Платона. – Л.А.) понятие материи играло важную роль в философии Аристотеля – в его идеях о связи формы и материи, формы и вещества. Всё, что мы наблюдаем в мире явлений, представляет собой оформление материи. Материя, следовательно, является реальностью не сама по себе, но представляет собой только возможность, «потенцию», она существует лишь благодаря форме» [5. С. 89]. С этим, в свете квантовой физики, нельзя не согласиться, но при условии безотрывности формы от времени. Нельзя ведь отрицать того, что волновая функция есть форма, но разве она лишена времени? (Стоило бы прочесть по данному предмету Мартина Хайдеггера, друга Гейзенберга).

Ответ на вопрос о сущности пространства и времени приблизится в большей степени к истине, если мы обратимся с этим вопросом также к сотрудникам Гейзенберга – Г.-П. Дюрру, К.Ф. фон Вайцзеккеру, В. Паули. Обсуждая уравнение Гейзенберга, созданное им, по его замыслу, для описания динамики и связи всех элементарных частиц, Дюрр и Вайцзеккер напомнили об идее Паули о «раздвоении и уменьшении симметрии». «Раздвоение» подчиняется диалектическому принципу Н. Бора: *contraria sunt complementa* (противоположности дополнительные). Но Паули наделил один из этих противоположных полюсов (тот или другой) тенденцией к уменьшению симметрии. Тем самым было предсказано одно из самых значительных открытий в современной квантовой физике. Предсказано оно было Дюрром. Прочитируем его высказывание: «Нам кажется, что смысл раздвоения понят нами теперь, по крайней мере, в одном случае право-левой симметрии. Раздвоение действительно возникает за счёт того, что в теории относительности масса элементарной частицы выражается квадратным уравнением, имеющим два решения. Но уменьшение симметрии, надо сказать, ещё намного более интересно» [5. С. 347]. Выражение массы элементарной частицы квадратным корнем приводит к тому, что электрон предстаёт композитной частицей, в которой масса являет себя как средне-вероятностная величина, рассчитываемая по амплитудам вероятности в суперпозиции её отрицательного и положительного значений. Однако и это ещё не все результаты, к которым приводит идея Паули. «Из наличия такой ситуации, – говорит Дюрр, – с необходимостью следует – доказательства я сейчас не буду приводить, что должны существовать силы большей дальности действия, или элементарные частицы с исчезающей малой массой покоя» [5. С. 348] (подробнее см. в работе [4]).

Из наличия такой ситуации следует, что время и пространство (временная длительность и пространственная протяжённость) исчезают, когда мы рассматриваем дальнодействующую (мгновенную) связь между вещами и явлениями. Но одно дело – исчезновение пространства и времени при определённых обстоятельствах, и совсем другое дело, когда их заранее вообще нет, что мы видим в предгеометрии. Для меня без времени никакого бытия нет и быть не может. Есть только привация (недостача) времени при не-силовых (В.А. Фок) связях. Паули солидаризировался в этом вопросе с «мистическим» мировидением К. Юнга [6].

Возвращаясь к предисловию, можно сказать так: точки, лишённые протяжённости, обусловлены именно наличием такой мгновенной связи между объектами, представленными точками. В предгеометрии даётся её обоснование. Но в физике она не единственная.

В книге «Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий», изданной в 1996 году, Юрий Сергеевич во введении изложил по пунктам систему понятий, удовлетворяющих тем условиям, при которых может или должна быть создана реляционная теория. Воспроизведём этот перечень.

1. Она должна дать прообраз классических пространственно-временных отношений, опирающийся на собственную (не зависящую от классических) систему представлений.

2. Фундаментальные понятия такой теории должны быть пригодны для описания квантово-механических закономерностей.

3. Основные понятия теории должны описывать как прообраз пространственно-временных отношений в микромире, так и характеристики известных физических взаимодействий элементарных частиц.

4. Теория должна отвечать на вопрос: как перейти от системы отношений в микромире к классическим пространственно-временным отношениям?

5. От теории ожидалось обоснование ряда ключевых свойств классического пространства-времени, в частности наблюдаемой 4-мерности и сигнатуры (ответ на вопрос Э. Маха: «Почему пространство трёхмерно?»).

6. Теория призвана также прояснить вопрос о природе и особенностях (классификации) скрытых размерностей в многомерных теориях Калуцы–Клейна [7. С. 10–11].

Развитие теории такого рода, пишет автор, преследует и ряд других более отдалённых целей, таких как достижение прогресса в построении теории великого объединения физических взаимодействий, решение проблемы расходимостей в теории поля, построение квантовой гравитации и т. п. [7. С. 11].

Полагаем, что было бы на пользу делу, если бы автор составил краткий обзор тех задач, которые перечислены в шести вышеуказанных пунктах с отчётом о том, какие из них и в какой мере выполнены в порядке развития теории к настоящему времени. Во всяком случае, это было бы интересно для читателей. Но есть один решающий (срuсiаl) момент для реляционной теории пространства-времени, входящий в перечень *более отдалённых* целей. Его стоило бы поставить на одно из первых мест. Речь идёт о перенормировках и расходимостях.

Тут следовало бы получить, по моему мнению, ответы на следующие вопросы. Что значит превращение безразмерной точечной частицы (я, естественно, не упускаю из виду различие между физической частицей и её геометрическим образом) в объект, имеющий протяжённость в пространстве и времени? Что значит связанная с этим процедура перенормировки массы и электрического заряда электрона в рамках (для начала) квантовой электродинамики? Каков теоретический статус этой процедуры: имеет ли она какое-то логико-математическое оправдание или проводится сугубо *ad hoc*? Получив ответы на эти ключевые вопросы, можно было бы добраться и до супергравитации с её струнами и бранами, поставленными на место безразмерной точки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Флоренский П.А.*, священник. Собр. сочинений: статьи и исследования по истории и философии, искусства и археологии. М.: Мысль, 2000. 446, [1] с.
2. *Эренфест П.* Относительность. Кванты. Статистика: сборник статей. М.: Наука, 1972. 359 с.
3. *Владимиров Ю.С.* Пространство-время. Явные и скрытые размерности. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2015. 206 с.

4. Антипенко Л.Г. К вопросу о двуспинорной интерпретации решения квантово-релятивистского уравнения Дирака, описывающего свободное движение электрона // Успехи физических наук: трибуна. URL: <https://ufn.ru/tribune/trib6p.pdf>
5. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое / пер. с нем. М.: Наука, 1990. 400 с.
6. Jung C.G., Pauli W. The Interpretation of Nature and the Psyche. London: Routledge & Kegan, 1955.
7. Владимиров Ю.С. Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Ч. 1: Теория систем отношений. М.: Изд-во МГУ, 1996. 262 с.

A FEW REMARKS ON THE CONCEPT OF PREGEOMETRY DEVELOPED BY YU.S. VLADIMIROV AND LAID BY HIM THE BASIS OF IDEAS ABOUT THE PHYSICAL AND MATHEMATICAL STRUCTURE OF SPACE-TIME

L.G. Antipenko

Institute of Philosophy, RAS

In the program of physical research, formulated by Yu.S. Vladimirov and close to those tasks that are called the geometrization of physics, the author presents an original view on the creative process in physics, which began with the concept of physical structures of Yu.I. Kulakov. Vladimirov used Kulakov's *meta*-physical concept to create a geometric image of the world in order to move from it to the study of the structure of space-time with subsequent filling it with physical content. The result is a *relational* theory of space-time, which is based on axiomatic called pregeometry.

In this article, this axiomatics is subjected to critical reflection, its positive and negative points are noted. Among the shortcomings, the author of the *Remarks* refers a one-sided approach to the concept of physical interaction, where any effect or influence of one physical object on another seems to be long-range in the sense that the action is transmitted without any intermediary and at infinite speed. Another point of view: long-range action should be supplemented by short-range action, because these are two necessary aspects of physical reality. The idea of complementarity of N. Bohr extends to them: *contraria sunt complementa* (opposites are complementary).

Keywords: pregeometry, space, time, long-range, short-range interaction, geometrization of physics, Lobachevsky geometry.