
ПРОБЛЕМЫ ВОСПРИЯТИЯ ПРИНЦИПОВ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-2-107-116

РЕЛЯЦИОННАЯ ПАРАДИГМА: ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ

М.И. Сулова¹, А.А. Сидорова-Бирюкова²

¹ *Московское общество испытателей природы,
Российское философское общество*

² *Физический факультет Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова*

В чем причина невысокой популярности реляционных идей в обществе? И так ли это на самом деле? В данной статье мы сделали попытку посмотреть на основные принципы реляционизма свежим взглядом неспециалиста, ответить на вопросы, которые обычно задают его сторонникам, на общедоступном языке и, возможно, найти новые аргументы, чтобы сделать реляционные идеи более близкими и понятными широкому кругу заинтересованной аудитории.

Ключевые слова: реляционная парадигма, пространство-время, дальное действие, принцип Маха.

Введение

Реляционные взгляды в настоящее время не являются доминирующей физической парадигмой. Многие ученые считают положения реляционной концепции неестественными, далекими от научного мировоззрения и чуть ли не схоластическими. Тем не менее встречаются и те, кто сознательно выбрал именно их в качестве наиболее адекватного способа представления мира. На своих семинарах профессор Ю.С. Владимиров неоднократно высказывал убеждение в том, что за реляционной концепцией будущее. Об этом говорят и зарубежные коллеги. Вот мнение, например, физика-теоретика Ли Смолина, Институт Perimeter (Канада): «Я называю революцию в физике XX века реляционной. <...> Объединение квантовой теории с общей теорией относительности – задача по завершению реляционной революции». Если эти слова сбываются, реляционная концепция на определенном этапе своего развития станет

частью мировоззренческой системы цивилизованного мира. Однако уже сегодня следует более внимательно приглядеться к ее идеям, чтобы оценить, так ли уж они необычны и какое место необходимо отвести им в мировоззрении современного человека.

В настоящее время концептуальная часть реляционной картины мира, которую развивает Ю.С. Владимиров и его группа, по большому счету, сводится к трем положениям: «1) реляционный подход к природе пространства-времени; 2) описание взаимодействий в рамках концепции дальнего действия (взамен концепции ближнего действия); и 3) обусловленность локальных свойств материи глобальными свойствами всего окружающего мира (принцип Маха)» [1. С. 155–156].

Эти три положения взаимно дополняют друг друга и охватывают всю структуру мироздания. Но, к сожалению, каждое из них для понимания широкой аудиторией требует расшифровки, а для глубокого постижения концепции – еще и погружения в историю ее формирования. Рассмотрим эти положения по порядку.

1. Реляционный подход к природе пространства-времени

«Согласно реляционному подходу, пространство и время не являются самостоятельными сущностями, как это постулировалось И. Ньютоном (1643–1727), а представляют собой абстракцию от отношений между материальными объектами (или событиями с их участием)» [1. С. 156]. Это объяснение первого положения реляционной концепции взято из книги Ю.С. Владимирова, и если для физиков, возможно, к нему нет вопросов, то простым любителям науки сложно представить, как «от отношений между материальными телами» появляется «абстракция». Кстати, Ю.С. Владимиров в своих работах отмечает, что и многие физики в своей научной деятельности придерживаются противоположного – субстанциального подхода к природе пространства. Ничего удивительного тут нет, модель мироздания, в которой есть некая вечная, неизменная, ни от чего не зависящая и ни на что не влияющая, то есть абсолютная, среда и в нее помещены материальные тела, вполне соответствует интуитивному восприятию. Но это только на первый взгляд.

Вопрос о пространстве-времени оказывается труднее, чем кажется. Обманчиво наше отношение к этому понятию как к чему-то элементарному. На самом деле мы сами представляем собой крайне сложные системы, таковыми же являются и процессы нашего взаимодействия с окружающим миром, поэтому то, что кажется нам простым и естественным, вовсе не обязано быть таковым в физическом смысле, то есть представлять собой фундаментальные элементы мироздания.

Начать хотя бы с того, что само понятие пространства-времени не удастся четко определить, когда речь идет о физических системах. Это хорошо видно на примере общей теории относительности (ОТО). В классической ОТО рассматривается 4-мерное пространственно-временное многообразие, на котором заданы метрическое поле и поле распределения материи.

Уравнения ОТО связывают эти поля, тем самым определяя динамику искривленного пространства-времени. Только вот что именно включает это понятие? Во-первых, это может быть метрика, то есть метрическое поле и вычисляемые на его основе величины – временные промежутки, пространственные длины. Но ведь, как известно, физический смысл этим величинам придает наличие материальных объектов, поэтому пространство-время может включать в себя и поля материи – это второй вариант. Наконец, это может быть само 4-мерное многообразие, на котором заданы поля, что ближе всего к нашему интуитивному представлению о пространстве-времени как «совокупности точек пространственно-временного континуума». Однако именно это определение оказывается физически бессмысленным. Дело в том, что уравнения ОТО должны оставаться верными при любых гладких трансформациях многообразия, а это значит, что физические свойства системы невозможно определить как функции абсолютного положения точки в этом многообразии.

Таким образом, абсолютного пространства-времени, которое можно было бы понимать как фон для действия силовых полей, не существует. Как сказал физик-теоретик Карло Ровелли, «нет больше полей в пространстве, есть только поля в полях» [2]. Мало того, что невозможность четко определить пространство-время не согласуется с нашим интуитивным восприятием, она еще и создает философские проблемы, ведь существование чего-либо предполагает нахождение в определенном месте пространства в течение достаточно длительного промежутка времени, а как быть, если статус самих пространства и времени под вопросом?

В этой ситуации реляционный подход предлагает естественное решение. Вместо абсолютного пространства-времени используются относительные характеристики – пространственные и временные. Можно сказать, что математически идеальные часы и длины заменяются физическими часами и стержнями, отражающими временные и пространственные отношения между событиями. Это и есть те самые упомянутые выше «отношения между материальными объектами». О том, что «пространство и время – всего лишь регистрационные приборы для удобной записи соотношений между объектами и событиями во Вселенной», говорил еще Готфрид Лейбниц. Примечательно отношение к этой фразе современного физика-теоретика Брайана Грина: «Несмотря на то, что точка зрения Ньютона... господствовала в течение более двух сотен лет, позиция Лейбница, развитая австрийским физиком Эрнстом Махом, гораздо ближе к современной картине» [3].

Выше был рассмотрен лишь первый шаг в «ликвидации» пространства-времени. Еще более серьезные вопросы возникают, когда мы пытаемся понять, из чего же оно сделано на элементарном уровне. Эти вопросы приводят к размышлению о том, на каком основании мы считаем геометрические понятия более фундаментальными, чем физические. Быть может, все как раз наоборот – геометрические примитивы должны пониматься как обобщения свойств физических объектов? Вопрос о возможности выводить законы геометрии из более фундаментальных структур особенно остро встал при попытках создания теории квантовой гравитации. Все попытки проквантовать

гравитационное поле «в лоб», понимая его элементарные составляющие как мельчайшие частицы пространства-времени, не привели к успеху. В результате стали выдвигаться предположения о негеометрической природе квантов пространства-времени.

Здесь нет ничего неожиданного, точно так же свойства одной молекулы воды не имеют ничего общего со свойствами воды как непрерывной среды. Что касается возможной природы кванта пространства-времени, в настоящее время существует огромное количество моделей, берущих за основу самые различные структуры (см, например, обзор [4]), начиная с хрестоматийной концепции спиновых сетей Роджера Пенроуза [5] и заканчивая недавно предложенной моделью причинных множеств [6]. Большинство этих фундаментальных структур являются комбинаторными, то есть дискретными сущностями, которые подчиняются алгебраическим закономерностям. Дискретный характер этих сущностей отвечает фундаментальной квантовости природы на элементарном уровне. Это означает, что фундаментальные степени свободы на самом деле не являются непрерывными, и непрерывное пространство-время «распадается» на негеометрические элементы, из которых должно возникать в пределе суммы бесконечно большого числа таких элементов.

Вместе с непрерывным пространством-временем на элементарном уровне исчезают и все связанные с ним понятия: направление в пространстве или времени, геометрические законы, метрические поля и поля материи – все они должны возникать как новые «эмерджентные» свойства коллективного взаимодействия очень большого числа элементарных составляющих. Причем оказывается, что существует множество вариантов таких свойств и важно обосновать необходимость возникновения свойств именно той Вселенной, которую мы наблюдаем.

Изложенный выше реляционный взгляд на пространство-время обычно вызывает ряд вопросов. Рассмотрим некоторые из них.

Вопрос: Если пространство – абстракция, то что делать с его трехмерностью? Длина, ширина и высота – это количественные характеристики материальных объектов. Абстракция – это мыслеформа, отвлеченное понятие и количественных характеристик материального объекта не может иметь, иначе это уже не абстракция, а материальный объект.

Ответ: Да, все правильно, и неуклюжее слово «мыслеформа» вполне уместно; многие философы представляли пространство и время как мыслительные формы, вот хотя бы индийские йоги, у них мастер «видит кинокартину космоса,двигающуюся взад и вперед на экране его сознания. Таким образом, он знает, что время и пространство суть *измерительные формы мысли*, показывающей космические кинокартины» [7]. Что касается трехмерности пространства (или четырехмерности пространства-времени), то теория бинарных систем комплексных отношений, созданная в рамках реляционной идеологии, показывает, что именно такая сигнатура возникает естественным образом при рассмотрении систем отношений минимального ранга (самых простых).

Вопрос: Если пространство возникает только «от отношений между материальными телами», то одно материальное тело не может создать пространство?

Ответ: Смотря, что понимается под материальным телом. Если это макрообъект, то он состоит из огромного числа микрообъектов, находящихся во взаимоотношениях, которые и создают свойство протяженности макротела, а значит, и 3-мерное пространство, в которое оно погружено. Это как раз тот самый огромный ансамбль элементарных объектов, сумма отношений между которыми создает то, что мы называем пространством. Если же речь идет об одном микрообъекте, то – да, действительно, один элементарный объект не может создать непрерывного пространства, так как для перехода к непрерывности требуется бесконечно большое число дискретностей. Но вообще-то это вопрос чисто умозрительный, так как существование единственного объекта невозможно, хотя бы потому, что первичными являются отношения, а они предполагают не менее двух партнеров. А во-вторых, реляционная парадигма не склонна рассматривать изолированные системы, «вырезанные» из мира, ей свойствен глобальный подход, в духе принципа Маха, то есть стремление рассматривать всю Вселенную как единое целое.

Вопрос: Если пространство возникает только «от отношений», то какие конкретно процессы происходят в этих отношениях между материальными телами?

Ответ: «Процессы» происходят в пространстве и времени, поэтому говорить о них на элементарном уровне бессмысленно. Но можно сказать, что между объектами происходит обмен свойствами, вне времени и пространства. Подробнее этот вопрос будет рассмотрен в следующем разделе.

2. Описание взаимодействий в рамках концепции дальнего действия

Второе положение реляционной концепции пространства-времени касается взаимодействия между физическими объектами. Всего в физике исторически сложились две теории взаимодействий: теория близкого действия и теория дальнего действия. Объяснить любителю науки, что такое близкое действие будет несложно, а вот с дальним действием все очень непросто, потому что повседневный опыт не дает нам примеров, как тела «взаимодействуют друг с другом непосредственно на расстоянии» [1. С. 158], при этом между ними ничего не распространяется. Некоторые ученые считают теорию дальнего действия научной архаикой, но в реляционной концепции тела взаимодействуют именно по принципу дальнего действия. Попробуем аргументировать эту позицию.

Анализируя концепцию близкого действия, можно заметить, что она таит в себе элемент обмана. Действительно, вся материя, в том числе то, что называется «полями», в конечном счете квантована, то есть существует в виде отдельных элементарных порций, а значит, взаимодействие между этими мельчайшими частями материи все равно передается непосредственно, без участия некоего промежуточного агента. Может быть, таким агентом является

само пространство-время, в соответствии с ОТО? Однако, ввиду положения № 1, пространство-время не имеет самостоятельного онтологического статуса, а значит, элементарное взаимодействие не удастся воплотить в чем-либо, имеющем пространственно-временное выражение. При таком положении вещей вполне естественно выглядит концепция дальнего действия.

Часто можно услышать сетования на то, что конкретные механизмы дальнего действия не описаны. Да, понимание и математическое описание таких механизмов есть сложнейшая задача, стоящая перед современными физиками-реляционистами. Какими бы они ни были, важно подчеркнуть, что в реляционной идеологии первичным является взаимоотношение объектов и его свойства, которые определяют эти объекты и их свойства, а не наоборот. Наглядным образом этого положения могут служить качели-коромысло, которые стоят на детской площадке и не придут в действие до тех пор, пока ими не воспользуется подходящая пара детей, именно пара – подходящих по весу и прочим параметрам, которые определяются конструкцией качелей. Кстати, первичный характер взаимодействия соответствует принципу экономии понятий – как минимум в два раза, ведь взаимодействующих объектов всегда не менее двух.

(Взгляд на отношения как нечто более важное, чем объекты, кажется естественным далеко за рамками физики; так, рассуждая о взаимоотношениях между людьми, мы прежде всего выделяем основные типы отношений – сотрудничество, дружбу, любовь, тогда как бесконечные конкретные реализации этих отношений с участием разнообразных партнеров оказываются вторичными.)

Итак, с реляционной точки зрения, взаимодействие не имеет пространственно-временного выражения, оно существует в возможности и реализуется, как только находится подходящая пара объектов, скажем, источник и приемник. В этой связи интересно вспомнить провокационный вопрос, часто задаваемый реляционистам оппонентами, – где находится энергия сигнала, передаваемая от источника к приемнику, во время его движения от первого ко второму? Очевидно, что если взаимодействие происходит вне времени и пространства, то сама постановка вопроса оказывается некорректной. Ситуация совершенно аналогична той, что складывается при использовании метода S-матрицы рассеяния, предложенного Ричардом Фейнманом. Этот метод предполагает, что реакции, в которых элементарные частицы обмениваются импульсами, спинами и другими параметрами, рассматриваются вне времени и пространства, которые просто оказываются не нужны для расчетов [8].

Вот как сам Фейнман говорил об этой «новой мысли» в нобелевской лекции: «Вместо того, чтобы говорить о волновых функциях, мы можем поступать следующим образом. Пусть у нас имеется некоторый источник, испускающий частицу, и детектор, который может ее обнаружить. Тогда мы можем определить амплитуду вероятности того, что источник испустит, а детектор уловит эту частицу. При этом нам не нужно будет уточнять, в какой именно момент времени частица была испущена источником или в какой именно момент времени она попала в детектор. Нам не требуется также фиксировать ни

одно из промежуточных состояний частицы. Достаточно найти амплитуду вероятности всего эксперимента в целом. А затем мы могли бы, не пользуясь никакими волновыми функциями, рассматривать вопрос о том, как изменится эта амплитуда, если на пути от источника к детектору возможно рассеяние, если повернуть систему, изменить углы и т. д.» [9]

Наконец, еще один вопрос, который перекликается с первым положением о пространстве-времени.

Вопрос: Если в концепции дальнодействия «НИЧТО не распространяется между телами», то как из «НИЧТО» возникает пространство?

Ответ: Имеется в виду, что между объектами не происходит процесса распространения чего-либо в пространстве и времени. Надо помнить, что первичными являются отношения и реализуются они не путем какого-либо процесса в пространстве-времени, а как некоторое правило, закон, определяющий свойства элементарных объектов, находящихся в этих отношениях. Коллективное поведение бесконечно большого числа таких объектов и приводит к наблюдаемым на макроуровне процессам, которые мы воспринимаем как происходящие в пространстве-времени.

3. Принцип Маха

Наконец, третье положение реляционной концепции, а именно, «обусловленность локальных свойств материи глобальными свойствами всего окружающего мира (принцип Маха)» вполне доступно для понимания любого образованного человека. Мы уже привыкли думать, что мир един и везде во Вселенной действуют одни и те же законы, которые и формируют эти самые «глобальные свойства». Однако самое простое для понимания положение одновременно и самое провокационное, потому что заставляет задуматься об источнике глобальных свойств и закономерностей окружающего мира.

Вопрос: Какие же свойства следует выбрать в качестве первичных – глобальные или локальные?

Ответ: Как и предыдущие два положения, принцип Маха тоже переворачивает наши интуитивные представления, основанные на повседневном опыте. Мах пишет: «Дело в том, что природа не начинает с элементов, как мы вынуждены начинать» [10. С. 199]. Мы воспринимаем свойства мира локально, здесь и сейчас, и не всегда отдаем себе отчет в том, что изучаемое нами – не изолированная система, а часть единой Вселенной. Идея о том, что сложное можно изучать, разделяя его на простое, наиболее привычен современной науке, основанной на анализе. Этому методу соответствует математический аппарат интегро-дифференциального исчисления, введенный в физику Ньютоном. Здесь уместно вспомнить приведенную выше цитату Брайана Грина о том, что, несмотря на господство в течение 200 лет, этому способу вычислений есть многообещающие альтернативы. В основе альтернативных методов лежат не непрерывные геометрические понятия, а дискретные величины, связанные алгебраическими законами. В самом деле, давно известно, что законы геометрии Евклида и Лобачевского можно записать в виде систем

алгебраических уравнений (которые следуют из равенства нулю определителей Кэли-Менгера или Грама). Если бы физика пошла по пути использования алгебраического, а не интегро-дифференциального исчисления, реляционная парадигма могла бы оказаться доминирующей.

В настоящее время на основе подобного математического аппарата создан ряд теорий: теория систем отношений, теория прямого взаимодействия, теория бинарных систем комплексных отношений, которые с успехом используются для построения физической картины мира в рамках реляционного подхода [Владимиров]. В книге можно найти подробное описание достигнутых результатов. Приведем яркий пример, связанный с принципом Маха.

В современной физической теории систему принято характеризовать некоторой величиной (функционалом действия, гамильтонианом, пр.), куда входят слагаемые двух типов, одни характеризуют свободное движение элементов системы, а другие – взаимодействие между ними. При этом подразумевается, что свободное движение тел происходит в независимом от них пространстве-времени. С точки зрения реляционной парадигмы право на существование имеют только члены второго типа, а введение первых выглядит искусственным приемом. Последовательное применение принципа Маха предписывает учитывать не только взаимодействие между парами элементов рассматриваемой системы, но и между каждым из них и всем остальным миром. Замечательно, что аккуратный учет такого взаимодействия с третьими партнерами (в рамках теории прямого взаимодействия) привел к появлению в функционале действия слагаемых, в точности равных тем, которые обычно вводятся для учета «свободного» движения. Таким образом, «свободное» движение оказывается «завуалированным результатом взаимодействия выделенного объекта со всеми частицами окружающего мира» [11].

В последние десятилетия формируется принципиально новый метод познания, так называемое системное мышление, созданный как альтернатива механистическому методу ньютоновской физики [12]. Это попытка выработать целостное представление обо всех явлениях: физических, биологических, социальных на основе единых принципов. Его ключевыми компонентами являются теория сложности, нелинейная динамика, фрактальная геометрия, теория аутопоэза, модели организации и сетевых структур и ряд других. Главный вывод, который делают авторы, состоит в том, что необходимо пересмотреть наше отношение к миру, исходя из коллективных интересов, которые будут гарантировать индивидуальное благополучие, а не наоборот, как было до сих пор, что и привело мир на грань экологической (а теперь, когда пишутся эти строки, и эпидемиологической) катастрофы.

Заключение

Некоторые считают, что наука может и должна объяснить не только как устроен мир, но и почему он так устроен. Однако сегодня наука не уверена даже в том, что везде во Вселенной действуют одни и те же законы и что они неизменны во времени, не говоря уже о том, почему та или иная картина мира

должна быть предпочтительнее других. Уверенный ответ имеется только у людей, верящих в Бога, а такие есть и среди ученых. Остальным приходится полагаться на свою интуицию. Наверное, это и хорошо, что каждый из нас создает свою картину мира так, как ему кажется наиболее рациональным; ведь мы имеем возможность общаться друг с другом, а значит, корректировать наши представления, делая их все более совершенными в стремлении к единой картине мира. Самый важный вопрос – можем ли мы быть уверенными в том, что эта коллективно созданная картина будет правильной. Здесь есть два сильных аргумента. Во-первых, все мы – плоть от плоти части этого мира, все его законы работают внутри нас, в каждом атоме. Именно поэтому можно надеяться, что наша интуиция, основанная на опыте многочисленных поколений (включая и эволюцию еще неживой материи) дает нам верные ориентиры [13]. Ну а если этого недостаточно, есть еще один критерий – практика. Как сказал физик Дэвид Дойч в своей книге «Структура реальности», «Самолеты ведь летают» [14], имея в виду, что нам удастся воплотить задуманное. Тот же аргумент использован и в Веданта-сутрах: «Если бы всякое размышление было необоснованно, то все течение практической жизни людей было бы прекращено» [15].

Благодарности

Авторы выражают признательность Ю.С. Владимирову за постоянное внимание и поддержку работы по популяризации развиваемых им идей, а также А.В. Соловьеву за многочисленные обсуждения и полезные замечания, сделанные при подготовке данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимиров Ю.С.* От геометрофизики к метафизике: Развитие реляционной, геометрической и теоретико-полевой парадигм в России в конце XX – начале XXI века. Состояние и перспективы. М.: ЛЕНАНД. 2019. 408 с.
2. *Rovelli C.* Quantum Gravity. Cambridge Monographs on Mathematical Physics, 2004. P. 71.
3. *Грин Б.* Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2017. 288 с.
4. *Oriti D.* The Bronstein hypercube of Quantum Gravity, arXiv:1803.02577v3 [physics.hist-ph]
5. *Пенроуз Р.* Путь к реальности, или Законы, управляющие вселенной». М., Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. 912 с.
6. *Cortes M., Smolin L.* Energetic causal sets, arXiv:1308.2206 [gr-qc] // Physical Review D. Vol. 90. Eid 044035.
7. Парамаханса Йогананда. Бхагавад Гита. М.: София, 2015. 1232 с.
8. *Соловьев А.В.* Проблемы описания физических взаимодействий в реляционной парадигме // Метафизика. 2018. № 1. С. 16–23.
9. *Фейнман Р.* Характер физических законов. М.: Мир, 1968. С. 214.
10. *Мах Э.* Механика: историко-критический очерк ее развития. Ижевск: Ижевск. Респ. Типография, 2000. 456 с.
11. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. Книга 3: Реляционные основания искомой парадигмы. М.: ЛЕНАНД/URSS, 2017. 256 с.
12. *Капра Ф., Луизи П.Л.* Системный взгляд на жизнь: целостное представление. М.: УРСС, 2019. 512 с.

13. *Свердлов А.Г.* Как эмоции влияют на абстрактное мышление и почему математика так невероятно точна. М.: Едиториал УРСС, 2016. 256 с.
14. *Дойч Д.* Структура реальности. Наука параллельных вселенных. М.: Альпина нон-фикшн, 2015. 430 с.
15. *Мюллер М.* Шесть систем индийской философии. М.: Альма Матер, Академический Проект, 2009. 432 с.

RELATIONAL PARADIGM IN ASKS AND ANSWERS

M.I. Suslova¹, A.A. Sidorova-Biryukova²

¹ *Moscow Society of Naturalists, Russian Philosophical Society*

² *Physical Faculty, Lomonosov Moscow State University*

What is the reason for a minor success of relational ideas in scientific and public society? Are they actually that weird as they seem at the first glance? Here we try to give a fresh-eye look to the relational cornerstones (secondary nature of space-time, action at a distance, and Mach's principle). We consider some typical questions usually asked by the opponents, both physicists and wide audience, to find some new arguments in favor of this concept.

Keywords: relational paradigm, space-time, action at a distance, Mach's principle.