
РЕЛЯЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРИРОДЕ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

ИДЕИ РЕЛЯЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПРИРОДЕ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

Ю.С. Владимиров

Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Последовательно изложена цепочка идей, позволяющая приступить к конкретной перестройке оснований физики в рамках реляционно-статистического подхода к природе пространства-времени и физических взаимодействий. Эти идеи (звенья единой цепочки) представлены в виде четырех групп: 1) реляционная переформулировка классических пространственно-временных представлений, 2) реляционное описание физики микромира, 3) описание физических взаимодействий в рамках бинарных систем комплексных отношений, 4) реляционно-статистическая природа мироздания.

Ключевые слова: реляционная парадигма, отношения, пространство-время, физические взаимодействия, теория систем отношений, бинарные системы комплексных отношений, квантовая теория, теория гравитации.

В в е д е н и е

В последнее время все более настойчиво высказывается мысль о необходимости развития реляционно-статистического подхода к природе пространства-времени и физических взаимодействий. Именно этому направлению посвящены многолетние исследования в нашей группе. Они возникли на базе настойчивых попыток построения квантовой теории гравитации, точнее, – попыток совмещения принципов общей теории относительности и квантовой теории [1]. В результате сложилась твердая убежденность в том, что решение этой задачи возможно лишь на базе решения еще более глубокой проблемы – вывода классических пространственно-временных представлений из неких более элементарных физических факторов и закономерностей, вместо того чтобы продолжать подкладывать готовое классическое

пространство-время под все наши физические построения и теории. Есть все основания утверждать, что решение этой проблемы составляет главную задачу фундаментальной теоретической физики первой половины XXI века.

В наших работах постепенно вырисовался путь решения этой проблемы на базе реляционно-статистического подхода к природе физического мироздания. В связи с этим напомним, что в настоящее время все основные физические теории и программы в фундаментальной теоретической физике можно разделить на три группы (метафизические парадигмы) [2]: теоретико-полевую, геометрическую и реляционную. Доминирующая ныне теоретико-полевая парадигма, в рамках которой формулируется квантовая теория, опирается на две ключевые категории: априорно заданное пространство-время и на определенное на его фоне поле амплитуды вероятности различных полей, как бозонных, так и фермионных. Геометрическая парадигма, в центре которой находится общая теория относительности, также опирается на две обобщенные физические категории: искривленное (а возможно, и еще более общее) пространство-время и на материальные источники, вложенные в это пространственно-временное многообразие. Наконец, реляционная парадигма опирается на два типа отношений между событиями и материальными объектами: пространственно-временные и токовые. В этом подходе готовое пространство-время заменено системой отношений между событиями. Исследования в этом направлении не так широко известны, как теории из первых двух парадигм и поэтому нуждаются в более подробных пояснениях.

Подчеркнем, что развиваемая в наших работах программа в рамках реляционного подхода всецело опирается на совокупность идей, ранее уже высказывавшихся рядом мыслителей (часто в рамках иных парадигм), причем некоторые из них впервые были высказаны очень давно и неоднократно повторялись в последующем. Наша заслуга состоит главным образом в том, что в рамках реляционного подхода удалось их выстроить в единую самосогласованную цепочку, добавив лишь несколько новых соображений, открывшихся на рубеже XX и XXI вв.

В данной статье изложена последовательность главных идей, позволяющих приступить к конкретному воплощению программы перестройки физики на базе реляционно-статистического подхода к природе пространства-времени и физических взаимодействий. Они представлены в виде своеобразной цепочки звеньев, разбитых на четыре группы.

I. Реляционная переформулировка классической физики

Прежде чем приступать к выводу классических пространственно-временных представлений, необходимо их переформулировать на новой, реляционной основе и затем должным образом их проанализировать. И только после этого можно будет решать задачу построения общепринятой геометрии исходя из неких более элементарных понятий и закономерностей физики микромира, также имеющих реляционный характер.

1. *Идея выбора реляционного подхода к природе пространственно-временных отношений.*

Выбор реляционного подхода к природе классического пространства-времени определяется тем, что ни в теоретико-полевой, ни в геометрической парадигме невозможно решить сформулированную выше задачу. В теоретико-полевой парадигме ключевым понятием является физическое поле, однако для его определения необходимо наличие пространственно-временного континуума. В геометрической парадигме также невозможно приступить к решению поставленной задачи, поскольку в классических геометриях речь идет лишь об изменениях свойств уже имеющегося пространственно-временного многообразия: метрических, топологических или коэффициентов связности.

После всего изложенного выше нет нужды подробно напоминать, что идеи реляционного подхода на качественном уровне выдвигались Г. Лейбницем, Д. Юмом, Э. Махом и рядом других мыслителей в разные века (см. в [3]).

2. *Идея использования теории систем отношений как математического аппарата, адекватно описывающего реляционную природу пространства-времени.*

Для построения физических теорий всегда необходимо подобрать под ведущие физические идеи соответствующий им математический аппарат. Так было при построении общей теории относительности и квантовой механики, – это в полной мере относится и к построению реляционной теории классического пространства-времени. Здесь подсказку дают идеи Г. Лейбница и Э. Маха о замене пространственно-временного континуума совокупностью *отношений* между материальными объектами и событиями. *Отношение в виде некой числовой характеристики – вот понятие, являющееся ключевым в реляционной теории.*

Однако содержательная теория возникает лишь после того, как будут сформулированы закономерности, которым удовлетворяют отношения между элементами теории. Это можно осуществить на основе математического аппарата теории физических структур, предложенного во второй половине XX в. в работах Ю.И. Кулакова с сотрудниками [4–6] и одобренного И.Е. Таммом (см. в [7]). Этот аппарат фактически представляет собой основы универсальной алгебраической теории систем отношений. В ней ключевым понятием является *закон*, означающий наличие некоего алгебраического соотношения, т. е. некой равной нулю функции, аргументами которой являются парные числовые отношения между r элементами некоторого множества M (рис. 1). Постулируется, что имеет место *условие фундаментальной симметрии*, означающее, что закон системы отношений выполняется для любой выборки из r элементов рассматриваемого множества. Число элементов r , содержащихся в законе, называется *рангом*. Наличие закона фундаментальной симметрии и ряда некоторых вспомогательных соображений

позволяет записать систему функционально-дифференциальных уравнений и найти совокупность возможных законов для каждого конкретного ранга r .

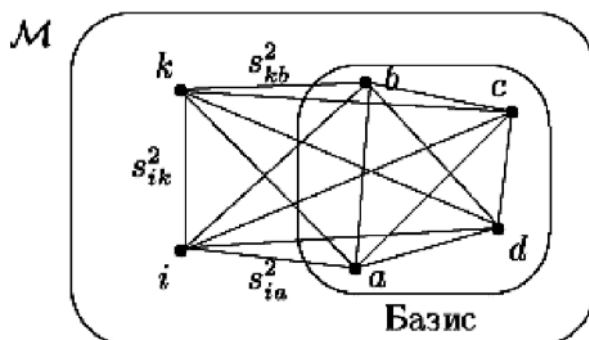


Рис. 1. Графическая иллюстрация теории унарных (на одном множестве элементов M) систем отношений. Внутренним овалом выделена система эталонных элементов, отношения к которым определяют координаты всех неэталонных элементов

В работах Ю.И. Кулакова и его группы было показано, что известные классические геометрии с симметриями можно понимать как унарные системы вещественных отношений определенных рангов. При этом понятие ранга заменяет общепринятую в геометрии размерность n . Имеет место соотношение $n = r - 2$. В частности, 3-мерные геометрии Евклида, Лобачевского или Римана (пространств постоянной положительной кривизны) можно трактовать как проявления унарных систем вещественных отношений ранга $r = 5$. В них законы записываются в виде равенства нулю определителей типа Кэли–Менгера или Грама, построенных из парных отношений между r элементами.

3. *Идея использования концепции дальнего действия для построения классической теории физических взаимодействий в реляционном подходе.*

Если избран реляционный подход к природе пространства-времени, то далее для описания физических взаимодействий *необходимо использовать именно концепцию дальнего действия*, так как теперь невозможно ввести переносчики взаимодействия, распространяющиеся по пространственно-временному фону, которого просто нет. Необходимо строить теорию без использования понятия полевых переносчиков взаимодействий в качестве исходной физической категории. Здесь подсказку дает теория прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия Фоккера–Фейнмана, опирающаяся на принцип Фоккера, в котором взаимодействие описывается лишь через характеристики взаимодействующих частиц [8].

Поскольку, как уже было отмечено, во второй половине XX в. уже была создана универсальная теория систем отношений, необходимо было только разглядеть в принципе Фоккера наличие двух систем отношений: пространственно-временных и токовых. Пространственно-временные отношения входят в принцип Фоккера в виде дельта-функции от квадрата интервала

между взаимодействующими заряженными частицами, а токовые отношения представлены скалярным произведением электрических токов двух частиц. Закон первого отношения характеризуется равным нулю определителем Кэли–Менгера, а закон второго – равным нулю определителем Грама. Два вида отношений означают дуалистический характер теории прямого межчастичного взаимодействия. В этом смысле данная теория также дуалистична, как и теории геометрической и теоретико-полевой парадигм.

4. Идея обоснования запаздывающего характера взаимодействий посредством учета принципа Маха.

Поскольку в теории прямого межчастичного взаимодействия опережающие и запаздывающие взаимодействия выступают на равной ноге, то для обеспечения принципа причинности необходимо использовать принцип Маха, понимаемый как зависимость локальных свойств физических систем от свойств и глобального распределения материи в окружающем мире (Вселенной). Этот результат уже был получен в 1945 г. в работе Р. Фейнмана и Дж. Уилера [9]. Было показано, что при рассмотрении электромагнитного взаимодействия двух заряженных частиц необходимо учитывать вклады от влияния на них со стороны всех других частиц окружающего мира. В итоге оказывается, что опережающие воздействия уничтожаются, а запаздывающие удваиваются.

5. Идея о вторичном характере гравитационных взаимодействий.

Существенным новым результатом реляционного подхода к физическим взаимодействиям является тот факт, что *гравитационное взаимодействие следует считать не первичным, а следующим из более элементарного электромагнитного взаимодействия*. Этот вывод основывается на естественном предположении, что миноры из определителей в законах унарных систем отношений имеют некий геометрический или физический смысл. Именно так обстоит дело в случае пространственно-временных отношений, когда из миноров детерминантов в законе строятся объемы, площади, углы и определяются координаты. Предлагается рассмотреть физический смысл миноров из определителя Грама, характеризующего закон токовых отношений. Запись простейшего диагонального минора второго ранга в тензорном виде приводит к выражению, входящему в обобщение принципа Фоккера для линеаризованной теории гравитации [10], ранее полученного в работах Я.И. Грановского, А.А. Пантюшина [11] и ряда других авторов. Как показано в наших работах, нелинейные слагаемые, соответствующие закономерностям общей теории относительности, описываются диагональными минорами более высокого ранга. Они соответствуют учету кроме 2-частичных еще 3-частичных и 4-частичных взаимодействий. Более подробно эти результаты и ряд следствий из них изложены в наших работах (см. в [12]).

Подчеркнем тот факт, что утверждение о вторичном характере гравитационных взаимодействий не является новым. Ранее, исходя из иных соображений, эту идею выдвигали А.Д. Сахаров [13], С.Л. Адлер и ряд других исследователей.

Исходя из проведенных исследований, можно утверждать, что в рамках классической физики реляционный подход оказывается эквивалентным общепринятой теории поля (электромагнитного и гравитационного), что свидетельствует о его правомерности. Однако это не решает поставленной проблемы вывода классических пространственно-временных отношений из неких более элементарных физических факторов и закономерностей, а лишь имеет подготовительный характер. Для ее решения необходимо перейти от масштабов классической теории к физике микромира.

II. Реляционное описание физики микромира

Оказывается, реляционный подход к общепринятой геометрии и классической физики можно обобщить и для описания закономерностей физики микромира, в первую очередь для построения новой интерпретации квантовой механики.

6. Идея о вторичном характере классических геометрий, которые можно получить посредством квадрирования нового типа геометрий – бинарных.

Продвинуться в деле реляционного описания закономерностей микромира позволяет открытый Ю.И. Кулаковым [4–6] класс бинарных систем отношений, в которых постулируется существование не одного, а двух множеств элементов и наличие отношений между элементами противоположных множеств (см. рис. 2). Теория бинарных систем отношений строится по образу и подобию теории унарных систем отношений, только теперь ранг теории определяется двумя целыми числами (r, s), характеризующими количества элементов каждого из двух множеств, входящих в закон бинарной системы отношений. Поскольку из унарных систем отношений следуют общепринятые геометрии, а бинарные системы отношений строятся по тем же правилам, то естественно назвать бинарные системы отношений *новым типом геометрий – бинарных*.

В рамках теории бинарных систем отношений получено несколько принципиально важных результатов. Во-первых, эта теория оказалась значительно проще теории унарных систем вещественных отношений. Для бинарной теории вещественных отношений оказалось возможным найти все возможные законы отношений и указать ранги, для которых отсутствуют решения.

Во-вторых, было показано, что не существует содержательных теорий систем отношений на трех и более множествах (теорема Михайличенко). Таким образом, имеются содержательные теории систем отношений только на одном или на двух множествах элементов.

В-третьих, – что наиболее важно для наших целей, – было показано, что *от теории бинарных систем отношений можно перейти к теории унарных систем отношений путем своеобразной склейки элементов из двух противоположных множеств* (см. рис. 3). При этом отношения между склеенны-

ми элементами одного нового множества строятся из отношений бинарной геометрии. Этот результат позволяет сделать чрезвычайно важный вывод: *общепринятые геометрии на одном множестве элементов (т. е. унарные геометрии) можно считать вторичными образованиями, сконструированными из более элементарных бинарных геометрий.* По образному выражению Кулакова, используемые в общепринятой геометрии точки являются «серыми», образованными склейкой «белых» и «черных точек» бинарной геометрии. Из этого обстоятельства вытекает ряд далеко идущих следствий, чрезвычайно важных для реализации поставленной задачи.

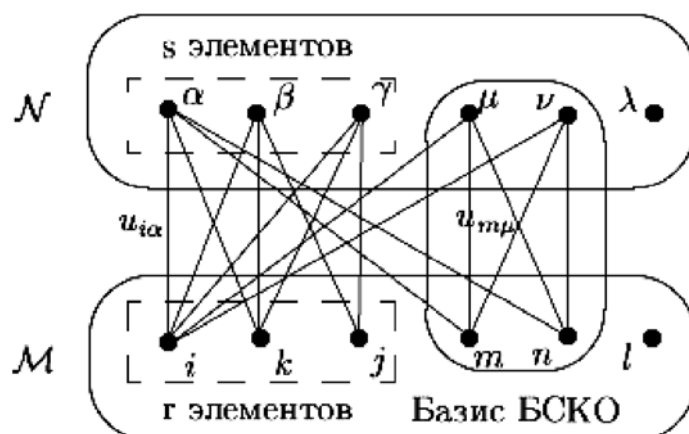


Рис. 2. Графическая иллюстрация бинарных систем отношений, определенных на двух множествах элементов M и N, между которыми определены числовые отношения. Пунктирными линиями выделены элементы, входящие в закон бинарной системы отношений

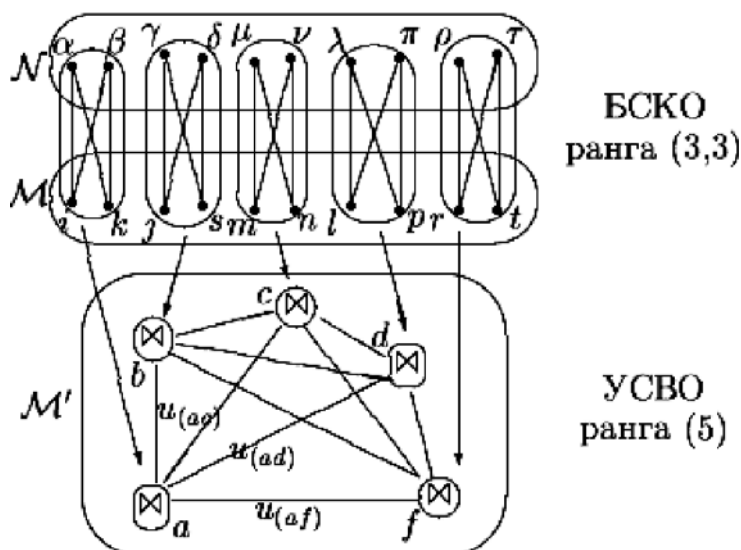


Рис. 3. Переход от бинарной системы отношений к бинарной системе отношений путем своеобразной склейки элементов двух множеств бинарной системы в единые элементы унарной системы отношений

7. Идея перехода от бинарных систем вещественных отношений к теории бинарных систем комплексных отношений.

Открытие вторичного характера общепринятых унарных геометрий уже подсказывало идею о том, что бинарные геометрии могут соответствовать физике микромира. Однако для реализации этого нужно было учесть, что закономерности микромира описываются *комплексными числами*. На это обращали внимание многие авторы и ставили вопрос: почему микромир описывается именно комплексными числами?

В наших работах [14; 15] было произведено обобщение теории бинарных систем вещественных отношений (БСВО), развитой в группе Ю.И. Кулакова на случай бинарных систем комплексных отношений (БСКО). Этот переход осуществляется без особых затруднений. Законы, найденные в рамках систем вещественных отношений, справедливы и для случая комплексных отношений, поскольку в множестве комплексных чисел имеют место законы коммутативности и ассоциативности.

Исходя из ряда соображений, оказалось естественным ограничиться (по крайней мере на первых порах) рассмотрением бинарных систем комплексных отношений симметричных рангов (r, r) . При анализе возможных физических приложений таких теорий довольно быстро был получен, на первый взгляд, неожиданный, но чрезвычайно важный результат: оказалось, что *элементы бинарных систем комплексных отношений (БСКО) минимального невырожденного ранга (3,3) описываются 2-компонентными спинорами*, и в данной теории имеет место группа преобразований $SL(2, C)$, типичная для квантовой физики [14].

Более того, процедура перехода от этой БСКО ранга (3,3) к унарной системе вещественных отношений путем соответствующей склейки элементов из двух разных множеств приводит к 4-мерной геометрии с сигнатурой $(+ - - -)$. Этот факт можно трактовать как объяснение наблюдаемой 4-мерности классического пространства-времени и его сигнатуры фундаментальным характером БСКО ранга (3,3). Таким образом, данная *реляционная теория приводит к решению давно поставленных вопросов о причине наблюдаемой размерности пространства-времени и о причинах спинорного характера элементарных частиц*.

Подчеркнем, что идея о том, что в основание классических пространственно-временных представлений следует класть комплексные числа, а точнее спиноры, высказывалась многими авторами: Р. Пенроузом [16], Д. Финкельштейном, Ю.И. Маниным [17] и другими. Отличие от излагаемого здесь подхода состоит лишь в том, что в работах названных авторов предлагалось начинать со спиноров и группы преобразований $SL(2, C)$, тогда как в рамках теории бинарных систем комплексных отношений понятие спиноров возникает автоматически из более глубоких соображений – в случае выбора минимального невырожденного БСКО ранга (3,3).

8. *Идея реинтерпретации квантовой механики на основе бинарной геометрии (бинарных систем комплексных отношений).*

На этом этапе рассуждений встает естественный вопрос: как физически интерпретировать бинарные системы отношений (бинарные геометрии)? Чему соответствуют два множества первичных элементов? Ответ на этот вопрос подсказывает S-матричная формулировка квантовой механики а также аксиоматика квантовой механики, предложенная Дираком, где постулируются два множества векторов «бра» и «кет», а амплитуда перехода из одного состояния в другое строится как отношение между векторами двух видов состояний. Это дает основание физически интерпретировать *два множества элементов как описывающих начальные и конечные состояния некоторых элементарных систем, а саму бинарную геометрию как адекватно описывающую закономерности квантовой теории* [2].

При данной интерпретации элементов двух множеств становится естественным выбор именно симметричных рангов бинарных систем отношений, – это соответствует симметрии прошедшего и будущего, явно отраженного в основаниях общепринятой классической и квантовой физики.

На этом этапе рассуждений уместно вспомнить идею, высказанную де Бройлем [18] и некоторыми другими авторами о том, что квантовая механика должна интерпретироваться в рамках геометрии, отличной от используемой для описания классического пространства-времени. В данном реляционном подходе именно это и предлагается: *квантовая теория должна строиться на базе бинарной геометрии*. Отмеченное созвучно тому факту, что многие понятия квантовой механики (теории) представляют собой квадратный корень из классических понятий: амплитуда вероятности представляет собой корень квадратный из классической вероятности, спиноры, описывающие элементарные частицы, представляют собой корень квадратный из классических векторов, тетрады, позволяющие описать спинорные частицы в искривленном пространстве-времени, являются своеобразными корнями из компонент классического метрического тензора. Отсюда следует, что бинарную геометрию можно трактовать в аналогичном духе – как корень квадратный из общепринятых унарных геометрий. А тот факт, что в современной квантовой теории поля элементарные частицы описываются спинорными волновыми функциями, следует рассматривать как неявное использование бинарной геометрии.

Теперь становится естественной и задача вывода классических пространственно-временных представлений из более элементарных понятий физики микромира. Более того, теперь путь решения этой задачи приобретает конструктивный характер.

III. Описание физических взаимодействий в рамках бинарных систем комплексных отношений

Далее необходимо в рамках реляционного подхода рассмотреть блок идей, позволяющих описывать закономерности известных видов физических взаимодействий в физике микромира.

9. Идея перестройки теории физических взаимодействий с фона унарной геометрии в рамки бинарных геометрий.

Если вскрылось, что общепринятые геометрии, и в частности геометрию 4-мерного пространства-времени Минковского, можно рассматривать как вторичные конструкции, выводимые из более элементарных бинарных геометрий, то естественно поставить вопрос: почему мы должны по-прежнему опираться на общепринятую теорию физических взаимодействий на фоне классического (унарного) пространства-времени? Теперь естественно поставить задачу построения более содержательной теории физических взаимодействий на основе именно бинарных систем комплексных отношений (бинарных геометрий).

Конкретно данная постановка задачи ранее не предлагалась из-за отсутствия знания бинарных геометрий, однако в работах ряда авторов настойчиво высказывалась мысль об иных закономерностях в физике микромира, так что данная идея в этой связи представляется довольно естественной.

10. Идея перехода к бинарному многомерию для описания физических взаимодействий.

При построении теории в рамках реляционного подхода не допускается привлечение каких-либо понятий извне, в отличие от общепринятой теории поля, где понятия поля и зарядов вносятся извне в геометрию. В реляционной теории все должно получаться из отношений между элементами. В этом просматривается тесная аналогия с принципом построения многомерных геометрических моделей физических взаимодействий типа теории Калуцы, где в качестве потенциалов электромагнитного и других полей выступают дополнительные (смешанные) компоненты многомерного метрического тензора, а в качестве зарядов (электрических и иных) – дополнительные компоненты импульсов материальных частиц.

Исходя из данной аналогии, в реляционной теории предлагается описывать связанные состояния взаимодействующих частиц на основе теории бинарных систем комплексных отношений более высокого ранга, нежели $(3,3)$, ответственного за 4-мерие. В частности, связанные состояния на основе электромагнитных взаимодействий – атомы – предлагается описывать в рамках простейшего бинарного многомерия, то есть БСКО ранга $(4,4)$ [19], аналогично тому, как в теории Калуцы электромагнитное взаимодействие описывается в рамках унарной геометрии не четырех, а пяти измерений.

При переходе к БСКО ранга $(4,4)$ возникает естественное обобщение теории 2-компонентных спиноров, – теперь элементы описываются уже 3-компонентными спинорами, названными финслеровыми [20]. В этой тео-

рии естественным образом (в самом общем случае) возникает группа преобразований $SL(3, \mathbb{C})$, относительно которой остается инвариантной кубичная антисимметричная форма из компонент финслеровых спиноров. (Название «финслеровы спиноры» обусловлено тем, что более общие формы задания метрики, нежели квадратичные, рассматриваются в финслеровых геометриях.) В развиваемой на этой основе теории по аналогии с 5-мерией Калуцы выделяется подгруппа $SL(2, \mathbb{C})$ 4-мерных преобразований двух (внешних) компонент спинора, а оставшаяся, третья компонента спинора интерпретируется описывающей электрический заряд элементарной частицы.

Например, простейший атом (связанное состояние из пары электромагнитно взаимодействующих частиц) в этой теории характеризуется двумя парами специальным образом сопряженных элементов как в начальном, так и в конечном состояниях. Их взаимодействие описывается так называемым базовым 4×4 -отношением, симметричным образом содержащим две пары элементов в начальном состоянии и две пары элементов в конечном состоянии. Это выражение, единственное в своем роде, инвариантно относительно группы преобразований $SL(3, \mathbb{C})$. Для физической интерпретации базового 4×4 -отношения необходимо произвести процедуру 2+1-расщепления компонент спиноров по образу и подобию 4+1-расщепления в 5-мерной теории Калуцы. Показано, что на основе идей реляционно-статистического подхода и БСКО ранга (4,4) можно построить теорию атома, характеризуемого известными квантовыми числами, не опираясь на представления о классическом пространстве-времени и записанные в нем уравнения Шредингера или Клейна-Фока.

11. Идея описания электрослабых и сильных взаимодействий в рамках БСКО ранга (6,6).

В реляционной теории естественным образом строятся аналоги стандартных теорий электрослабых и сильных взаимодействий. Это осуществляется аналогично тому, как это делалось в наших работах по построению многомерных геометрических моделей этих взаимодействий в унарной геометрии типа теории Калуцы. Напомним, в наших работах (см. в [21]) было показано, что в геометрической парадигме можно построить объединенную теорию известных видов физических взаимодействий в рамках 8-мерной римановой геометрии. В реляционной теории эту задачу можно решить на основе использования БСКО еще более высокого ранга (6,6) [22; 23].

В теории БСКО ранга (6,6) элементы описываются 5-компонентными финслеровыми спинорами, а сами элементарные частицы должны характеризоваться уже тройками специальным образом сопряженных элементов как в начальном, так и в конечном состояниях. В этой теории аналогично случаю теории БСКО ранга (4,4) строится 6×6 -базовое отношение, описывающее процесс взаимодействия двух частиц (рис. 4).

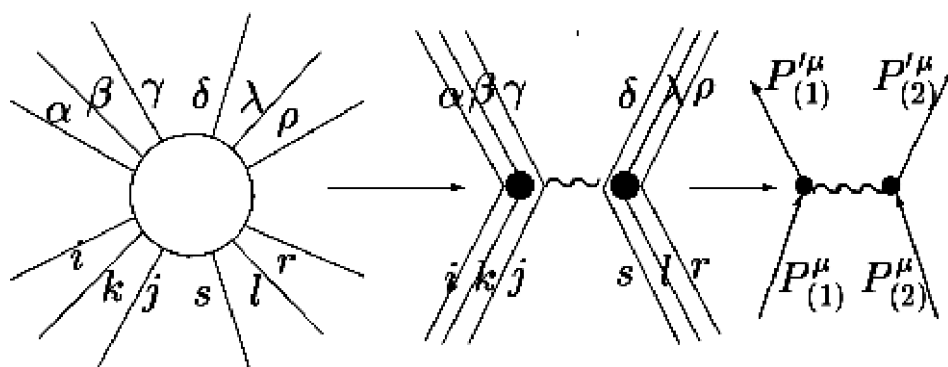


Рис. 4. Графическая иллюстрация процесса сильных взаимодействий двух частиц, описываемых тройками элементов в начальном и конечном состояниях БСКО ранга (6,6)

Этот процесс описывается на основе базового 6×6 -отношения.

В этой теории все частицы описываются прямоугольными 3×5 -матрицами из элементов финслеровых спиноров, которые после процедуры 2+3-расщепления допускают наглядную физическую интерпретацию: пары первых компонент описывают известные спинорные свойства элементарных частиц, тогда как тройки оставшихся компонент составляют квадратную 3×3 -матрицу в которой определена группа внутренних симметрий $SU(3)$, соответствующая группе калибровочных преобразований в теории сильных взаимодействий (в хромодинамике). Электрослабые взаимодействия вводятся путем своеобразного усечения прообраза теории сильных взаимодействий.

IV. Реляционно-статистическая природа мироздания

Пока все изложенные идеи касались лишь реляционного описания геометрии и физических взаимодействий. К ним нужно добавить идеи статистического характера, т. е. необходимо привлечь влияние на локальные явления со стороны всего окружающего мира. Отчасти этот вопрос уже затрагивался при обсуждении принципа Маха в рамках унарной геометрии.

12. Идея описания электромагнитного излучения через мировые бинарные матрицы.

Для дальнейшего развития данного подхода необходимо описать процессы излучения, главным образом – электромагнитного. Чтобы это сделать, нужно только вспомнить, с чего начиналось развитие квантовой механики – с описания процессов излучения и поглощения квантов электромагнитного поля – фотонов. В общепринятой теории поля полагается, что испущенный фотон волновым образом распространяется по классическому пространству-времени. Но в реляционном подходе готового пространства-времени нет. Тогда как понимать распространение фотона? Очевидно, что это нужно делать на основе концепции дальнего действия, т. е трактовать процесс излуче-

ния и поглощения через отношения излучателя и возможных поглотителей. В данном случае это означает *задание мировой фотонной матрицы отношений между излучателем и всеми возможными поглотителями*, назначением которой является определение амплитуд вероятности поглощения тем или иным поглотителем.

Данная идея является вполне естественной для реляционного подхода. Она находится в полном соответствии с идеями Э. Маха (о замене пространства-времени матрицей отношений между событиями) и Р. Фейнмана и Дж. Уилера (об абсолютном поглотителе в теории прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия).

13. Идея о статистической природе классических пространственно-временных отношений.

На этом этапе развития данной концепции уже можно встроить в цепочку развиваемых реляционных идей чрезвычайно важное звено – *идею о макроскопическом (статистическом) характере классических пространственно-временных отношений*. Как уже отмечалось, эта идея высказывалась рядом авторов: П.К. Рашевским [24], Е. Циммерманом [25], Д. ван Данцигом и другими физиками и математиками. Не указывалось только, каковы те факторы, которые суммируясь должны образовывать классические понятия, и каковы носители этих факторов.

Следует иметь в виду, что в реальном мире имеется громадное море испущенных и еще не поглощенных фотонов, а следовательно, имеется и колоссальное число фотонных матриц отношений. Естественно предположить, что классические пространственно-временные понятия возникают именно из наложения вкладов от моря фотонных матриц.

Вот тут-то опять нужно вернуться к теории бинарных систем комплексных отношений, где два множества элементов фотонной матрицы отношений соответствуют состояниям системы излучателя и приемников до излучения и после излучения. При этом, обладая уже изложенной информацией, естественно положить, что отношения, описываемые фотонными матрицами (в самом упрощенном варианте), удовлетворяют закону БСКО ранга (3,3). Это гарантирует тот факт, что при переходе к унарной геометрии будут возникать закономерности 4-мерного многообразия с сигнатурой (+ - - -).

Таким образом, приходим к выводу, что *классические пространственно-временные понятия и их свойства возникают в результате наложения огромного числа комплексных вкладов в отношения между излучателями и возможными поглотителями (материальными объектами)*, т. е. геометрические понятия обусловлены физическими процессами электромагнитного излучения и поглощения в окружающем мире. Другими словами, если бы окружающий мир (Вселенная) не «шумел», то исчезли бы все геометрические понятия, – мир бы «схлопнулся».

14. Идея о происхождении длин из фазовых фотонных вкладов.

На этом этапе рассуждений следует уточнить свойства фотонных матриц отношений и вообще свойств БСКО ранга (3,3) (и других рангов). Дело в том, что закон невырожденных бинарных систем отношений допускает так называемые конформные преобразования, состоящие в том, что параметры всех элементов оказываются определенными с точностью до некоего произвольного (комплексного) числа. Наличие дополнительного одного параметра у элементов на языке теории бинарных систем отношений означает наличие второй БСКО минимально возможного ранга (2,2), выступающей в качестве подсистемы исходной БСКО ранга (3,3) [23; 26]. Здесь возникает ситуация, аналогичная теории групп, где группы могут иметь подгруппы.

Таким образом, оказывается, что каждая фотонная матрица несет в себе две БСКО двух минимальных рангов (2,2) и (3,3). Анализ показывает, что для сохранения неких инвариантных понятий необходимо положить, что параметры элементов БСКО ранга (2,2) должны быть по модулю равными единице, т. е. характеризоваться лишь фазовыми значениями в экспонентах. Эти *фазовые вклады несут главную ответственность за появление классических понятий (длин, интервалов)*. Можно сказать, что роли несущей БСКО ранга (3,3) и ее подсистемы в виде БСКО ранга (2,2) разделяются: БСКО ранга (3,3) ответственна за угловые координаты и размерность, тогда как БСКО ранга (2,2) ответственна за понятие длины (метрику).

Данное утверждение в полной мере соответствует предвидению Дж. Уилера, задававшего в своей статье «Центральная роль нейтрино в физике элементарных частиц» [27] вопрос: «Могут ли идеи римановой геометрии и геометродинамики быть переформулированы в таком виде, чтобы концепция относительной «фазы» двух удаленных точек приобрела простой смысл?» Недостаток в рассуждениях Уилера состоял в том, что он спинорные свойства связывал именно с нейтрино и мыслил переход к векторным величинам из слияния нейтрино, тогда как в реляционном подходе спинорные свойства несут фотонные матрицы, а векторные величины возникают при переходе от бинарной геометрии к унарной путем слияния элементов двух противоположных множеств.

15. Идея перестройки теории атомов в рамках бинарного многомерия ранга (4,4).

При создании квантовой механики первым шагом было обнаружение квантованного характера электромагнитного излучения, а вторым шагом послужило создание теории атома. Напомним, это делалось с помощью открытия уравнения Шредингера на фоне готового классического пространства-времени. В рамках реляционно-статистической теории эту задачу необходимо решать без обращения к понятиям готового пространства-времени. Как уже отмечалось, это достигается с помощью перехода от БСКО ранга (3,3) к БСКО более высокого ранга (4,4), т. е. путем перехода к простейшему бинарному многомерию.

Для описания электромагнитного взаимодействия двух частиц, в частности образующих атом, необходимо опираться на охарактеризованное выше базовое 4×4 -отношение. После проведения упомянутого выше $2+1$ -расщепления 3-компонентных спиноров из базового 4×4 -отношения выделяется совокупность слагаемых, соответствующая ток-токовому отношению (скалярное произведение токов двух взаимодействующих частиц). Такие выражения создаются множеством фотонных матриц, дающих вклады в отношения между данной парой заряженных частиц. Очевидно, что для двух противоположно заряженных частиц, образующих атом, должны быть некие условия стационарности, причем они имеют место как для отношений, создаваемых БСКО ранга (3,3), так и БСКО ранга (2,2). Поскольку фотонных матриц много, то эти условия можно записать в виде некоего дифференциального уравнения, очень напоминающего уравнения, введенные В.А. Фоком [28] при описании $O(4)$ -симметрии водородоподобных атомов, однако в данном случае имеются существенные отличия от результатов Фока как в самих формулах, так и в их интерпретации. На основании данного подхода оказывается возможным построить теорию атомов, не используя априорно заданные пространственно-временные представления.

Опираясь на полученные результаты, есть основания утверждать [23], что появление связанных состояний (атомов) является ключевым обстоятельством, ответственным в реляционно-статистическом подходе как за возникновение метрических отношений, так и появление понятий координатного пространства.

Если в стандартной квантовой механике, строящейся на фоне классического пространства-времени, объяснение квантованной природы атомов потребовало изменения классической физики в виде квантовых закономерностей, то в данном реляционно-статистическом подходе *ставится обратная задача – исходя из возникающих в теории связанных состояний приступить к построению классических пространственно-временных представлений.*

16. Идея распространения реляционного подхода на физику мегамира.

Нам представляется естественным высказать идею, что, исходя из реляционно-статистического подхода к природе пространственных отношений, следует пересмотреть общепринятые представления о свойствах окружающего мира на очень больших расстояниях – в масштабах галактик или Вселенной в целом. Не случайно в работах П.К. Рашевского выдвигались идеи как о статистической природе геометрических понятий, так и о возможном изменении арифметики при очень больших масштабах [29]. Эта идея естественна в связи с найденными проявлениями принципа Маха в рамках реляционного подхода. Однако, видимо, этими проявлениями дело не ограничится – должны вскрыться новые свойства Вселенной в целом.

Первое, что заставляет задуматься, это соотношение координатного и импульсного пространств на больших масштабах. Как известно, уже в классической механике была вскрыта некоторая симметрия координат и импульсов, в квантовой теории она приобрела еще более важное значение. Однако в

пространстве скоростей вскрылось наличие предельного значения скорости – скорости света c . Возникает естественный вопрос о возможности предельных расстояний (или иных особенностей) в координатном пространстве [30].

Реляционный подход показывает, что пространственно-временные отношения и отношения в пространстве скоростей описываются разными законами. Первые выражаются через определители Кэли-Менгера, а вторые – через определители Грама. В классической теории между двумя типами отношений имеется жесткая связь. В квантовом мире эта связь уже существенно видоизменяется. Исходя из этого можно высказать предположение, что *в мегамире также может нарушиться известная в классике связь между координатным пространством и пространством скоростей*. В наших работах (см., например, [31]) уже высказывалась мысль, что эта идея может помочь в объяснении свойств спиральных галактик, которые ныне разрешаются посредством гипотезы темной материи.

17. Идея об альтернативном объяснении гравитационного красного смещения.

Если принять предыдущую идею о нарушении жесткой связи между законами пространственно-временных отношений и отношений в пространстве скоростей, то становится возможной иная интерпретация наблюдаемого красного смещения удаленных галактик. Чтобы это сделать нужно вспомнить о диспутах, которые происходили в ленинградском политехническом институте на рубеже 1920–1930-х гг. между сторонниками концепций близкодействия и дальнодействия. Точнее, следует вспомнить вопрос, который тогда был задан Я.И. Френкелю [32]: если принять концепцию дальнодействия, то где локализована энергия испущенных, но еще не поглощенных фотонов?

Сегодня уже можно ответить на этот вопрос. Поскольку в реляционном подходе излучение фотона означает задание фотонной мировой матрицы, означающей, что фотон как бы находится во всем мире в виде отношений между излучателем и возможными поглотителями, то естественно полагать, что то, что мы привыкли считать его энергией, сосредоточено в характеристиках всех возможных поглотителей. Но фотонов очень много, – много и объектов-поглотителей во Вселенной. Это означает, что *относительно любого наблюдателя окружающие его объекты должны обладать некой дополнительной энергией* (к энергии их пекулярных движений).

Это соображение можно сопоставить с тем фактом, что в рамках общепринятой геометрической парадигмы наблюдаемый эффект космологического красного смещения интерпретируется через эффект Доплера, то есть трактуется как процесс разбегания галактик – расширения Вселенной. Если связать между собой эти два соображения в разных парадигмах, то возникает возможность взглянуть на космологическое красное смещение под иным углом зрения.

Некоторые выводы и замечания

Исходя из изложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Реляционно-статистический подход позволяет под новым углом зрения взглянуть на достаточно широкий круг вопросов об устройстве всего физического мироздания – от закономерностей квантовой теории и физики микромира до свойств мира в целом.

2. В этой статье изложены лишь идеи реляционно-статистического подхода к природе пространства-времени и физических взаимодействий. Соответствующий математический аппарат и уже полученные на его основе конкретные результаты изложены в ряде наших публикаций [15; 22; 23; 26].

3. Особо важно подчеркнуть, что подавляющее большинство ответов на вопросы о свойствах классического пространства-времени, а именно: о размерности, о сигнатуре, о квадратичности мероопределения и других (в наблюдаемом макромире) опирается на наличие и свойства БСКО ранга (3,3) и ее подсистему в виде БСКО ранга (2,2).

4. Особая роль в появлении метрики (расстояний, интервалов) принадлежит БСКО ранга (2,2), то есть фазовым вкладам.

5. При описании микромира в данном подходе следует иметь в виду, что речь шла не о возникновении соответствующих непрерывных групп типа $SL(2, C)$, $SL(3, C)$ и т. д., а о преобразованиях, принадлежащих этим группам, поскольку суть вводимых в данной теории преобразований основана на изменениях используемых наборов эталонных элементов. Последние же образуют дискретное множество.

6. В рамках современного состояния реляционно-статистической теории показано, что ею могут быть описаны классические эффекты ОТО, однако в самом общем случае должны быть отличия в предсказаниях двух теорий.

7. Особо следует подчеркнуть, что охарактеризованный здесь реляционно-статистический подход не претендует на окончательные ответы на всю совокупность принципиально важных вопросов, обсуждавшихся на протяжении многих лет, однако позволяет существенно продвинуться в их решении.

8. Есть достаточно веские основания надеяться, что продвижение в понимании природы классического пространства-времени на основе реляционно-статистического подхода рано или поздно позволит поставить на повестку дня вопрос о практическом осуществлении влияния человека на пространственно-временные отношения между событиями и материальными объектами, что будет сулить человечеству чрезвычайно важные, а может быть, даже необозримые перспективы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирова Ю.С. Квантовая теория гравитации // Эйнштейновский сборник 1972. – М.: Наука, 1974. – С. 280–340.
2. Владимирова Ю.С. Метафизика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002 (1-е изд.), 2009 (2-е изд.).

3. *Владимиров Ю.С.* Между физикой и метафизикой. Кн. 4: Вслед за Лейбницем и Махом. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 272 с.
4. *Кулаков Ю.И.* Элементы теории физических структур. (Дополнение Г.Г. Михайличенко). – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 1968.
5. *Кулаков Ю.И.* Теория физических структур. – М.: 2004.
6. *Михайличенко Г.Г.* Математические основы и результаты теории физических структур. – Горно-Алтайск, РИО ГАГУ, 2012. – 146 с.
7. *Кулаков Ю.И., Владимиров Ю.С., Карнаухов А.В.* Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. – М.: Изд-во «Архимед», 1991.
8. *Владимиров Ю.С., Турыгин А.Ю.* Теория прямого межчастичного взаимодействия. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
9. *Wheeler J.A., Feynman R.P.* Interaction with absorber as the mechanism of radiation // *Rev. Mod. Phys.* – 1945. – Vol. 17. – P. 157–181.
10. *Vladimirov Yu.S.* Gravitation interaction in the relational approach // *Gravitation and Cosmology*. Vol. 14. – 2008. – N. 1(53). – P. 41–52.
11. *Грановский Я.И., Пантюшин А.А.* К релятивистской теории тяготения // *Изв. АН Каз. ССР, сер. Физ.-мат.* – 1965. – № 2. – С. 65–69.
12. *Bolokhov S.V., Klenitsky A.N.* On the construction of effective metrics in a relational model of space-time // *Gravitation and Cosmology*. – 2013. – Vol. 19. – No. 1. – P. 35–41.
13. *Сахаров А.Д.* Научные труды. – М.: АОЗТ «Изд-во ЦентрКом», 1995.
14. *Владимиров Ю.С.* Биспиноры и физическая структура ранга (3,3) // *Вычислительные системы*. № 125. – Новосибирск: Изд-во Института математики СО АН СССР, 1988. – С. 42–60.
15. *Владимиров Ю.С.* Физика дальнего действия: Природа пространства-времени. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 224 с.
16. *Пенроуз Р.* Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. – М.-Ижевск: Изд-во НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007.
17. *Манин Ю.И.* Математика как метафора. – М.: Изд-во МЦНМО, 2010.
18. *Бройль Л. де.* Революция в физике. – М.: Госатомиздат, 1963.
19. *Владимиров Ю.С.* Описание взаимодействий в рамках теории бинарных физических структур // *Вычислительные системы*. № 125. – Новосибирск: Изд-во Института математики СО АН СССР, 1988. – С. 61–87.
20. *Владимиров Ю.С., Соловьев А.В.* Физическая структура ранга (4,4;6) и трехкомпонентные спиноры // *Вычислительные системы*. № 135. – Новосибирск: Изд-во Института математики СО АН СССР, 1990. – С. 44–66.
21. *Владимиров Ю.С.* Геометрофизика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005 (1-е изд.), 2010 (2-е изд.).
22. *Владимиров Ю.С.* Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Ч. 2: Теория физических взаимодействий. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.
23. *Владимиров Ю.С.* Основания физики. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.
24. *Раишевский П.К.* Риманова геометрия и тензорный анализ. – М.: Наука, 1967.
25. *Zimmerman E.J.* The macroscopic nature of space-time // *Amer. J. Phys.* – 1962. – Vol. 30. – P. 97–105.
26. *Владимиров Ю.С.* Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Ч. 1: Теория систем отношений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996.
27. *Уилер Дж.* Гравитация, нейтрино и Вселенная. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1962.
28. *Фок В.А.* Атом водорода и неевклидова геометрия // *Известия АН СССР*. – 1935. – Т. 2. – С. 169–184.

29. *Рашиевский П.К.* О догмате натурального ряда // Альманах «Метафизика. Век XXI». Вып. 4: Метафизика и математика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – С. 77–84.
30. *Рвачев В.Л.* Релятивистский взгляд на развитие конструктивных средств математики. – Харьков: Препринт Института проблем машиностроения АН УССР. – 1990.
31. *Владимиров Ю.С., Ромашика М.Ю.* Модифицированная ньютоновская динамика (MOND) и ее возможные интерпретации // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. – 2013. – № 1. – С. 64–77.
32. Природа электрического тока (Стенограмма бесед-диспутов в Ленинградском политехническом институте). – М.-Л.: Изд-во Всесоюзного электротехнического общества. – 1930.

IDEAS OF RELATIONAL-STATISTICAL APPROACH TO NATURE OF SPACE-TIME

Yu.S. Vladimirov

Consistently outlined a chain of ideas that allows to start a specific restructuring physics bases within the relational-statistical approach to the nature of space-time and physical interactions. These ideas (links in a single chain) are presented in the form of four groups: 1) relational reformulation of classical space-time concepts, 2) relational description of the microcosm physics, 3) a description of the physical interactions within the binary systems of complex relationships, 4) relational-statistical nature of the universe.

Key words: relational paradigm, relations, space-time, physical interactions, systems of reference, binary systems of complex relations, quantum theory, theory of gravitation.