Макроскопическая природа классического пространства-времени

Ю. С. Владимиров

Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова

Предложен путь построения (вывода) классического пространства-времени, исходя из системы более первичных понятий, имеющих место в физике микромира. Этот подход опирается на несколько групп идей: 1) макроскопической (статистической) природы классического пространства-времени, 2) концепции дальнодействия (теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера – Фейнмана), 3) теории бинарных систем комплексных отношений. Охарактеризованы ключевые моменты формирования классического пространства-времени, исходя из понятий новой теории, названной бинарной геометрофизикой.

1 Введение

Идея макроскопической (статистической) природы классического пространства-времени и других сопутствующих понятий общепринятой физики состоит в том, что классические понятия справедливы лишь для достаточно больших (сложных) систем из элементарных частиц – макросистем – и возникают в результате своеобразного наложения (суммирования) огромного количества факторов, присущих микрообъектам. Эта идея возникла, во-первых, из внутренней логики развития представлений о природе классического пространства-времени (о происхождении метрики и его размерности). Во-вторых, эта идея оказалась востребованной в физике в связи с рядом нерешенных проблем в квантовой теории поля и теории элементарных частиц.

Как известно, все теоретические построения физики опираются на априорно заданное классическое пространство-время. Это касается не только квантовой теории поля, но и модной ныне теории суперструн (бран): для задания как понятия поля, так и струны, необходим пространственно-временной фон. Однако все более настойчивыми становятся вопросы типа: доколе это обстоятельство будет сохраняться в физике? Можно ли отказаться от готового классического пространства-времени? Чем физически обусловлено возникновение пространственно-временных отношений? Если отказаться от пространства-времени, то чем более элементарным его можно заменить?

Над этими вопросами задумывались многие физики-теоретики. Так, А. Эйнштейн отмечал, что "введение пространственно-временного континуума может считаться противоестественным, если иметь в виду молекулярную структуру всего происходящего в микромире", однако в то же время полагал, что отказ от пространственно-временного континуума "смахивает на попытку дышать в безвоздушном пространстве"[1, с. 223]. Действительно, вряд ли возможно отказаться от априорного пространственно-временного фона в рамках доминировавшего в XX веке теоретико-полевого подхода (парадигмы) к физике, поскольку «нельзя рубить сук, на котором сидишь». Примерно то же самое можно сказать и о геометрической парадигме, в рамках которой строится как общая теория относительности, так и многомерные геометрические модели типа теорий Калуцы и Клейна.

Решить подобные задачи можно лишь в рамках реляционного подхода, который опирается не на готовый фон, а на числовые отношения между событиями или физическими объектами. Этот подход, соответствующий концепции дальнодействия, развивается еще с XIX века, однако, ввиду успехов теории поля, в XX веке оказался на обочине магистрального пути развития физики. Тем не менее он не был забыт и был представлен, главным образом, в виде теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера – Фейнмана (см. [2, 3, 4]). В последнее время возникли новые возможности для развития этого подхода, благодаря формированию теории бинарных систем комплексных отношений (БСКО) (см. [4]). На ее основе строится своеобразная предгеометрия в виде бинарной геометрофизики.

Только в итоге формирования (вывода) категории пространственно-временных отношений приобретает смысл использование категории полей переносчиков взаимодействий и проявляются свойства категории частиц, описываемые квантовой теорией. Данный подход к физическому мирозданию позволяет под новым углом зрения взглянуть на ряд принципиальных проблем общей теории относительности и квантовой теории, а также на путь совмещения их принципов.

1.1 Идея макроскопической природы пространства-времени

Сегодня трудно сказать, кому принадлежит приоритет выдвижения идеи макроскопической природы классического пространства-времени. Некий намек можно усмотреть уже в известном мемуаре Б. Римана, где он писал: "Эмпирические понятия, на которых основывается установление пространственных метрических отношений, – понятия твердого тела и светового луча, – по-видимому, теряют всякую определенность в бесконечно малом. Поэтому вполне мыслимо, что метрические отношения пространства в бесконечно малом не отвечают геометрическим допущениям; мы действительно должны были бы принять это положение, если бы с его помощью более просто были объяснены наблюдаемые явления. Вопрос о том, справедливы ли допущения геометрии в бесконечно малом, тесно связан с вопросом о внутренней причине возникновения метрических отношений в пространстве. Этот вопрос, конечно, также относится к области учения о пространстве, и при рассмотрении его следует принять во внимание сделанное выше замечание о том, что в случае дискретного многообразия принцип метрических отношений содержится уже в самом понятии этого многообразия, тогда как в случае непрерывного многообразия его следует искать где-то в другом месте. Отсюда следует, что или то реальное, что создает идею пространства, образует дискретное многообразие, или же нужно пытаться объяснить возникновение метрических отношений чем-то внешним – силами связи, действующими на это реальное"[5, с. 32].

Эти мысли Римана следует связать с рядом высказываний известных физиков-теоретиков и математиков XX века. Более определенно о происхождении метрических отношений высказывался Д. ван Данциг: "Можно быть склонным рассматривать метрику, как описывающую некое «нормальное» состояние материи (включая излучение), и дать ей *статистическую* интерпретацию как некоторый вид среднего физических характеристик окружающих событий, вместо того, чтобы класть ее в основу всей физики"[6].

О том же писал Е. Циммерман в своей работе с характерным названием «Макроскопическая природа пространства-времени»: "Пространство и время не являются такими понятиями, которые имеют смысл для отдельных микросистем. (...) Наиболее фундаментальным следствием взаимодействия огромного числа таких микросистем является образование пространственно-временной решетки, которая приводит к справедливости классических понятий пространства и времени, но только в макроскопической области"[7].

Неоднократно высказывался по этому вопросу наш соотечественник, известный геометр П.К. Рашевский, пришедший к данной идее со стороны геометрии. В монографии «Риманова геометрия и тензорный анализ» он писал: "Между тем трудно сомневаться в том, что макроскопические понятия, в том числе и наши пространственно-временные представления, на самом деле уходят своими корнями в микромир. Когда-нибудь они должны быть раскрыты как некоторый статистический итог, вытекающий из закономерностей этого мира – далеко еще не разгаданных – при суммарном наблюдении огромного числа микроявлений"[8, с. 258]. Далее он повторяет эту мысль: "Возможно, что и сам четырехмерный пространственно-временной континуум с его геометрическими свойствами окажется в конечном счете образованием, имеющим статистический характер и возникающим на основе большого числа простейших физических взаимодействий элементарных частиц"[8, с. 658].

В последней трети XX века была предпринята попытка вывести модель классического пространства-времени из физики микромира на основе твисторной программы Р. Пенроуза [9, 10]. В одной из статей Р. Пенроуза с сотрудниками писалось: "В предшествующих работах (Р. Пенроуза – Ю.В.) было показано, что можно ввести понятие евклидова пространства, исходя из предела вероятности взаимодействия большой сети частиц, квазистатически обменивающихся спинами. При таком подходе евклидова структура возникает из комбинаторных правил, которым удовлетворяет полный угловой момент в релятивистской квантовой механике. (...) Мы надеемся, что развитие твисторной теории приведет в конечном счете к построению лоренцевых многообразий, которые будут служить моделями пространства-времени"[10, с. 132]. Однако следует отметить, что твисторный подход пока не привел к ощутимым успехам в данном направлении.

К необходимости вывода классических пространственно-временных отношений из физических закономерностей приходят и приверженцы суперструнного подхода. Так, в известной книге Б. Грина «Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории» [11] один из последних разделов назван «Что есть пространство и время на самом деле, и можем ли мы без них обойтись?». В нем, в частности, сказано: "Мы не должны ограничивать теорию, заставляя ее действовать в уже существующих рамках пространства-времени. Вместо этого, так же, как мы должны позволить нашей художнице работать с чистого листа, мы должны позволить теории струн *создавать* ее собственную пространственно-временную арену, начиная с конфигурации, в которой пространство и время отсутствуют. (...) Нахождение корректного математического аппарата для формулировки теории струн без обращения к изначальным понятиям пространства и времени является одной из наиболее важных задач, с которыми сталкиваются теоретики. Разобравшись в том, как возникают пространство и время, мы смогли бы сделать огромный шаг к ответу на ключевой вопрос, какая геометрическая структура возникает *на самом деле* [11, с. 244].

В наших работах [4, 12] предложен путь к решению этой задачи. В исходных положениях отсутствует априорно заданное классическое пространство-время, нет также полей, – им в принципе не по чему распространяться. По этой причине при построении теории можно было опереться лишь на реляционный подход, т. е. на концепцию дальнодействия, альтернативную концепции близкодействия.

1.2 Соотношение предгеометрии и классической физики (геометрии)

Охарактеризуем с самых общих позиций соотношение предгеометрии с имеющимися физическими теориями.

1. Прежде всего, отметим, что в любой физической теории единый мир расщепляется на три взаимосвязанные части: рассматриваемый объект, субъект, относительно которого рассматривается объект, и весь остальной окружающий мир.

1) Рассматриваемые в теории *объекты* могут быть как отдельными элементарными частицами, так и достаточно сложными макрообъектами. Будем исходить из положения, что наиболее глубокие свойства мироздания проявляются при рассмотрении взаимодействий простейших элементарных частиц.

2) В качестве *субъекта* в физических теориях выступает тело отсчета, на базе которого определяется система отсчета.

3) *Окружающий мир* неявно входит в любую теорию, однако широко распространена иллюзия, что можно от него отвлечься и рассматривать явления локально, учитывая лишь обстановку в непосредственной близости. Идея учета всего окружающего мира обычно ассоциируется с принципом Маха.

2. Разделы физики (теории) принято различать в зависимости от масштаба (сложности) рассматриваемых в них объектов: в классической физике (механике) рассматриваются *макрообъекты*, а в квантовой механике и физике микромира описывается поведение *микрочастиц*. Исходя из этого, все теории можно разделить на два класса – на име-

ющие дело с макрообъектами (обозначим их латинской буквой m) и на описывающие микрообъекты (обозначим их греческой буквой μ). Физическим теориям присвоим коренной символ R, тогда два названных класса теорий можно обозначать символами $R(m)$ и $R(\mu)$.

3. Оба класса теорий существенно отличаются друг от друга, но их роднит общее, – в них чрезвычайно важную роль играет понятие *системы отсчета*. В нерелятивистской механике имеет место принцип относительности Галилея, основу релятивистской механики составляет специальная теория относительности. В общей теории относительности оказалось необходимым развить специальные методы описания систем отсчета. Современная квантовая теория сформулирована в релятивистски инвариантном виде. В ней понятие системы отсчета с необходимостью включает нечто большее. Имеется тесная аналогия между системами отсчета в теории относительности и макроприбором в квантовой механике. В современной квантовой механике и физике микромира всегда подразумевается, что описание микрообъектов производится относительно макроприбора. Даже тогда, когда в квантовой теории описывается взаимодействие микрочастиц друг с другом, всегда подразумевается существование макрообъектов, – микрообъекты описываются терминами отношений микрообъектов к макрообъектам. Подчеркнем это обстоятельство, записав снизу символ макрообъекта m во введенном выше символическом обозначении теории. Тогда классической физике будет соответствовать символ $R_m(m)$, а теориям, описывающим микрочастицы, – символ $R_m(\mu)$.

4. Для построения макроскопической теории классических пространственно-временных отношений необходимо исходить из теории микромира, опирающейся на самостоятельную систему понятий и представлений, в которой не должно присутствовать чуждое микромиру понятие макроприбора. Микрообъекты должны рассматриваются относительно также микрообъектов. Следовательно, в предгеометрии (в бинарной геометрофизике) должен быть микроаналог понятия классической системы отсчета, а сама теория должна обозначаться символом $R_\mu(\mu)$.

5. Для получения из бинарной геометрофизики общепринятой геометрии и физики необходимо учитывать весь окружающий мир. Избрав для обозначения окружающего мира символ M, введем его, – справа сверху, – в символ соответствующей теории R. Тогда квантовая теория может быть обозначена символом $R_m^M(\mu)$, а классическая механика – символом $R_m^M(m)$.

6. Соотношение названных теорий пояснено на блок-схеме рисунка 1. На представленной блок-схеме стрелками обозначены переходы от

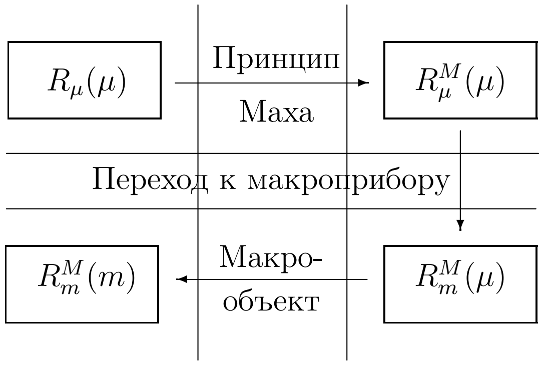

Рис. 1: Блок-схема бинарной геометрофизики

самого элементарного уровня описания физики микромира (в рамках бинарной геометрофизики $R_\mu(\mu)$) к квантовой теории и классической механике. В некотором смысле эти переходы можно трактовать как этапы своеобразного «творения» привычных понятий окружающего мира из более первичных сущностей, которые уже не обладают наглядными свойствами окружающей нас материи.

7. Самое существенное, отличающее классическую физику от физики микромира, состоит в том, что классическая физика и соответствующая ей геометрия имеют дело с огромной совокупностью уже осуществившихся (или мыслимых в будущем) событий и описывает отношения между ними, тогда как физика микромира описывает не отношения между уже свершившимися событиями, а элементарные звенья процессов творения новых событий, которые, в принципе, являются вероятностными. В этом состоит смысл квантовой механики, описывающей вероятностные переходы между состояниями микросистем. В ней оказались оформленными и развитыми те идеи, которые высказывались еще мыслителями древности. Так, Аристотель, размышляя о сути движения тел, писал, что тело не может сразу пребывать в двух состояниях, – в прошлом и в будущем, – должно быть нечто третье – возможность, связывающая эти состояния.

Это обстоятельство призвана отобразить предгеометрия. В ней идея эволюции должна быть заложена уже в самом основании – она должна описывать элементарное звено перехода («миг» перехода) «между прошлым и будущим» мировой системы.

8. Для микросистем можно допустить лишь возможность дискрет-

ных переходов между состояниями. Это проявилось уже в боровской модели атома, где постулировались переходы электронов между атомными уровнями, но ничего не говорилось о промежуточных этапах этих переходов. Впоследствии эта идея нашла свое воплощение в теории S-матрицы.

В основании предгеометрии не должно быть континуума точек (элементов). Уже теория относительности показала, что всякая физическая теория описывает лишь соотношения между событиями, происходящими с материальными объектами, а использование континуума означает добавление к реально осуществившимся событиям непрерывного множества лишних точек (событий). Однако, как писал Р. Фейнман: "Теория, согласно которой пространство непрерывно, мне кажется неверной, потому что она приводит к бесконечно большим величинам и другим трудностям"[13, с. 184].

9. То третье, что связывает между собой состояния микросистем, является отношениями между ними, описываемыми комплексными числами. Об этом свидетельствует квантовая теория. Эти комплексные числа являются прообразами амплитуды вероятности возможных переходов между состояниями. Это также важное обстоятельство, отличающее предгеометрию от классической геометрии и физики.

В процессе построения бинарной геометрофизики самого элементарного уровня $R_\mu(\mu)$ будут названы и другие иллюзии и представления, от которых приходится избавляться.

2 Предгеометрия

Для реализации идеи макроскопической природы классического пространства-времени, т. е. его вывода из неких более элементарных понятий, прежде всего, необходимо развить теорию исходных понятий, опирающуюся на самосогласованную систему представлений и принципов. Ниже излагаются основные идеи такой теории $R_\mu(\mu)$, имеющей смысл предгеометрии. Она строится в рамках реляционного подхода к физике. Как показано ниже, в ней уже на самом элементарном уровне можно усмотреть истоки таких ключевых понятий классического пространства-времени, как размерность, сигнатура, метрика и ряд других.

2.1 Исходные понятия математического аппарата бинарной геометрофизики

Перейдем к математической формулировке предгеометрии, или, в нашей терминологии, бинарной геометрофизики.

1. Бинарная геометрофизика, предназначенная для описания элементарного звена («мига») перехода системы из одного в другое состояние, строится на **двух множествах элементов** $\mathcal{M}$ и $\mathcal{N}$, характеризующих соответственно начальное и конечное состояния системы. Условимся обозначать элементы первого множества $\mathcal{M}$ латинскими буквами, а элементы второго множества $\mathcal{N}$ – греческими буквами.

В развиваемой теории два множества элементов выступают равноправно, что соответствует обратимости прообраза времени на самом элементарном уровне.

2. Реляционное описание элементарного звена процесса означает задание для каждого процесса гигантской **мировой матрицы** (1):

$$M_{world}=\left(\begin{array}{c|cccccccccc} & \mu & \nu & \rho & \cdots & \alpha & \beta & \gamma & \delta & \sigma & \cdots \\ \hline a & u_{a\mu} & u_{a\nu} & u_{a\rho} & \cdots & u_{a\alpha} & u_{a\beta} & u_{a\gamma} & u_{a\delta} & u_{a\sigma} & \cdots \\ b & u_{b\mu} & u_{b\nu} & u_{b\rho} & \cdots & u_{b\alpha} & u_{b\beta} & u_{b\gamma} & u_{b\delta} & u_{b\sigma} & \cdots \\ c & u_{c\mu} & u_{c\nu} & u_{c\rho} & \cdots & u_{c\alpha} & u_{c\beta} & u_{c\gamma} & u_{c\delta} & u_{c\sigma} & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ i & u_{i\mu} & u_{i\nu} & u_{i\rho} & \cdots & u_{i\alpha} & u_{i\beta} & u_{i\gamma} & u_{i\delta} & u_{i\sigma} & \cdots \\ j & u_{j\mu} & u_{j\nu} & u_{j\rho} & \cdots & u_{j\alpha} & u_{j\beta} & u_{j\gamma} & u_{j\delta} & u_{j\sigma} & \cdots \\ k & u_{k\mu} & u_{k\nu} & u_{k\rho} & \cdots & u_{k\alpha} & u_{k\beta} & u_{k\gamma} & u_{k\delta} & u_{k\sigma} & \cdots \\ l & u_{l\mu} & u_{l\nu} & u_{l\rho} & \cdots & u_{l\alpha} & u_{l\beta} & u_{l\gamma} & u_{l\delta} & u_{l\sigma} & \cdots \\ m & u_{m\mu} & u_{m\nu} & u_{m\rho} & \cdots & u_{m\alpha} & u_{m\beta} & u_{m\gamma} & u_{m\delta} & u_{m\sigma} & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{array}\right), \quad (1)$$

где $u_{i\alpha}$ – **парные отношения** – комплексные числа, заданные для пар элементов из двух разных множеств.

Очевидно, что работать с такой матрицей чрезвычайно трудно.

3. Анализ известных представлений о физической реальности дает основания принять **постулат, согласно которому, во-первых, бинарная мировая матрица обладает нулевым детерминантом и, во-вторых, имеется выделенное число (порядок) – ранг r, начиная с которого и выше миноры равны нулю**. Поскольку рассматриваются элементы двух множеств, то ранг будем характеризовать двумя числами, соответствующими числам элементов в каждом из двух множеств. В бинарной геометрофизике оба множества являются экви-

валентными, следовательно, будут использоваться лишь симметричные[1] ранги (r, r).

Забегая вперед, укажем, что бинарная геометрофизика строится на основе ранга (6,6), однако в ней рассматриваются и случаи меньших рангов как некие упрощенные или идеализированные варианты.

4. Равенство нулю миноров данного критического порядка r назовем **законом бинарного мира или бинарных систем отношений**. Согласно изложенному, для ранга (r, r) закон записывается в виде равенства нулю определителя, образованного всеми возможными парными отношениями между произвольными r элементами множества $\mathcal{M}$ и произвольными r элементами множества $\mathcal{N}$:

$$\Phi_{(r,r)}(u_{i\alpha}, u_{i\beta}, \ldots) = \begin{vmatrix} u_{i\alpha} & u_{i\beta} & \cdots & u_{i\gamma} \\ u_{k\alpha} & u_{k\beta} & \cdots & u_{k\gamma} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ u_{j\alpha} & u_{j\beta} & \cdots & u_{j\gamma} \end{vmatrix} = 0. \tag{2}$$

Отметим, что этот закон соответствует одному из вариантов диагональных бинарных структур, найденных в работах Ю.И. Кулакова [14] и Г.Г. Михайличенко [15], где показано, что парные отношения $u_{i\alpha}$ представляются в виде:

$$u_{i\alpha} = \sum_{s}^{s=r-1} i^s \alpha^s, \tag{3}$$

где i^s означают $r-1$ параметров элементов первого множества, а α^s – также $r-1$ параметр элементов второго множества.

5. Особо подчеркнем, что закон (2) содержателен лишь при постулировании **фундаментальной симметрии** элементов в каждом из двух множеств, что означает, что этот закон не изменится при полной или частичной замене выделенных наборов из r элементов на любые другие r элементов.

6. Для построения бинарной геометрофизики оказалось необходимым обобщить теорию бинарных физических структур Ю.И. Кулакова с вещественными парными отношениями на случай бинарных систем **комплексных отношений**, когда парные отношения и параметры элементов описываются комплексными числами. Легко убедиться, что в комплексифицированной теории законы и парные отношения имеют тот же самый вид.

[1]В принципе, возможны обобщения теории на несимметричные системы отношений, однако пока такие обобщения не рассматривались.

Следует более подробно остановиться на необходимости использования комплексных парных отношений. В аксиоматике геометрии, как известно, всегда подразумевается блок неявно заданных аксиом арифметики. Именно там заложено понятие вещественных чисел. В частности, вещественные числа тесно связаны с аксиомой Архимеда, позволяющей сравнивать два отрезка, вводить понятия «больше» или «меньше». Квантовая механика и вообще закономерности микромира описываются на основе комплексных чисел, поскольку для комплексных чисел нельзя сказать, какое из них больше или меньше.

В этой связи напомним позицию Р. Пенроуза. При обсуждении оснований физики и своей теории твисторов он говорил о «магии комплексных чисел»: "Особая магия этих чисел проявляется не только в математике, но и сама Природа использует эту магию в устройстве Вселенной на самых глубоких уровнях. Можно задаться вопросом: действительно ли это является особенностью нашего мира, или просто эти числа настолько полезны в математическом отношении, что находят широкое применение в физической теории. Многие физики, я полагаю, склоняются ко второму варианту. Но тогда им придется объяснить, почему оказывается столь универсальной роль этих чисел в квантовой теории, где они лежат в основе фундаментального принципа квантовой суперпозиции и в несколько ином облике в основе уравнений Шредингера, условия положительной частоты и бесконечномерной «комплексной структуры», которая появляется в квантовой теории поля. Таким физикам вещественные числа кажутся «естественными», а комплексные – «таинственными». Однако с чисто математической точки зрения вещественные числа ничуть не «естественнее» комплексных. Учитывая несколько магический математический статус комплексных чисел, вполне можно занять противоположную позицию и считать их более «естественными» (или, если угодно, «данными Богом»), нежели вещественные числа"[16, с. 855].

7. Прообразом классического тела отсчета в бинарной геометрофизике выступает **система эталонных элементов** или, иначе говоря, **элементарный базис БСКО.** Из отношений элементов к набору эталонных элементов определяются *параметры элементов, являющиеся аналогами понятий координат в обычной геометрии.* Чтобы к ним прийти, в законе (2) нужно выделить $r-1$ элементов множества $\mathcal{M}$ и $r-1$ элементов множества $\mathcal{N}$ и считать их *базисными или эталонными.* На рис. 2 эти элементы обозначены буквами m, n, μ, ν. На этот закон

можно смотреть как на соотношение, определяющее парное отношение между двумя неэталонными элементами (пусть ими будут элементы i и α) через их отношения к эталонным элементам. Отношения же между самими эталонными элементами можно считать раз и навсегда заданными. Тогда оказывается, что парное отношение $u_{i\alpha}$ характеризуется $r-1$ параметрами элемента i (его отношениями к $r-1$ эталонным элементам множества $\mathcal{N}$) и аналогичными $r-1$ параметрами элемента α.

Итак, здесь мы видим замену понятия макроприбора m в обозначении квантовой теории $R_m(\mu)$ на его аналог – элементарный базис μ в символе бинарной геометрофизики $R_\mu(\mu)$.

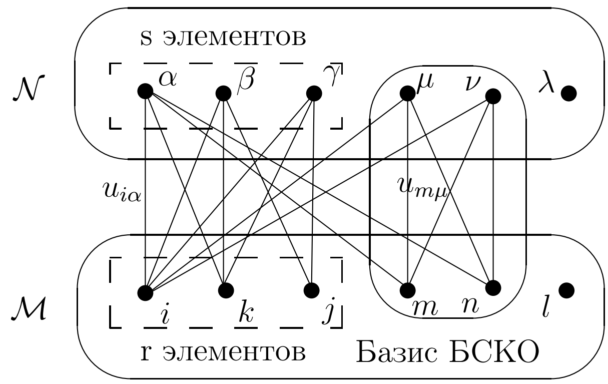

Рис. 2: Бинарная система отношений (структура) ранга (r, s)

8. В бинарной геометрофизике ключевую роль играют миноры максимального порядка в законе БСКО (2), т. е. в общем случае отличные от нуля определители порядка $(r-1)$. Они названы **фундаментальными** $(r-1)\times(r-1)$**-отношениями** и для них принято специальное обозначение в виде двух этажей из символов двух групп элементов первого и второго множеств, заключенных в квадратные скобки. Можно показать, что в БСКО произвольного ранга (r,r) фундаментальные отношения обладают замечательным свойством:

$$\begin{bmatrix} \alpha\,\beta \cdots \\ i\ k \cdots \end{bmatrix} \equiv \begin{vmatrix} u_{i\alpha} & u_{i\beta} & \cdots \\ u_{k\alpha} & u_{k\beta} & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} i^1 & k^1 & \cdots \\ i^2 & k^2 & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \alpha^1 & \beta^1 & \cdots \\ \alpha^2 & \beta^2 & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \end{vmatrix}, \qquad (4)$$

т. е. записываются через произведения из определителей, составленных из параметров одного сорта. Забегая вперед, отметим, что *специальные комбинации из фундаментальных отношений определяют прообраз действия (лагранжиана) пары взаимодействующих частиц.*

Легко видеть, что элементарный базис характеризуется именно фундаментальным $(r-1)\times(r-1)$-отношением. Как и в классической физике, в бинарной геометрофизике используются привилегированные элементарные базисы, т. е. удовлетворяющие специальным условиям.

9. Можно показать, что *в бинарной геометрофизике переходы от одного элементарного базиса к другому описываются линейными преобразованиями параметров элементов двух множеств*:

$$i'^s = C^s_r i^r; \quad \alpha'^s = \overset{*}{C}{}^s_r \alpha^r, \tag{5}$$

где C^s_r и $\overset{*}{C}{}^s_r$ – коэффициенты, определяющие класс используемых бинарных систем отношений (эталонных элементов). Следует ограничиться случаем, когда элементы двух множеств преобразуются при помощи комплексно сопряженных коэффициентов.

Как и в специальной теории относительности, в бинарной геометрофизике выделяется класс линейных преобразований, соответствующий переходам между привилегированными элементарными базисами. Они характеризуются условиями, что при этих преобразованиях остаются неизменными (инвариантными) каждый из определителей справа в фундаментальном $(r-1)\times(r-1)$ отношении (4). Легко показать, что такие преобразования составляют $2r(r-2)$-параметрическую группу $SL(r-1, C)$.

10. Более подробно остановимся на выборе необходимого ранга БСКО. Естественно ожидать, что главную роль в теории играют БСКО минимальных рангов: $(2,2)$, $(3,3)$, $(4,4)$, $\ldots$. Поиск необходимого для описания физики ранга осуществлялся методом индукции, то есть последовательно изучались возможности моделей бинарной геометрофизики на основе БСКО, начиная с рангов (2,2) и (3,3) и далее более высоких рангов (4.4), (5,5), (6,6).

С помощью БСКО рангов (2,2) и (3,3) строится идеализированная модель, описывающая свободные (невзаимодействующие) простейшие элементарные частицы – лептоны. Эта модель составляет основу для построения прообраза классического пространства-времени. Для описания взаимодействующих частиц необходимо использовать БСКО более высоких рангов (4,4) или (6,6). При этом оказалось, что БСКО ранга (4,4) представляет собой простейшую модель, позволяющую описать электромагнитные взаимодействий лептонов. Эта модель является прямым аналогом 5-мерной (унарной) геометрической модели типа теории Калуцы.

Для полного описания известных закономерностей физики необходимо использовать БСКО ранга (6,6). На основе БСКО ранга (6,6) оказалось возможным описать как прообраз сильных взаимодействий адронов, так и электрослабые взаимодействия лептонов и адронов в общем виде.

11. Каждый элемент БСКО ранга (6,6) характеризуется $r - 1 = 5$ параметрами. Анализ показал, что для описания физической реальности необходимо произвести $5 = 2 + 3$-расщепление параметров на две части, где первые два параметра (с индексами 1 и 2), названные *внешними*, следует использовать для описания компонент 4-мерного импульса (скорости) частиц, а три оставшиеся (с индексами 3, 4 и 5), названные *внутренними*, должны определять, как и в многомерных геометрических моделях, заряды элементарных частиц. Это разделение соответствует процедурам $n = 4 + 1 + 1 + \cdots$-расщеплению в многомерных геометрических моделях физических взаимодействий.

Названное разделение фактически означает расщепление исходной БСКО ранга (6,6) на две подсистемы: БСКО ранга (3,3) (с двумя параметрами) и БСКО ранга (4,4) (с тремя параметрами). В результате расщепления исходная группа преобразований $SL(5, C)$ в БСКО ранга (6,6) сужается до произведения двух подгрупп: $SL(2, C)$ – для внешних параметров и $SL(3, C)$ (или более узкой группы $SU(3)$) – для внутренних параметров.

2.2 Истоки 4-мерности и сигнатуры классического пространства-времени

Покажем, как на самом элементарном уровне бинарной геометрофизики проявляются истоки ключевых свойств классического пространства-времени. Начнем с указания на то, что понятия БСКО низших рангов фактически уже давно используются в теоретической физике. В частности, *понятие спина элементарных частиц и теория 2-компонентных спиноров, оказывается, возникает в рамках БСКО минимального невырожденного ранга (3,3)*. Поясним это утверждение.

1. Согласно общей теории бинарных систем отношений, закон БСКО ранга (3,3) имеет вид

$$\Phi = \begin{vmatrix} u_{i\alpha} & u_{i\beta} & u_{i\gamma} \\ u_{k\alpha} & u_{k\beta} & u_{k\gamma} \\ u_{j\alpha} & u_{j\beta} & u_{j\gamma} \end{vmatrix} = 0, \tag{6}$$

где парные отношения
$$u_{i\alpha} = i^1\alpha^1 + i^2\alpha^2 \tag{7}$$
определяются двумя парами комплексных параметров i^1, i^2 (начальное состояние) и α^1, α^2 (конечное состояние).

2. Возьмем фундаментальное 2×2-отношение, которое, согласно (4), представляется в виде
$$\begin{vmatrix} u_{i\alpha} & u_{i\beta} \\ u_{k\alpha} & u_{k\beta} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} i^1 & k^1 \\ i^2 & k^2 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \alpha^1 & \beta^1 \\ \alpha^2 & \beta^2 \end{vmatrix} \equiv \begin{bmatrix} \alpha\beta \\ ik \end{bmatrix}. \tag{8}$$
Ограничимся рассмотрением лишь таких элементарных базисов, которые связаны линейными преобразованиями (5), оставляющими инвариантными (неизменными) каждый из определителей справа в (8), т. е.
$$\begin{vmatrix} i^1 & k^1 \\ i^2 & k^2 \end{vmatrix} = i^1k^2 - i^2k^1 = Inv; \quad \alpha^1\beta^2 - \alpha^2\beta^1 = Inv. \tag{9}$$
Эти выражения можно понимать как антисимметричные метрики в каждом из двух множеств (пространств) БСКО ранга (3,3). Но, если вспомнить определение 2-компонентных спиноров как 2-мерных комплексных векторов, для которых определена инвариантная антисимметричная квадратичная форма (метрика), то станет ясно, что элементы БСКО ранга (3,3) с условием (9) описываются 2-компонентными спинорами.

Обратим внимание на тот факт, что в исходных положениях бинарной геометрофизики определены отношения – прообраз своеобразной метрики – лишь между элементами двух различных множеств $\mathcal{M}$ и $\mathcal{N}$ и не было отношений внутри каждого из множеств. Однако в (9) возникли антисимметричные метрики внутри каждого из множеств, можно сказать, «наведенные» отношениями с элементами противоположного множества. Таким образом, можно утверждать, что теория 2-компонентных спиноров является следствием БСКО ранга (3,3).

3. Коэффициенты линейных преобразований (4), оставляющих инвариантными антисимметричные формы (9), удовлетворяют условию $C_1^1C_2^2 - C_2^1C_1^2 = 1$. Следовательно, на четыре комплексных коэффициента C_r^s наложено два вещественных условия. Эти преобразования, связывающие выделенный класс базисных элементов, образуют (принадлежат) 6-параметрическую группу $SL(2, C)$, соответствующую группе Лоренца.

Преобразования (4), одновременно сохраняющие инвариантными как антисимметричные формы (9), так и парные отношения $u_{i\alpha}$ в (7), образуют 3-параметрическую группу $SU(2)$, соответствующую вращениям в 3-мерном пространстве.

4. Напомним, что в общепринятой теории к спинорам приходят, исходя из плоского 4-мерного пространства-времени с соответствующей ему группой Лоренца, а на основе алгебр Клиффорда над полем вещественных чисел можно определить спиноры в пространствах любой размерности и сигнатуры. Но можно рассуждать и в обратном направлении: если задан вид спиноров, то сразу же можно сказать о размерности и сигнатуре многообразия, в котором определены эти спиноры. Учитывая, что в нашем случае массивные частицы описываются парой 2-компонентных спиноров, приходим к выводу, что таким образом уже заложены основы 4-мерности теории с сигнатурой $(+---)$. Другими словами, можно утверждать, что **размерность (4-мерность) и сигнатура классического пространства-времени обусловлены бинарной системой комплексных отношений минимального невырожденного ранга (3,3)**.

5. В связи с данным выводом сделаем два замечания.

1) В близкой по преследуемым целям твисторной программе Пенроуза 4-мерие и сигнатура пространства-времени автоматически следуют из основного постулата теории – из определения твистора. В бинарной геометрофизике спинорность получается как следствие при рассмотрении упрощенной (идеализированной) модели на основе БСКО ранга (3,3).

2) В известной монографии Ч. Мизнера, К. Торна и Дж. Уилера «Гравитация» ставился "вопрос о том, можно ли построить геометрию с помощью квантового принципа из основных элементов, которые сами по себе не обладают какой-либо определенной размерностью. В центре внимания дискуссии, которая проходила в 1964 г., была «размерность без размерности». Однако основными причинами, заставляющими размышлять о предгеометрии, были и остаются две характерные особенности природы: спин 1/2 и заряд, говорящие сами за себя во весь голос в любой области физики элементарных частиц"[17, с. 474].

В бинарной геометрофизике фактически решается поставленный выше вопрос. **Размерность вводится не как топологическое свойство непрерывного многообразия, а алгебраически – через ранг закона БСКО**, т. е. размерность определяется числами элементов, связанных в законе.

6. Однако от алгебраических понятий БСКО ранга (3,3) до 4-мерного

координатного пространства-времени путь не близкий. Этот вопрос более подробно рассмотрен в [4]. Здесь же отметим, что от БСКО ранга (3,3) можно перейти к унарным системам вещественных отношений, соответствующим общепринятым геометриям, несколькими способами. Переход к прообразу пространственно-временных отношений осуществляется склейкой пар элементов (по одному из каждого множества). Другой способ перехода к унарным системам вещественных отношений основан на сшивке двух пар элементов (по два элемента в каждом из множеств) так, как это изображено на рисунке 3. Он соответствует переходу к унарной геометрии Лобачевского, физически интерпретируемой как пространство скоростей частиц.

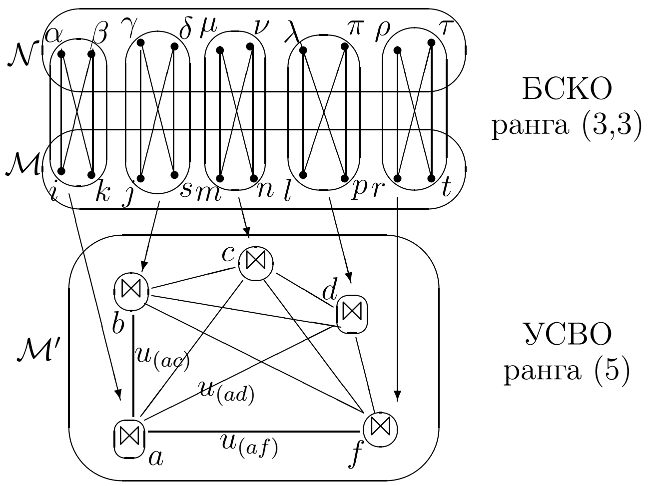

Рис. 3: Переход от БСКО ранга (3,3) к УСВО ранга (5)

В верхней части рисунка изображены четверки сопряженных элементов из двух множеств БСКО ранга (3,3), а в нижней части – сопоставленные с ними элементы одного нового множества $\mathcal{M}'$.

7. Из параметров пар элементов – двух 2-компонентных спиноров – по обычным правилам строятся 4-мерные векторы, физически интерпретируемые как скорости (или импульса) массивных частиц. Так, компоненты 4-скорости частицы, описываемой элементами i и k в начальном состоянии и α и β в конечном состоянии, записываются следующим образом:

$$\begin{aligned} u^0 &= \tfrac{1}{2}(i^1\alpha^1 + i^2\alpha^2 + k^1\beta^1 + k^2\beta^2); \\ u^1 &= \tfrac{1}{2}(i^1\alpha^2 + i^2\alpha^1 + k^1\beta^2 + k^2\beta^1); \\ u^2 &= \tfrac{i}{2}(i^1\alpha^2 - i^2\alpha^1 + k^1\beta^2 - k^2\beta^1); \\ u^3 &= \tfrac{1}{2}(i^1\alpha^1 - i^2\alpha^2 + k^1\beta^1 - k^2\beta^2). \end{aligned} \tag{10}$$

Очевидно, компоненты вектора в (10) являются вещественными, если параметры элементов α и β комплексно сопряжены параметрам элементов i и k. Именно компоненты u^μ физически интерпретируются.

8. Близкие по смыслу проблемы имеются как в общепринятой квантовой теории, так и в общей теории относительности. Напомним, в квантовой теории переход от комплексных волновых функций к наблюдаемым величинам (импульсам, координатам и т. д.) осуществляется с помощью эрмитовых операторов, имеющих вещественные собственные значения. В общей теории относительности переход от тензорных величин, зависящих от произвола в выборе координатной системы, к наблюдаемым величинам производится посредством проецирования на направления используемых систем отсчета. (В ОТО истинно наблюдаемыми являются лишь скаляры.) В случае БСКО ранга (3,3) аналогом указанных процедур является *переход от БСКО к УСВО* путем соответствующей «сшивки» элементов двух множеств в объекты (элементы) одного сорта. Таким образом, в бинарной геометрофизике появляются и УСВО, однако они имеют вторичный характер.

9. В полученной описанным способом УСВО парные отношения между склеенными четверками элементов определяются в виде обычного скалярного произведения двух 4-мерных векторов. Так, пусть один вектор $u^\mu_{(1)}$ определяется элементами i, k, α, β БСКО ранга (3,3), а второй вектор $u^\mu_{(2)}$ определяется элементами j, s, γ, δ, тогда легко показать, что их произведение (парное отношение УСВО ранга (5)) следующим образом записывается через сумму четырех фундаментальных 2×2-отношений исходной БСКО ранга (3,3):

$$u^\mu_{(1)} u_{(2)\mu} = \frac{1}{2}\left(\begin{bmatrix}\alpha\gamma\\ ij\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\alpha\delta\\ is\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\beta\gamma\\ kj\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\beta\delta\\ ks\end{bmatrix}\right). \qquad (11)$$

Здесь упомянуты лишь самые существенные положения БСКО ранга (3,3), на основе которой строятся пространственно-временные отношения.

2.3 Фаза как источник возникновения метрики

При построении классических пространственно-временных отношений следует выделить две задачи: получение из комплексных парных отношений вещественных чисел, соответствующих понятию метрики (длины), и обоснование наблюдаемой 4-мерности классического мира.

1. Истоки возникновения 4-мерности уже названы выше. Укажем истоки появления метрики. Для этого вернемся к закону БСКО ранга (3,3). Легко показать, что закон (6) будет по-прежнему выполняться, если произвести следующее преобразование параметров элементов:

$$\begin{aligned} i^s \to \tilde{i}^s = C_i i^s; \quad k^s \to \tilde{k}^s = C_k k^s; \quad j^s \to \tilde{j}^s = C_j j^s; \\ \alpha^s \to \tilde{\alpha}^s = C_\alpha \alpha^s; \;\; \beta^s \to \tilde{\beta}^s = C_\beta \beta^s; \;\; \gamma^s \to \tilde{\gamma}^s = C_\gamma \gamma^s, \end{aligned} \tag{12}$$

где $C_i, \cdots, C_\gamma$ – некоторые комплексные числа, сопоставляемые соответствующим элементам, т. е. оба параметра каждого элемента i умножаются на один и тот же конформный фактор C_i.

2. Выражения (12) показывают, что из ранее рассматривавшихся параметров можно выделить множители, которые также следует понимать как характеристики элементов. Более того, оказывается, что эти характеристики являются элементами самостоятельной бинарной системы комплексных отношений минимального ранга (2,2). Действительно, согласно общей формуле (2), теории бинарных систем отношений, закон для ранга (2,2) имеет вид:

$$\Phi_{(2,2)} = \begin{vmatrix} \hat{u}_{i\alpha} & \hat{u}_{i\beta} \\ \hat{u}_{k\alpha} & \hat{u}_{k\beta} \end{vmatrix} = 0, \;\to\;\; \hat{u}_{i\alpha}\hat{u}_{k\beta} = \hat{u}_{k\alpha}\hat{u}_{i\beta}, \tag{13}$$

где парное отношение, согласно (3), определяется единственными параметрами каждого из элементов:

$$\hat{u}_{i\alpha} = \hat{i}^1 \hat{\alpha}^1. \tag{14}$$

Эти параметры следует отождествить с конформными факторами $\hat{i}^1 \equiv C_i$ и $\hat{\alpha}^1 \equiv C_\alpha$.

Таким образом, БСКО ранга (2,2) является подсистемой БСКО ранга (3,3).

3. Из общих положений теории БСКО ранга (3,3) можно сделать вывод (см. [4, 12]): параметры элементов подсистемы ранга (2.2) должны быть по модулю равными единице:

$$\hat{i}^1 = \exp(i\varphi_i); \quad \hat{\alpha}^1 = \exp(i\varphi_\alpha), \tag{15}$$

т. е. они могут отличаться друг от друга лишь фазой.

4. В бинарной геометрофизике *показатель экспоненты параметров БСКО ранга (2,2) интерпретируется как прообраз классического действия* S. Данную интерпретацию можно обосновать следующим образом. Поскольку БСКО ранга (2,2) выделяется из БСКО ранга (3,3), характеризующей 4-скорости частиц u_μ, то естественно связать параметры

этих систем отношений, представив показатель экспоненты в виде

$$\varphi_k = C' u_\mu x^\mu \to CS, \tag{16}$$

где C и C' – константы, а x^μ – некоторые коэффициенты, выступающие как прообраз координат пространства-времени. Вводя в показатель экспоненты еще массу m, переопределяем константу $C' = mcC$, тогда вместо 4-скорости можно писать импульс частицы $p_\mu = mcu_\mu$.

Так как при данной интерпретации в экспоненте оказывается размерная величина (действие S), то необходимо ввести универсальный коэффициент, обратный размерности действия. Из указанной аналогии ясно, что таковым должна быть постоянная Планка $\hbar$ в знаменателе, т. е. $C = 1/\hbar$.

5. Следует подчеркнуть, что введенные в показатель экспоненты (16) параметры x^μ следует рассматривать лишь как прообразы классических координат, поскольку пока они определены неоднозначно, с точностью до изменения всей фазы на 2π, умноженного на целое число

$$\varphi \;\to\; \varphi(n) = 2\pi n + \varphi \quad \to x(n) = n\lambda + \frac{1}{2\pi}\varphi\lambda, \tag{17}$$

где, во-первых, формула записана лишь для одной компоненты и, во-вторых, вместо импульса k (энергии) введена длина волны $\lambda = \hbar/k$. Это означает, что прообразы координат компактифицированы.

Тем не менее уже можно утверждать, что для инвариантности фазы относительно допустимых преобразований компонент 4-скорости необходимо положить, что параметры x^μ также должны быть компонентами 4-вектора.

6. Преобразование (12) можно понимать как разбиение прообразов фермионных волновых функций на частотную и спинорную части, используемое в стандартной квантовой теории поля при описании спинорных частиц.

7. Фазовые вклады, описываемые параметрами БСКО ранга (2,2), ответственны за возникновение классической метрики, т. е. на их основе решается задача физического обоснования (статистического введения) метрики (расстояний) о которой писали Б. Риман, Д. ван Данциг и П.К. Рашевский.

На важность роли фазы в раскрытии сущности геометрии обращал внимание Дж. Уилер, который писал: "Однако Природа умеет «вести учет» различия «фаз». Значит, если Природа сводится к геометрии, «фаза» также должна быть сводима к геометрии. Однако «фаза» не всегда отчетливо отражает чисто геометрический характер исконно единой теории поля. Не впадает ли эта теория в чрезмерную узость, используя исключительно средства *дифференциальной* геометрии – геометрии в непосредственной окрестности точки? Не является ли ее пороком невозможность признания общности между отдаленными точками? Не являются ли обычные геометрические средства непригодными потому, что они, так сказать, вводят слишком много точек и допускают различимость этих точек в качестве постулата, не подлежащего сомнению? Не существует ли какой-либо возможности отбросить подобные неудачные основы и все же сохранить существенные черты глобальной структуры? Не достаточно ли одной точки? Не может ли эта точка повторять свою роль вновь и вновь, подобно тому, как электронный луч в телевизионной трубке, пробегая достаточно быстро, воспроизводит все изображение. Не будет ли взаимная «фаза» двух точек играть более важную роль, если между точками будет иметь место более глубокая внутренняя связь этого типа? Конечно, здесь не идет речь об *изменении* теорий Эйнштейна и Максвелла; мы лишь ищем другую *формулировку* этой теории. *Существование в основных законах классического пространства-времени величины такого типа как относительная «фаза» двух отдельных точек приводит исследователей, ищущих чисто геометрическое описание природы, к заключению, что понятие «фазы» еще не нашло своего наиболее удачного геометрического средства выражения*"(везде курсив Дж. Уилера) [18, с. 61]. Близкую мысль о роли «фазы» он высказывает и в других местах, относя к одной из важных нерешенных проблем физики вопрос: "Могут ли идеи римановой геометрии и геометродинамики быть переформулированы в таком виде, чтобы концепция относительной «фазы» двух удаленных точек приобрела простой смысл?"[18, с. 207].

Предлагаемое здесь построение макроскопической теории классических пространственно-временных отношений в значительной степени является ответом на сформулированные Дж. Уилером вопросы. Они основаны на постановке понятия «фазы» во главу угла, причем не отдельной «фазы», а большой совокупности фазовых вкладов, из наложения которых предлагается выводить как понятие расстояния, так и всю классическую геометрию.

8. В приведенном высказывании Дж. Уилера особо примечательны следующие моменты. Во-первых, в нем выражено сомнение в обосно-

ванности методов дифференциальной геометрии, основанных на «непосредственной окрестности точки». Здесь фактически ставится вопрос о возможности глобального задания фаз между удаленными точками, что означает переход к концепции дальнодействия. Об этом также говорят его слова об использовании в существующей теории «слишком многих точек» пространства и ставится вопрос о «какой-либо возможности отбросить эти неудачные основы». Именно это осуществляется в бинарной геометрофизике, причем в ней используются не безликие точки, а события и частицы, составленные из элементов. Фазы определены лишь для пар частиц (элементов), но не для эфемерных геометрических точек, где нет реальных частиц.

Во-вторых, заслуживает внимание рассуждение Уилера о повторении роли точки вновь и вновь, из чего строится изображение, как в примере с электронно-лучевой трубкой. Это может быть соотнесено с упомянутой выше компактифицированностью прообразов координат x^μ, когда на мысленной прямой каждый вклад повторяется вновь и вновь, а становление расстояния происходит из наложения большого числа этих вкладов. Для получения классических координат необходимо осуществить процедуру декомпактификации.

Наконец, позволим себе отметить слова Уилера о том, «что понятие «фазы» еще не нашло своего наиболее удачного геометрического средства выражения». На решение этого вопроса претендует программа бинарной геометрофизики, где фазовые вклады наряду с угловыми образуют мировые матрицы парных отношений.

3 От предгеометрии к классической геометрии

До сих пор рассматривалась одиночная бинарная система комплексных отношений, которая соответствует одному из процессов взаимодействия, что во введенных обозначениях означало теорию вида $R_\mu(\mu)$. Однако **в реальном мире мы имеем дело не с одной БСКО ранга (3,3) (а точнее, БСКО более высокого ранга), а с огромной совокупностью БСКО, обусловленных множеством происходящих в мире процессов взаимодействий**. Обсудим основные моменты перехода от предгеометрии к теории классического пространства-времени и к общепринятой физике.

3.1 Пространство-время как следствие событий в окружающем мире

1. Рассмотрим первый этап обобщения бинарной геометрофизики, на котором осуществляется учет всей совокупности событий, что достигается своеобразным суммированием введенных в рамках БСКО ранга (3,3) отношений. Это соответствует переходу к теории вида $R^M_\mu(\mu)$, обозначенному на блок-схеме рисунка 1 верхней стрелкой вправо. Для этого, прежде всего, поясним, что кроется за событиями окружающего мира, обозначаемыми символом M. К ним относятся, во-первых, все элементы окружающего мира, с которыми может произойти взаимодействие в виде столкновения или передачи «излучения» от выделенной частицы в будущем. А во-вторых, – гигантская совокупность событий в прошлом, которые произошли с иными частицами (получение «излучения» от иных частиц). В теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера – Фейнмана – Уилера (см. [2, 3, 4]) первые соответствуют мировому поглотителю (в будущем), а вторые – мировому излучателю (в прошлом). В работах Фейнмана и Уилера теория строилась на фоне готового пространства-времени, поэтому мировые поглотитель и излучатель оказывались на «равной ноге» и возникала проблема выделения роли (абсолютного) поглотителя и игнорирования мирового излучателя. **В бинарной геометрофизике мировой излучатель ответственен за идею классического пространства-времени, тогда как мировой поглотитель ответственен за отсутствие опережающих взаимодействий**.

2. Поскольку бинарная геометрофизика описывает элементарные звенья процессов, то необходимо уточнить, какие процессы следует считать ответственными за происхождение классических пространственно-временных отношений. Естественно полагать, что таковыми являются процессы **электромагнитных взаимодействий** в окружающем мире.

Данное утверждение можно подкрепить рядом аргументов. Во-первых, все основные понятия геометрии (примитивы ее аксиоматики) – это абстракции, взятые от классических объектов, построенных из атомов и молекул на основе именно электромагнитных взаимодействий. Во-вторых, получение любой информации классическим наблюдателем неизбежно сопряжено с изменениями состояний каких-то атомов или молекул, т. е. на общепринятом языке связано с испусканием или поглощением фотонов – переносчиков электромагнитных взаимодействий. В-третьих, электромагнитные взаимодействия являются дальнодействующими в смысле медленного убывания с расстоянием. В подтверждение сформулированной позиции можно привести и другие доводы.

3. В общепринятой теоретико-полевой парадигме электромагнитные взаимодействия представляются в виде процессов излучения и поглощения фотонов. Однако это не означает, что непосредственными носителями пространственно-временных отношений выступают «фотоны». Они только реализуют (превращают в действительность) одну из возможностей, описываемых мировой матрицей конкретной БСКО ранга (3,3). В отсутствие готового пространства-времени процесс взаимодействия содержит в себе нечто большее – генерацию мировой матрицы отношений (1) между источником и всеми другими возможными поглотителями.

Согласно бинарной геометрофизике, в процессе взаимодействия (в момент «излучения») возникает БСКО ранга (3,3) (или, точнее, ранга (4,4) в виде упрощенной модели БСКО ранга (6,6)), в которой собственным базисом (системой эталонных элементов) является излучатель. В этой системе отношений отображаются все возможные поглотители, в том числе и тот, который реально провзаимодействует с источником, т. е. поглотит его «излучение», превратив тем самым возможность в действительность. Как только происходит поглощение «фотона», данная БСКО прекращает свое существование, а вместо нее возникает (или может возникнуть) иная система отношений, где базисом является уже новый излучатель, ранее бывший приемником.

4. На языке общепринятой теоретико-полевой парадигмы во Вселенной имеется гигантское «море фотонов», испущенных, но еще не нашедших своего поглотителя. В данном случае, когда речь идет о формировании пространства-времени, имеются в виду не только фотоны, достигшие какого-то конкретного места, а все фотоны, существующие в мире.

Отношения, устанавливаемые в посредством БСКО, на классическом языке «распространяются с бесконечной скоростью». В связи с этим напомним неоднократно высказывавшиеся соображения о смысле продольной (плюс временной) части электромагнитного поля. Так, в книге Р. Фейнмана «Квантовая электродинамика» излагаются взгляды Э. Ферми на квантовую электродинамику: "Предположим, что все атомы Вселенной помещены в некотором кубе. Классически такой куб можно рассматривать как обладающий собственными колебаниями, описываемыми с помощью распределения гармонических осцилляторов, взаимодействующих с веществом. Переход к квантовой электродинамике заключается в простом предположении, что эти осцилляторы являются не классическими, а квантовыми. (...) Взаимодействие фотонов с веществом приводит к изменению числа фотонов n на ± 1 (излучение или поглощение). Поле в кубе можно представить в виде плоских стоячих волн, сферических волн или плоских бегущих волн e^{ikx}. Можно сказать, что полное поле в кубе состоит из кулоновского поля, ответственного за *мгновенное* взаимодействие зарядов по закону e^2/r_{ij}, и поля, связанного с *поперечными волнами*"[19, с. 11-12].

В работах Р. Фейнмана многократно обращается внимание на то, что действие для электромагнитного поля делится на две части, которым дается следующая интерпретация: "Одна из них описывает вклад, обусловленный мгновенным кулоновским взаимодействием; оставшуюся часть назовем действием S_{field}, которое соответствует полю излучения (учет излучения обеспечивает все поправки к мгновенному полю, например поправки, связанные с запаздыванием суммарного воздействия электромагнитного поля и поправки на скорость распространения этого взаимодействия, которое не превышает скорости света)"[20, с. 262]).

В этих и ряде других высказываниях наиболее примечательными являются слова о «мгновенности» кулоновского взаимодействия, что созвучно идее о матрице отношений, порожденной электромагнитным излучением. Эта матрица отношений характеризует *возможность* того или иного исхода процесса, тогда как поперечная часть определяет *действительность*, т. е. окончательный результат процесса электромагнитного взаимодействия.

Здесь следует обратить внимание на дефект представления о мгновенности распространения продольной части именно как кулоновского потенциала e^2/r_{ij}. Это предполагает, что отдельный «испущенный фотон» уже несет в себе классическое представление о расстоянии, например, между излучателем i и всеми возможными приемниками j. Но в процессе его «распространения» (в классическом смысле) эти расстояния в общем случае изменяются. Как может оставаться это неизменное значение потенциала? В бинарной геометрофизике этот дефект устраняется благодаря тому, что речь идет о матрице не вещественных, а комплексных, точнее, компактифицированных парных отношений.

5. От каждой БСКО ранга (3,3) можно перейти к двум видам векторов: к неизотропным векторам (скорости), описываемым геометрией Лобачевского, и к изотропным векторам k^μ, сопоставляемым с поглотителем. Разумеется, это не означает, что поглотитель при этом становится

светоподобным (или превращается в нейтрино).

В теоретико-полевой парадигме изотропный вектор k^{μ} принято приписывать фотону, т. е. электромагнитному излучению, испущенному излучателем и поглощенному другой частицей (приемником). Но в теории прямого межчастичного взаимодействия нет полей переносчиков взаимодействий. Следовательно, **изотропный вектор k^{μ} принадлежит не фотону, а характеризует вторую частицу (приемник излучения) в ее пространственно-временных отношениях с излучателем** и с окружающим миром.

Примечательно, что уже в теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера – Фейнмана было провозглашено, что никакая частица не излучает в пустоту, – всякий процесс излучения может иметь место лишь тогда, когда имеется поглотитель излучения.

6. Существование пространственно-временных отношений тесно связано с тем, что имеется понятие, которое на обыденном языке интерпретируется как «промежуток времени» между излучением и поглощением сигнала. Другими словами, **пространственно-временные отношения обусловлены немгновенностью распространения (световых) сигналов между взаимодействующими объектами**.

Можно утверждать и обратное: смысл и назначение отношений, характеризуемых БСКО ранга (3,3), в частности, состоит в задании расстояний между парами частиц, которые, в свою очередь, определяют «промежутки времени» существования возможных БСКО при (электромагнитном) взаимодействии между соответствующими парами частиц. На языке классической теории это соответствует закономерностям, положенным в основу хроногеометрии, т. е. сигнатуре $(+---)$ классического пространства-времени.

7. Происхождение классических пространственно-временных отношений из наложения элементарных отношений БСКО, порожденных процессами в окружающем мире, являются **проявлением принципа Маха**.

Согласно данному подходу, принцип причинности и наличие изотропного конуса не являются первичными понятиями физики, а имеют макроскопическую природу, т. е. выступают следствием суммирования вкладов из отношений от процессов во всем окружающем мире. В связи с этим уместно напомнить высказывание Э. Маха: "Особое упоминание о пространстве и времени в выражении закона причинности не нужно, ибо все отношения пространства и времени снова сводятся ко взаимной зависимости между явлениями"[21, с. 428].

3.2 Процедура декомпактификации фазовых вкладов

1. В теоретико-полевом миропонимании частицы описываются волновыми пакетами, распределенным в некоторой области пространства. Сами пакеты трактуются в виде дискретного или сплошного спектра гармонических волн, различающихся длинами волн λ_s. Каждая из волн (гармоник) распределена сразу во всем пространстве. Если частицу характеризовать одной гармоникой, то она окажется пребывающей во всем пространстве равновероятно. Для локализации частицы необходимо рассмотрение именно пакета волн. Ее положение определяется той областью готового пространства-времени, где квадрат суммарной амплитуды вероятности оказывается значительным. В классическом пределе положению частицы в окрестности какой-то точки соответствует дельта-функция как особое сложение волн, где отличный от нуля результат имеет место лишь в данной точке (в ничтожно малой ее окрестности), а во всех иных точках эта функция равна нулю.

Можно считать, что волновой пакет характеризует положение частицы относительно какого-то иного объекта, обычно выбираемого классическим, тогда речь идет о парном отношении (расстоянии) между двумя объектами, описываемом пакетом гармонических волн. Очевидно, что как само разложение волновых функций по гармоникам, так и всякое конкретное описание волнового пакета опирается на готовое пространство-время.

2. *В бинарной геометрофизике ставится обратная задача. Полагается, что априорно заданного классического пространства-времени нет, однако имеются наборы фазовых вкладов в парные отношения между любыми парами объектов (элементов). Задача состоит в том, чтобы показать как из огромной совокупности отдельных фазовых вкладов получить вещественные парные отношения, соответствующие классическим пространственно-временным отношениям.*

Для решения данной задачи следует опереться, во-первых, на уже изложенные положения в рамках теории отдельных БСКО ранга (3.3), во-вторых, учесть наличие огромной совокупности БСКО, обусловленных событиями в окружающем мире, и, в-третьих, сделать следующий шаг в развитии бинарной геометрофизики – перейти к достаточно сложным базисам, т. е. сделать переход $R^M_\mu(\mu) \to R^M_m(\mu)$, изображенный на блок-схеме рисунка 1 стрелкой вниз.

3. Из ранее изложенных положений в рамках отдельных систем отношений (теории $R_\mu(\mu)$) следует иметь в виду следующее:

1) получение из БСКО ранга (3,3) двух типов отношений: а) характеризуемых импульсами p_μ (или k_μ для «излучения») и б) единичных по модулю скалярных парных отношений, соответствующих подсистеме ранга (2,2) с фазовыми параметрами;

2) представление фазовых параметров (16) в виде произведения импульса (энергии) k на коэффициент x (будем рассуждать на примере одного измерения);

3) факт неоднозначности в определении коэффициента x, отображенный формулой (17).

4. При рассмотрении огромной совокупности БСКО (т. е. теории вида $R^M_\mu(\mu)$) следует учесть, что относительно любого из используемого класса элементарных базисов μ каждая из элементарных БСКО видится в одном или нескольких значениях $k_{(n)}$. Это может означать использование не всех, а каких-то избранных элементарных базисов, для которых выполняется данное условие.

В соответствии с одним или несколькими значениями энергий $k_{(n)}$ совокупность всех элементарных БСКО распределяется на одну или несколько систем распределений по главным значениям фазы. Если учесть неоднозначность в определении x и развернуть распределение внутри главного значения фазы вдоль угловой оси $\varphi + 2\pi n$, то данное распределение будет повторяться вдоль всей бесконечной оси. Переходя к размерным единицам, значениям $k_{(n)}$ можно поставить в соответствие длину волны $\lambda_{(n)} = h/k_{(n)}$. Тогда угловая ось превратится в ось длин. Очевидно, что в случае одного или небольшого числа распределений невозможно говорить о каком-то выделенном значении отношения (длине) между двумя частицами.

5. Для решения поставленной задачи необходимо сделать следующий шаг – совершить переход $R^M_\mu(\mu) \;\rightarrow\; R^M_m(\mu)$, т. е. перейти от отдельных элементарных базисов μ к неким образом организованной достаточно сложной совокупности элементарных базисов m. В этом случае получаем огромную совокупность распределений, указанных в предыдущем пункте.

Далее необходимо использовать, во-первых, факт упорядоченности значений энергий k и, во-вторых, квантовомеханический принцип суперпозиции. Последний означает, что наложение различных вкладов от элементарных БСКО осуществляется в виде суммирования гигантской суммы из комплексных величин, по модулю равных единице. В качестве аргумента таких величин следует брать линейную ось, построенную на основе формальной развертки по любой из возможных длин волн.

В итоге для любого парного отношения между элементами i и k получается некоторая функция $\Phi_{ik}(x)$. Значение длины между этими элементами находится по принципам квантовой механики как ожидаемое значение

$$l_{ik} = C \int \Phi^*(x) x \Phi(x) dx. \tag{18}$$

6. Данную задачу можно обобщить на случай перехода частицы между двумя состояниями. Тогда изложенные выше соображения позволяют описать обратный ход от используемого в квантовой теории перехода от классической физики к квантовой. Приведем наиболее близкую к развиваемой здесь программе формулировку. Как писал Дж. Уилер: "Прямой путь перехода от классической теории к квантовой дает формулировка Фейнмана. Выражение

$$< C_2\sigma_2 | C_1\sigma_1 >= \sum_H \exp\left(\frac{iS_H}{\hbar}\right) \tag{19}$$

представляет собой ключ, необходимый для оценки всех имеющих физический смысл величин: амплитуды вероятности перехода от некоторой конфигурации C_1 на пространственно-подобной гиперповерхности σ_1 к C_2 на σ_2. Здесь H символизирует любую историю изменения системы между σ_1 и σ_2, обладающую в качестве граничных значений конфигурациями C_1 и C_2. Величина S_H является классическим действием, связанным с этой историей. Символ $\sum_H$ обозначает суммирование с одинаковыми весами по всем историям, как допустимым, так и недопустимым с классической точки зрения, при такой нормировке, чтобы функция распространения была унитарной"[18, с. 335].

При переходе от бинарной геометрофизики к классической физике решается задача, соответствующая записанной формуле, если несколько изменить смысл входящих в нее величин. Левую часть будем понимать в духе бинарной геометрофизики как амплитуду перехода между двумя состояниями достаточно сложной системы (на двух множествах $\mathcal{M}$ и $\mathcal{N}$ БСКО), а в правой части предлагается трактовать суммирование не по классическим траекториям в готовом пространстве-времени, а по вкладам всех квазифотонов в парные отношения между частями сложной системы. При этом классическое действие S_H понимается в преобразованном (динамическом) виде, соответствующем введению эволюции во времени. Последнее означает, что речь идет не об установившемся в неком процессе пространственном отношении, а о мыслимом его изменении из-за введения координаты времени.

7. Определение интервалов или расстояний между событиями еще не означает, что эти интервалы соответствуют 4-мерному пространству-времени Минковского (или близки к отношениям в нем). Завершающий шаг на пути к классическим пространственно-временным отношениям состоит в доказательстве того, что введенные отношения (интервалы) между событиями удовлетворяют (в каком-то приближении) закону унарной системы вещественных отношений (УСВО) ранга (6,a). Это не простая задача. При ее решении исходным является базовое 6×6-отношение, которое теперь должно записываться не для 6 элементов, составляющих две взаимодействующие частицы, а для элементов, соответствующих 6 различным (классическим) частицам.

При переходе к классической теории нельзя забывать, что классическое время, как параметр эволюции, это не что иное как отношение какого-то числа событий к неким эталонным событиям. Очевидно, что отдельные элементарные частицы, составляющие элементарный базис, не обладают свойством памяти, т. е. возможностью фиксации многих событий и их сравнения. Этим свойством обладает лишь достаточно сложный макроприбор.

3.3 Реляционная интерпретация квантовой механики

В стандартном изложении квантовая механика не претендует на обоснование свойств пространства-времени. Поля микрочастиц и переносчиков взаимодействий вкладываются в априорно заданное пространство-время, причем понятие поля бессмысленно в отсутствие пространственно-временного фона, на котором оно определяется. В реляционном же подходе нет подобного фона, и **предлагается выводить пространственно-временные отношения из более первичных комплексных отношений, причем параллельно с формированием квантовомеханических закономерностей**. Другими словами, реляционная интерпретация квантовой механики тесно связана с теорией пространства-времени (с геометрией).

В рамках бинарной геометрофизики фактически предлагается решение проблемы, которую сформулировал еще Луи де Бройль на заре становления квантовой механики: Понятия пространства и времени взяты из нашего повседневного опыта и справедливы лишь для явлений большого масштаба. Нужно было бы заменить их другими понятиями, играющими фундаментальную роль в микропроцессах, которые бы асимптотически переходили при переходе от элементарных процессов к наблюдаемым явлениям обычного масштаба в привычные понятия пространства и времени. Стоит ли говорить, что это очень трудная задача? Было бы удивительно, если бы оказалось возможным когда-нибудь исключить из физической теории понятия, представляющие самую основу нашей повседневной жизни. Правда, история науки показывает удивительную плодотворность человеческой мысли и не стоит терять надежды. Однако пока мы не добились успеха в распространении наших представлений в указанном направлении, мы должны с большими или меньшими трудностями втиснуть микроскопические явления в рамки понятий пространства и времени, хотя нас все время будет беспокоить чувство, что мы пытаемся втиснуть алмаз в оправу, которая ему не подходит"[22, с. 187]. Прошедшие с тех пор годы свидетельствуют о том, что это чувство беспокоило не только де Бройля, но и многих других физиков XX века. Современная формулировка квантовой теории представляет собой довольно изощренный способ «втискивания алмаза» физики микромира в классическую пространственно-временную оправу.

Напомним, что уже в копенгагенской интерпретации квантовой механики утверждается о невозможности классического описания микрочастиц на фоне готового пространства-времени и фактически предлагается смириться с этим и довольствоваться специфическими «правилами игры». В ней основным понятием (примитивом теории) предлагается считать волновую функцию микросистем, которая по-существу является неким «черным ящиком», из которого по установленным правилам извлекают необходимую информацию. Такой подход неизбежен, если исходить из *априорно заданного* классического пространства-времени.

В реляционном подходе квантовомеханические закономерности проявляются как наложение свойств первичных бинарных систем комплексных отношений на промежуточном этапе вывода из них классических пространственно-временных отношений (между макрообъектами).

Реляционный подход позволяет обосновать использование ряда понятий и принципов квантовой теории, которые вызывают естественные вопросы у всякого, приступающего к изучению квантовой механики.

1. Прежде всего, к ним следует отнести введение в квантовой механике понятия комплексной амплитуды вероятности, из которой опреде-

ляется в виде квадратичной комбинации классическая плотность вероятности. Некоторые не могут смириться с этим обстоятельством и пытаются переформулировать квантовую теорию непосредственно на основе понятия плотности вероятности.

В реляционном подходе на основе бинарных систем комплексных отношений ответ на этот вопрос содержится в необходимости перехода от исходных БСКО к унарной геометрии (к унарным системам вещественных отношений) и к другим понятиям классической физики, который осуществляется посредством определения вещественных унарных отношений через квадратичные комбинации из комплексных бинарных отношений.

Подчеркнем, что главной чертой квантовой механики, как в общепринятой копенгагенской интерпретации, так и в реляционной, является ее вероятностный характер. Именно это свойство заложено в основу теории бинарных систем отношений, где два множества элементов определяют состояния систем (микросистем) в начале и в конце элементарного звена процесса, а парные отношения характеризуют амплитуду вероятности возможных переходов (реализации процесса).

2. Еще одним обстоятельством в квантовой теории является наличие векторов в двух пространствах, что в аксиоматике квантовой механики Дирака [23] отражено двумя типами векторов: со-векторов $<$бра$|$ и векторов $|$кет$>$. Скалярные произведения в квантовой теории строятся из совокупности векторов двух типов, например $< B|A >$. Как пишет Дирак: "Из данных здесь определений видно, что со-векторы имеют совсем иную природу чем векторы, и до сих пор между ними не было никакой связи за исключением возможности образования скалярного произведения для любого вектора и со-вектора"[23, с. 38]. В бинарной геометрофизике векторы и со-векторы соответствуют двум множествам элементов, на которых строится теория бинарных систем комплексных отношений. Их скалярные произведения определяют парные отношения между элементами двух множеств. Для свободных частиц со-вектор находится во взаимно однозначном соответствии с вектором, т. е. является комплексно сопряженным вектору.

3. Еще один важный вопрос, возникающий при освоении квантовой теории, связан со спинорностью частиц. Справедливо считается, что спин является сугубо квантовым понятием. Однако нередко возникает вопрос: почему основные виды элементарных частиц описываются именно спинорными волновыми функциями? Если исходить из классических

представлений, казалось бы, ничто не мешает частицам быть скалярными или векторными. В общепринятом подходе наиболее убедительный ответ на этот вопрос состоит в том, что из спинорных величин можно построить скалярные и векторные величины, а наоборот нельзя, т. е. спинор представляется самым простым объектом.

В бинарной геометрофизике *спинорность частиц получает строгое логическое обоснование*: элементы ключевой БСКО ранга (3,3) описываются 2-компонентными спинорами. В теории, опирающейся на БСКО более высокого ранга, 2-компонентные спиноры характеризуют внешние свойства элементарных частиц.

Из общепринятого подхода к спинорам на основе алгебр Клиффорда над полем вещественных чисел делается вывод, что характер спиноров (вещественность, комплексность или кватернионность, число компонент и т. д.) определяется пространством, в котором они вводятся. В бинарной геометрофизике предлагается обратный ход: из вида первичных спиноров определяются свойства соответствующего им пространственно-временного многообразия. В понятии 2-компонентных спиноров содержится прообраз (причина) как размерности, так и сигнатуры классического пространства-времени.

4. Важным свойством микрочастиц в квантовой теории является их волновой характер. В реляционной интерпретации квантовой механики **истоком волновых свойств является цикличность (компактифицированность) первичных отношений**, описываемая БСКО ранга (2,2). Напомним, при переходе от БСКО ранга (3,3) к унарной геометрии классические расстояния предлагалось получать из конформных факторов, являющихся элементами БСКО ранга (2,2). В бинарной геометрофизике показывается, что комплексный конформный фактор должен иметь модуль, равный единице, что и означает циклический характер ($\sim \exp(i\varphi) = (i/\hbar)(\vec{p}\vec{x})$) ключевых понятий теории микромира.

5. Но цикличность отношений еще не означает волновых свойств. **Волновой характер поведения частицы возникает лишь в результате дополнительного постулата, чуждого реляционному подходу к микромиру, о распространении частицы в готовом пространстве-времени**, что достигается введением *текущей* времени-подобной координаты x^0 и превращением фазового вклада в классическое действие ($\varphi \to iS/\hbar$). Поскольку классическое действие определяется вдоль одной времени-подобной мировой линии частицы, а отношения задаются между исходным состоянием (положением) частицы и

всеми другими окружающими частицами, то не остается ничего иного, как дополнить постулат распространения возможностью эволюции вдоль множества траекторий, всеми возможными способами как бы соединяющими исходное состояние частицы со всеми другими.

6. В в рамках бинарной геометрофизики (реляционного подхода) обосновывается вид общепринятых лагранжианов для взаимодействующих микрочастиц, причем это делается на основании специфических свойств теории систем отношений. Прообраз действия частиц, оказывается, представляет собой своеобразный объем бинарной геометрии.

4 Выводы и замечания

В заключение хотелось бы подчеркнуть ряд моментов развиваемой здесь программы.

1. Изложенный здесь макроскопический подход к природе классического пространства-времени не противоречит следствиям уже существующей теории. Напротив, его отличает направленность на построение реляционной интерпретации имеющейся теории, которая позволила бы на новой основе преодолеть ряд трудностей современной теоретической физики.

2. В этой работе не затрагивался широкий комплекс результатов по описанию и объединению гравитационных, электрослабых и сильных взаимодействий в рамках реляционного подхода к физике. С ними можно ознакомиться в работах [4, 12].

3. Бинарная геометрофизика и макроскопический подход к природе классического пространства-времени представляет собой альтернативу суперструнному (супермембранному) направлению исследований (см., например, [11]), столь модному в теоретической физике конца XX века.

4. *Макроскопический подход к природе классического пространства-времени несовместим с представлением о вакууме как о реально существующей субстанции* независимо от того, вносится ли он в уже постулированное пространство-время, как это предполагается большинством исследователей, или этот «бурлящий» вакуум в микромасштабах создает флуктуации метрики (самого пространства-времени), как это утверждалось в геометродинамике Уилера [18]. Согласно изложенному здесь подходу, все, что принято ныне ассоциировать с флуктуациями вакуума, следует трактовать через вклады на рассматриваемые микропроцессы со стороны явлений (процессов) окружающего мира. На наш

взгляд, такой подход более содержателен и обладает значительно большими перспективами, поскольку заменяет идеализированные (надуманные) представления о самостоятельности локальных свойств систем на их обусловленность реальными процессами в окружающем мире в соответствии с принципом Маха.

5. Изложенный здесь материал не претендует на законченную теорию. Скорее, это изложение оснований реляционной теории, альтернативной общепринятым теориям, разрабатываемых в рамках теоретико-полевого подхода. Автор отдает себе отчет в сложности проблем, с которыми неизбежно столкнутся исследователи, однако надеется на их успешное преодоление.

6. Реляционное миропонимание открывает широкие перспективы для новых исследований. Сразу же становится ясным, что за тем, что нами воспринималось как априорно заданное пространство-время, кроется гигантский массив вкладов от процессов окружающего мира, из которого мы извлекаем лишь усредненные понятия в виде расстояний (плоской или искривленной метрики) и физических полей. Можно ожидать, что из конгломерата отношений можно будет выделить более тонкие взаимосвязи между объектами (материальными структурами) и явлениями. Не исключено, что ряд загадочных явлений из области биологии, сознания или психики человека представляет собой проявления подобных взаимосвязей между достаточно сложными биологическими объектами.

Список литературы

[1] *Эйнштейн А.* Физика и реальность //Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967, с. 200-227.

[2] *Уилер Дж., Фейнман Р.* (Wheeler J.A., Feynman R.P.) Interaction with the absorber as the mechanism of radiation //Rev. Mod. Phys., 1945, vol 17, p. 157-181.

[3] *Владимиров Ю.С., Турыгин А.Ю.* Теория прямого межчастичного взаимодействия. М.: Энергоатомиздат, 1986.

[4] *Владимиров Ю.С.* Основания физики. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

[5] *Риман Б.* О гипотезах, лежащих в основании геометрии //Сб. «Альберт Эйнштейн и теория гравитации». М.: Мир, 1979, с. 18-33.

[6] *Данциг ван Д.* (Dantzig van D.) On the relation between geometry and physics and concept of space-time //Funfzig Jahre Relativitatstheorie. Konferenz Bern, Basel. 1955. Bd. 1, S. 569.

[7] *Циммерман Е.* (Zimmerman E.J.) The macroscopic nature of space-time //Amer. Journ. of Phys., 1962, v. 30, p. 97-105.

[8] *Рашевский П.К.* Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: Наука, 1967.

[9] *Пенроуз Р.* Структура пространства-времени. М.: Мир, 1972.

[10] *Пенроуз Р., Мак-Каллум, М.А.Х.* Теория твисторов: подход к квантованию полей и пространства-времени // Сб. «Твисторы и калибровочные поля». М.: Мир, 1983.

[11] *Грин Б.* Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. М.: Едиториал УРСС, 2004.

[12] *Владимиров Ю.С.* Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002.

[13] *Фейнман Р.* Разработка квантовой электродинамики в пространственно-временном аспекте (Нобелевская лекция) //Сб. «Характер физических законов». М.: Мир, 1968, с. 193-231.

[14] *Кулаков Ю.И.* Теория физических структур. М.: 2004.

[15] *Михайличенко Г.Г.* Математический аппарат теории физических структур. Горно-Алтайск: Изд-во Горно-Алтайского ун-та, 1997.

[16] *Пенроуз Р.* Путь к реальности или законы, управляющие Вселенной. М.– Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007.

[17] *Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж.* Гравитация. Т. 3. М.: Мир, 1977.

[18] *Уилер Дж.* Гравитация, нейтрино и Вселенная. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1962.

[19] *Фейнман Р.* Квантовая электродинамика. М.: Мир, 1964.

[20] *Фейнман Р., Хиббс А.* Квантовая механика и интегралы по траекториям. М.: Мир, 1968.

[21] *Мах Э.* Механика. Историко-критический очерк ее развития. Ижевск: Ижевск. республ. типогр., 2000.

[22] *Бройль Л. де* Революция в физике. М.: Госатомиздат, 1963.

[23] *Дирак П.А.М.* Принципы квантовой механики. М.: Физматгиз, 1960.