Зернистая геометрия пространства-времени как результат Ньютоновской исследовательской стратегии

Ю.А. Рылов

Институт проблем механики РАН,
Россия, Москва 119526, Проспект Вернадского 101-1.
e-mail: rylov@ipmnet.ru
Web site: $http://rsfq1.physics.sunysb.edu/\tilde{}rylov/yrylov.htm$
or mirror Web site:
$http://gasdyn-ipm.ipmnet.ru/\tilde{}rylov/yrylov.htm$

Аннотация

Ньютоновская исследовательская стратегия провозглашает "Hypotheses non fingo!" На практике это означает, что, имея проблемы в развитии теории, надо искать ошибки в работах своих предшественников и исправлять их. Такая исследовательская стратегия позволяет решать возникающие проблемы без использования дополнительных гипотез. Традиционный метод построения обобщенной геометрии, основанный на выводе всех утверждений геометрии из аксиом, оказывается несовершенным (неполным) в том смысле, что многовариантные геометрии не могут быть построены этим методом. Многовариантная геометрия – это такая геометрия, где в точке P имеется много векторов $\mathbf{PP'}$, $\mathbf{PP''}$,... которые эквивалентны вектору $\mathbf{QQ'}$ в точке Q, но они не эквивалентны между собой. В традиционном (Евклидове) методе отношение эквивалентности транзитивно, тогда как в многовариантной геометрии отношение эквивалентности, вообще говоря, интранзитивно. Это является причиной того, почему многовариантные геометрии не могут быть выведены из системы аксиом. Геометрия пространства-времени в микромире многовариантна. Как правило, многовариантная геометрия является зернистой геометрией, т.е. геометрией, которая частично непрерывна и частично дискретна. Многовариантность есть математический метод описания зернистости. Зернистость (и многовариантность) геометрии пространства-времени порождает многовариантное (квантовое) движение частиц в микромире. Кроме того, зернистое пространство-время порождает некоторый дискриминационный механизм, ответственный за дискретные параметры (масса, заряд, спин) элементарных частиц. Динамика частиц оказывается полностью определен-

ной свойствами зернистой геометрии. Квантовые принципы оказываются излишними.

Исследовательская стратегия – очень важная вещь, потому что, имея неэффективную исследовательскую стратегию, нельзя получить правильные результаты исследования. Традиционная исследовательская стратегия использует метод проб и ошибок, который восходит ко времени создания квантовой механики. Ньютоновская исследовательская стратегия восходит ко времени Исаака Ньютона,который провозгласил: "Hypotheses non fingo." Этот лозунг означает, что имея проблемы в теории, следует прежде всего поискать ошибки в работах предшественников. Найдя ошибки, следует их исправить. После такого исправления изобретение новых гипотез окажется во многих случаях излишним. Ньютоновская стратегия беспроигрышна, потому что нет необходимости проверять исправления. Найденная ошибка должна быть исправлена, тогда как изобретенная гипотеза должна быть проверена. Ньютоновская стратегия имеет некоторые недостатки. Во-первых, исследователь должен обладать очень высокой квалификацией, чтобы найти возможную ошибку, а такая высокая квалификация встречается довольно редко. Во-вторых, другие исследователи настроены скептически по отношению к исследователю, который провозглашает, что он использует ньютоновскую исследовательскую стратегию. Они предпочитают стратегию, которая использует метод проб и ошибок, потому что этот метод не требует высокой квалификации. Кроме того им не нравится, когда кто-то находит ошибки в работах предшественников, потому что имеются работы, основанные на этих ошибках в работах предшественников, и обнаружение ошибок обесценивают эти работы. В третьих, если кому-то удастся найти очень серьезные ошибки и исправить их, то может возникнуть такая ситуация, когда работы почти всех теоретиков окажутся обесцененными. В такой ситуации новые работы приверженца ньютоновской стратегии не признаются. Однако, третье свойство ньютоновской стратегии начинает действовать только в том случае, когда ошибка и ее исправление достаточно фундаментальны. Хотя недостатки ньютоновской стратегии достаточно серьезны в социальном отношении, в научном отношении она беспроигрышна и надежна.

В конце девятнадцатого века физика развивалась в направлении ее геометризации, т.е. все больше свойств физических явлений объяснялись свойствами пространства событий (пространства-времени). Объяснение законов сохранения как следствие изотропии и однородности пространства событий, специальная теория относительности, общая теория относительности, объяснение дискретности электрического заряда компактификацией 5-мерной геометрии Калуцы-Клейна – все это последовательные этапы геометризации физики. Геометризация физики была очень эффективной программой развития теоретической физики.

Однако, попытки применения этой программы к физическим явлениям микромира потерпели неудачу. Эта неудача была обусловлена тем печальным обстоятельством, что наше знание геометрии было убогим. Мы могли описывать только непрерывные геометрии с неограниченной делимостью Мы не умели работать с зернистыми геометриями, т.е. с геометриями, которые были частично непрерывными и частично дискретными. Мы не знали, как описать геометрию с ограниченной делимостью. Мы не могли представить себе что существуют многовариантные геометрии, где в точке P_0 существует много векторов $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$, $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_2$, $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_3$,..., которые эквивалентны вектору $\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1$ в точке Q_0, но эти векторы $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$, $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_2$,$\mathbf{P}_0\mathbf{P}_3$,.. не эквивалентны между собой. Мы не могли представить себе, что сама геометрия может дискриминировать существование некоторых геометрических объектов. На самом деле, пространственно-временная геометрия микромира обладает такими экзотическими свойствами, но не умеем описывать эти свойства. Наше знание геометрии было слишком убого. Однако, многовариантность является очень важным свойством геометрии пространства-времени. Оно ответственно за квантовые эффекты [1].

Все обобщенные геометрии являются модификациями собственно евклидовой геометрии, построенной Евклидом много лет назад. Евклид подарил миру две важные вещи: (1) евклидову геометрию и (2) евклидов метод построения геометрии.

Для построения обобщенных геометрий традиционно используется евклидов метод. Этот метод является полуфабрикатом (продуктом является сама евклидова геометрия). Используя евклидов метод, можно построить аксиоматизируемые геометрии. Аксиоматизируемые геометрии – это такие геометрии, где все геометрические объекты могут быть построены из "кирпичиков". Сам Евклид использовал три сорта таких "кирпичиков": точка, отрезок прямой и угол. Формализация процедуры построения приводит к выводу, что все утверждения собственно евклидовой геометрии могут быть выведены из конечной системы аксиом. Предполагается, что для построения обобщенной геометрии надо использовать другую систему аксиом (т.е. евклидовы "кирпичики" должны быть заменены другим набором "кирпичиков". Таким образом евклидов метод позволяет строить только аксиоматизируемые геометрии.

Другой метод построения обобщенных геометрий позволяет строить только физические геометрии, т.е. такие геометрии, которые могут быть полностью описаны мировой функцией этой геометрии. Мировая функция σ определяется соотношением $\sigma(P,Q) = \frac{1}{2}\rho^2(P,Q)$, где $\rho(P,Q)$ есть расстояние между точками P и Q. Этот метод использует уже построенную собственно евклидову геометрию следующим образом. Собственно евклидова геометрия $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ является физической геометрией. Все утверждения $\mathcal{P}$ собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ представляются в виде $\mathcal{P}(\sigma_{\mathrm{E}})$, где σ_{E} есть мировая функция евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$. После этого эталонная (евклидова) геометрия $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ деформируется с помощью замены мировой функции σ_{E} на мировую функцию σ некоторой другой физической геометрии $\mathcal{G}$: $\mathcal{P}(\sigma_{\mathrm{E}}) \rightarrow \mathcal{P}(\sigma)$. В результате получается множество $\mathcal{P}(\sigma)$ всех утверждений физической геометрии $\mathcal{G}$. Физическая геометрия $\mathcal{G}$, получаемая из эталонной (собственно евклидовой) геометрии методом деформации, не является, вообще говоря, аксиоматизируемой геометрией, и она не может быть построена из каких-нибудь "кирпичиков".

Продемонстрируем этот факт на простой модели. Допустим, что имеется только один сорт пластилиновых "кирпичиков". Эти "кирпичики" покрашены красной краской для того, чтобы можно было различить границы "кирпичиков" в постройке. Пусть из этих "кирпичиков" сложено некоторое строение, например куб. Деформируем этот куб произвольным образом, например в круговой цилиндр. После такой деформации все кубические "кирпичики", составляющие куб, будут деформированы. Эта деформация будет различной у разных "кирпичиков", и их нельзя будет использовать повторно для построения новой постройки. Разумеется, воспроизвести цилиндр будет можно, но такой цилиндр будет реконструирован из "кирпичиков", имеющих различную форму, полученную в результате деформации. Эти деформированные "кирпичики" непригодны для создания других построек.

Эта модель показывает, как деформация разрушает аксиоматизируемость аксиоматизируемой геометрии.

В любой аксиоматизируемой геометрии отношение эквивалентности транзитивно. Эта транзитивность необходима для того, чтобы любая дедукция приводила к определенному результату. Деформация нарушает транзитивность отношения эквивалентности, и геометрия становится неаксиоматизируемой. Продемонстрируем это на примере эквивалентности двух векторов. В собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ эквивалентность двух векторов $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$ и $\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1$ определяется следующим образом. Векторы $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$ и $\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1$ эквивалентны ($\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1\mathrm{eqv}\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1$), если векторы $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$ и $\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1$ параллельны ($\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1 \uparrow\uparrow \mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1$) и их длины $|\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1|$ и $|\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1|$ равны. Математически эти два условия записываются в виде

$$(\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1 \uparrow\uparrow \mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1): \qquad (\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1.\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1) = |\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1| \cdot |\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1| \tag{1}$$

$$|\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1| = |\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1|, \qquad |\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1| = \sqrt{2\sigma(P_0, P_1)} \tag{2}$$

где $(\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1.\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1)$ есть скалярное произведение двух векторов, определенное соотношением

$$(\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1.\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1) = \sigma(P_0, Q_1) + \sigma(P_1, Q_0) - \sigma(P_0, Q_0) - \sigma(P_1, Q_1) \tag{3}$$

здесь σ есть мировая функция собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$. Длина $|\mathbf{PQ}|$ вектора $\mathbf{PQ}$ определяется соотношением

$$|\mathbf{PQ}| = \rho(P, Q) = \sqrt{2\sigma(P, Q)} \tag{4}$$

Используя соотношения (1) - (4), можно записать условие эквивалентности в виде

$$\begin{aligned} \mathbf{P}_0\mathbf{P}_1\mathrm{eqv}\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1 \quad &: \quad \sigma(P_0, Q_1) + \sigma(P_1, Q_0) - \sigma(P_0, Q_0) - \sigma(P_1, Q_1) \\ &= \sigma(P_0, P_1) \wedge \sigma(P_0, P_1) = \sigma(Q_0, Q_1) \end{aligned} \tag{5}$$

Условие эквивалентности используется в любой физической геометрии. Определение эквивалентности (5) является удовлетворительным геометрическим определением, потому что оно не содержит ссылки на размерность пространства и систему координат. Оно содержит только точки P_0, P_1, Q_0, Q_1, определяющие векторы $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$ и $\mathbf{Q}_0\mathbf{Q}_1$ и расстояния (мировые функции) между этими точками. Определение эквивалентности (5) совпадает с традиционным определением эквивалентности двух векторов в собственно евклидовой геометрии. Если зафиксировать точки P_0, P_1, Q_0 в соотношениях (5) и решать их относительно точки Q_1, то окажется, что эти уравнения всегда имеют одно и только одно решение. Это соотношение следует из свойств мировой функции собственно евклидовой геометрии. Это означает, что собственно евклидова геометрия одновариантна относительно любых пар ее точек. Оно также означает, что в собственно евклидовой геометрии отношение эквивалентности транзитивно.

В произвольной физической геометрии отношение эквивалентности имеет тот же самый вид (5) с другой мировой функцией σ, удовлетворяющей ограничениям

$$\sigma: \quad \Omega \times \Omega \rightarrow \mathbb{R}, \qquad \sigma(P, P) = 0, \qquad \forall P, Q \in \Omega \tag{6}$$

Здесь Ω есть множество всех точек, где задана геометрия.

В случае произвольной мировой функции нельзя гарантировать, что уравнения (5) всегда имеют единственное решение. Может быть много решений. В этом случае получается многовариантная геометрия. Может не быть решений. В этом случае получается нуль-вариантная (дискриминирующая) геометрия. В обоих случаях отношение эквивалентности интранзитивно, и геометрия неаксиоматизируема. Возможна такая ситуация, что геометрия многовариантна относительно некоторых точек и векторов и она нуль-вариантна относительно других точек и векторов.

Традиционно полагают, что мировая функция пространства-времени симметрична

$$\sigma(P, Q) = \sigma(Q, P), \qquad \forall P, Q \in \Omega \tag{7}$$

Это условие означает, что прошлое и будущее геометрически эквивалентны. Однако, физическая геометрия может быть построена для асимметричной мировой функции Σ [2]

$$\Sigma(P, Q) = G(P, Q) + A(P, Q), \tag{8}$$

$$G(P, Q) = G(Q, P), \qquad A(P, Q) = -A(Q, P) \tag{9}$$

Время рассматривается как атрибут пространства событий (пространства-времени). Стрела времени может быть учтена в формализме асимметричной геометрии пространства-времени.

Асимметричная геометрия с асимметричной мировой функцией может описывать микромир. Однако ее приложение особенно интересно в космологии, где будущее и прошлое нашей вселенной могут оказаться неравноправными. Кроме того, закон гравитации в асимметричной геометрии пространства-времени отличается от закона гравитации в симметричной геометрии пространства-времени. Может быть, естественное предположение об асимметрии геометрии пространства-времени сможет объяснить отклонение астрономических наблюдений от представлений общей теории относительности. В этом случае изобретение темной материи может оказаться излишним. Однако, такая возможность пока не исследована надлежащим образом.

Зернистая геометрия пространства-времени $\mathcal{G}_{\mathrm{g}}$, заданная на многообразии Минковского описывается приближенно мировой функцией σ_{g}

$$\sigma_{\mathrm{g}} = \sigma_{\mathrm{M}} + \lambda_0^2 \left\{ \begin{array}{lll} \operatorname{sgn}(\sigma_{\mathrm{M}}) & \text{если} & |\sigma_{\mathrm{M}}| > \sigma_0 \\ \frac{\sigma_{\mathrm{M}}}{\sigma_0} & \text{если} & |\sigma_{\mathrm{M}}| \leq \sigma_0 \end{array} \right. , \qquad \lambda_0^2, \sigma_0 = \text{const} \geq 0 \tag{10}$$

где σ_{M} есть мировая функция геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{M}}$ Минковского, λ_0 есть элементарная длина. Мировая функция σ_{M} геометрии Минковского $\mathcal{G}_{\mathrm{M}}$ является Лоренц-инвариантной. Мировая функция σ_{g} зернистой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{g}}$ также является Лоренц-инвариантной, потому что она является функцией от σ_{M}. Если $\sigma_0 = 0$, геометрия $\mathcal{G}_{\mathrm{g}}$ дискретна, хотя она задана на непрерывном многообразии Минковского. В самом деле, если $\sigma_0 = 0$, то в геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{g}}$ нет близких точек, разделенных расстоянием меньшим, чем $\sqrt{2}\lambda_0$. Это утверждение следует из (10). Дискретная Лоренец-инвариантная геометрия на непрерывном многообразии! Этот факт представляется неожиданным при традиционном подходе к геометрии, где дискретность геометрии зависит от структуры множества точек Ω, на котором задана геометрия.

В физической геометрии дискретность и непрерывность геометрии определяется мировой функцией и только мировой функцией, и структура точек множества Ω важна лишь в той мере, в какой она влияет на мировую функцию.

Зернистость геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{g}}$ становится более ясной, если рассмотреть относительную плотность $\rho(\sigma_{\mathrm{g}}) = \frac{d\sigma_{\mathrm{M}}(\sigma_{\mathrm{g}})}{d\sigma_{\mathrm{g}}}$ точек в $\mathcal{G}_{\mathrm{M}}$ по отношению к плотности точек в $\mathcal{G}_{\mathrm{g}}$. Получаем из (10)

$$\rho(\sigma_{\mathrm{g}}) = \frac{d\sigma_{\mathrm{M}}(\sigma_{\mathrm{g}})}{d\sigma_{\mathrm{g}}} = \left\{ \begin{array}{lll} 1 & \text{если} & |\sigma_{\mathrm{g}}| > \sigma_0 + \lambda_0^2 \\ \frac{\sigma_0}{\sigma_0 + \lambda_0^2} & \text{если} & |\sigma_{\mathrm{g}}| \leq \sigma_0 + \lambda_0^2 \end{array} \right. \tag{11}$$

Можно видеть из (11), что при $\sigma_0 = 0$ нет точек в интервале $\sigma_g \in (-\lambda_0^2, \lambda_0^2)$. Если $\sigma_0 \neq 0$, то можно видеть из (11), что относительная плотность точек в интервале $\sigma_g \in (-\lambda_0^2 - \sigma_0, \lambda_0^2 + \sigma_0)$ меньше единицы, но она не равна нулю. Мы имеем некоторую промежуточную ситуацию между непрерывностью (когда $\rho = 1$) и дискретностью (когда $\rho = 0$). Такую ситуацию мы будем называть зернистостью.

В зернистой геометрии пространства-времени элементарная частица описывается ее каркасом $\mathcal{P}_n = \{P_0, P_1, .., P_n\}$ состоящим из $n+1$ точек. Точечная частица описывается каркасом $\mathcal{P}_1 = \{P_0, P_1\}$, состоящим из двух точек, или вектором $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$. Вектор $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$ представляет собой импульс точечной частицы, тогда как его длина $|\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1| = \mu$ представляет собой геометрическую массу частицы, которая связана с обычной массой m с помощью соотношения

$$m = b\mu \tag{12}$$

где b есть некоторая универсальная постоянная.

Эволюция элементарной частицы описывается мировой цепью, состоящей из связанных каркасов $...\mathcal{P}_n^{(0)}, \mathcal{P}_n^{(1)}, ..., \mathcal{P}_n^{(s)}...$

$$\mathcal{P}_n^{(s)} = \left\{ P_0^{(s)}, P_1^{(s)}, ..P_n^{(s)} \right\}, \qquad s = ...0, 1, ... \tag{13}$$

Смежные каркасы $\mathcal{P}_n^{(s)}, \mathcal{P}_n^{(s+1)}$ цепи связаны соотношениями $P_1^{(s)} = P_0^{(s+1)}$, $s = ...0, 1, ...$ Вектор $\mathbf{P}_0^{(s)}\mathbf{P}_1^{(s)} = \mathbf{P}_0^{(s)}\mathbf{P}_0^{(s+1)}$ является ведущим вектором, который определяет направление мировой цепи.

Динамика свободной элементарной частицы определяется соотношениями

$$\mathcal{P}_n^{(s)} \text{eqv} \mathcal{P}_n^{(s+1)} : \qquad \mathbf{P}_i^{(s)}\mathbf{P}_k^{(s)} \text{eqv} \mathbf{P}_i^{(s+1)}\mathbf{P}_k^{(s+1)}, \qquad i, k = 0, 1, ..n; \qquad s = ...0, 1, ... \tag{14}$$

которое описывает эквивалентность смежных каркасов.

Таким образом, динамика свободной элементарной частицы описывается системой алгебраических уравнений (14). Особенности динамики зависит от структуры элементарной частицы (расположения точек внутри каркаса) и от геометрии пространства-времени.

В простейшем случае, когда геометрией пространства-времени является 5-мерная геометрия Калуцы-Клейна, динамические уравнения (14) для точечной частицы приводятся к традиционным дифференциальным динамическим уравнениям, описывающим движение точечной заряженной частицы в заданных электромагнитном и гравитационном полях. Таким образом динамические уравнения (14) могут рассматриваться как обобщение классических дифференциальных динамических уравнений для движения точечной частицы на случай зернистой геометрии пространства-времени. Совершенно естественно, что динамические уравнения в зернистой геометрии пространства-времени не могут быть дифференциальными уравнениями.

Пусть элементарная длина λ_0 имеет вид

$$\lambda_0^2 = \frac{\hbar}{2bc} \tag{15}$$

где $\hbar$ есть квантовая постоянная, c есть скорость света и b есть универсальная постоянная, определенная соотношением (12). Пусть постоянная σ_0 в (11) достаточно мала. Тогда движение точечной частицы в зернистой пространственно-временной геометрии (11) оказывается многовариантным (стохастическим). Статистическое описание этого многовавриантного движения частицы совпадает с квантовым описанием в терминах уравнения Шредингера. Квантовая постоянная появляется в описании через элементарную длину (15), которая является параметром зернистой геометрии пространства-времени.

Движение элементарных частиц, которые не являются точечными, еще не исследовано надлежащим образом. Имеется только некоторая информация о дираковской частице, каркас которой состоит из трех точек, и ведущий вектор является пространственноподобным [3]. В этом случае мировая цепь представляет собой пространственноподобную винтовую линию с времениподобной осью. Такая пространственноподобная мировая линия не может существовать в зернистой геометрии (10). Однако, если мировую функцию (10) немного изменить на малых расстояниях $\sigma_{\rm g} \rightarrow \sigma_{\rm gm}$

$$\sigma_{\rm gm} = \sigma_{\rm M} + \lambda_0^2 \left\{ \begin{array}{ll} \text{sgn}\,(\sigma_{\rm M}) & \text{если} \quad |\sigma_{\rm M}| > \sigma_0 \\ \left(\frac{\sigma_{\rm M}}{\sigma_0}\right)^3 & \text{если} \quad |\sigma_{\rm M}| \leq \sigma_0 \end{array} \right. , \qquad \lambda_0^2, \sigma_0 = \text{const} \geq 0 \tag{16}$$

то такая пространственноподобная винтовая линия становится возможной. Пространственноподобная винтовая линия возможна также в других геометриях, где мировая функция в интервале $(-\sigma_0, \sigma_0)$ имеет вид $f\,(\sigma_{\rm M}/\sigma_0)$, $|\sigma_{\rm M}| < |\sigma_0|$. Она должна удовлетворять условию $|f\,(\sigma_{\rm M}/\sigma_0)| < |\sigma_{\rm M}/\sigma_0|$.

Отождествление элементарной частицы с мировой цепью, имеющей вид пространственноподобной винтовой линии, с дираковской частицей основано на следующем факте. В классическом пределе уравнение Дирака для свободной частицы описывает классическую динамическую систему имеющую 10 степеней свободы. Решение динамических уравнений описывает винтообразную мировую линию с времениподобной осью [4]. Не очень ясно, является ли эта винтовая линия времениподобной или пространственноподобной, потому что внутренние степени свободы описываются нерелятивистски (т.е. некорректно), хотя внешние степени свободы описываются релятивистски [5].

Такой подход к динамике элементарных частиц представляется очень естественным, потому что структура элементарной частицы определяется структурой ее каркаса. Описание не содержит волновых функций, бран, струн и прочей экзотики, которая очень далека от геометрии пространства-времени. Важен также тот факт, что описание зернистой геометрии производится на многообразии Калуцы-Клейна, и зернистая геометрия пространства-времени может быть сведена к описанию в терминах геометрии Калуцы-Клейна с добавлением некоторых силовых полей, которые описывают отклонение зернистой геометрии от геометрии Калуцы.

Использование геометрии Калуцы-Клейна требует компактификации пятой координаты, ответственной за электрический заряд частицы. Компактификация геометрии Калуцы-Клейна означает видоизменение ее топологии. Однако, в физической геометрии топология полностью определяется мировой функцией. Нельзя изменить топологию независимо от соответствующего изменения мировой функции. Изменение мировой функции, соответствующее компактификации, приводит к ограничениям, налагаемым на электрический заряд частицы [6]. Это ограничение не имеет ничего общего с квантовыми принципами.

Представленная концепция является полностью ортодоксальной, потому что она не использует никаких новых принципов. При введении в рассмотрение неаксиоматизируемых геометрий только устраняется неполнота в описании пространственно-временной геометрии. Ортодоксальность концепции свидетельствует в ее пользу.

Вообще говоря, геометрическая динамика (14) является классической динамикой в зернистой геометрии пространства-времени. Зернистость пространства-времени порождает два новых свойства, которые отсутствуют в аксиоматизируемых геометриях: (1) многовариантность, которая ответственна за квантовые свойства, (2) нуль-вариантность (дискриминационный механизм), ответственную за дискретность параметров элементарных частиц. Многовариантность зернистого пространства-времени может быть учтена с помощью статистического описания. Квантовая теория может имитировать многовариантность (и статистическое описание) на уровне динамики, но она не может имитировать нуль-вариантность (дискриминационный механизм). В результате современная теория элементарных частиц не имеет ключа к объяснению дискретных параметров элементарных частиц.

В заключение заметим, что мы не используем никаких новых гипотез. Наша концепция не является концептуально новой теорией. Это просто обобщение классической динамики на случай зернистой геометрии пространства-времени, которая игнорировалась современными математиками (и физиками). Используя зернистое пространство-время, мы не используем никаких новых гипотез или принципов. Мы просто преодолели тот предрассудок, что геометрия пространства-времени может быть только аксиоматизируемой. Кроме того, мы уменьшили число принципов теории в том смысле, что квантовые принципы не используются. Квантовые эффекты описываются теперь многовариантностью зернистой геометрии пространства-времени.

Обобщение классической физики на случай зернистой геометрии пространства-времени еще не завершено в том смысле, что пока получено только обобщение динамических уравнений движения частицы в заданном внешнем поле. Другая часть классической физики, которая описывает влияние материи на геометрию пространства-времени (уравнения тяготения и уравнения Максвелла) еще не обобщена на случай зернистой геометрии пространства-времени.

Рассматриваемая концепция может квалифицироваться как пункт 3 в программе геометризации физики: (1) СТО в рамках аксиоматизируемых геометрий, (2) ОТО в рамках аксиоматизируемых геометрий, (3) СТО в рамках зернистых геометрий, (4) ОТО в рамках зернистых геометрий. Пункт четвертый этой программы еще не реализован.

Список литературы

[1] Yu. A. Rylov, Non-Riemannian model of space-time, responsible for quantum effects, *J. Math. Phys.* **32** (8), 2092 - 2098, (1991)

[2] Yu. A. Rylov, Asymmetric nondegenerate geometry. *Proc. of XXV workshop on the fundamental problems on high energy physics and field theory. Protvino*, June 25-28 (2002) pp. 154-190. *e-print http://arXiv.org/abs/math.MG/0205061*

[3] Yu. A. Rylov, Geometrical dynamics: spin as a result of rotation with superluminal speed. *e-print http://arXiv. org/abs /0801.1913.*

[4] Yu. A. Rylov, Is the Dirac particle composite? *e-print,* http://arXiv.org /abs /physics/0410045

[5] Yu. A. Rylov, Is the Dirac particle completely relativistic? *e-print, http:// arXiv.org/abs/physics/0412032*

[6] Yu. A. Rylov, Discriminating properties of the space-time compactification. *e-print http://arXiv.org/abs/0809.2516*