Многовариантность как имманентное свойство геометрии

Ю.А.Рылов

Институт проблем механики, РАН
119526, Москва, Пр. Вернадского, 101-1
email: 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

Показано, что геометрия пространства-времени многовариантна, и нельзя полностью описать ее, используя формализм линейного пространства. Тахионы и тахионный газ не могут быть описаны в терминах формализма линейного пространства. Чтобы правильно описать геометрию пространства-времени, следует использовать метрический подход и описание в терминах мировой функции. В рамках метрического подхода к геометрии можно непринужденно описать природу темной материи.

Ключевые слова: многовариантная геометрия; метрический подход; ограничения на координаты; тахионный газ; темная материя; феномен Галилея

1 Введение

Многовариантность геометрии пространства-времени – это такое свойство, когда в точке C имеется много векторов $\mathbf{CD}, \mathbf{CD}_1, \mathbf{CD}_2, ...$ которые эквивалентны вектору $\mathbf{AB}$ в точке A, но векторы $\mathbf{CD}$, $\mathbf{CD}_1, \mathbf{CD}_2, ...$ не эквивалентны между собой. Многовариантность геометрии пространства-времени появляется только в том случае, когда геометрия описывается в терминах мировой функции σ. В этом случае геометрия может описываться в бескоординатном виде и ограничения, налагаемые использованием системы координат, устранены. Такое описание не возможно в случае, когда геометрия пространства-времени описывается в некоторой системе координат в терминах линейного пространства. Геометрия $\mathcal{G}$ пространства-времени является результатом обобщения собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$. Обобщение собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ зависит от представления геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$.

Геометрия пространства-времени описывается структурой σ, заданной на множестве Ω точек (событий) P. Структура σ определяется мировой функцией σ, которая является однозначной функцией

$$\sigma: \quad \Omega\times\Omega\rightarrow\mathbb{R}, \quad \sigma\left(P,Q\right)=\sigma\left(Q,P\right), \quad \sigma\left(P,P\right)=0, \quad \forall P,Q\in\Omega \tag{1.1}$$

Мировая функция была введена Сингом и Рузе для описания римановой геометрии [2, 3]. Для описания геометрии пространства-времени мировая функция была использована Сингом [4]. Представление собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ в терминах мировой функции σ называется σ-представлением. Традиционное представление собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ в терминах линейного пространства в некоторой системе координат называется V-представлением геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$.

В собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ мировая функция σ имеет специальный вид σ_{E},

$$\sigma_{\mathrm{E}}\left(P,P'\right)=\sigma_{\mathrm{E}}\left(x,x'\right)=\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{k=n}\left(x^{k}-x'^{k}\right)^{2} \tag{1.2}$$

где $P=\{x^1,x^2,...x^n\}$, $P'=\{x'^1,x'^2,...x'^n\}$ суть точки n-мерного евклидова пространства E^n, $P,P'\in E^n$ и $x=\{x^1,x^2,...x^n\}$, $x'=\{x'^1,x'^2,...x'^n\}$ суть координаты в некоторой декартовой системе координат K_n.

Способ обобщения геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ существенно зависит от способа представления геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$. Имеются два метода представления геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$:
(1) V-представление и (2) σ-представление [5].

В V-представлении используется аксиоматический подход к $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$, когда евклидова геометрия строится на основе линейного (векторного) пространства $\mathcal{L}_n$. Линейное пространство $\mathcal{L}_n$ есть множество Ω_n элементов $u\in\Omega_n$. Будем называть элементы u линейными векторами (линвекторами). Умножение линвектора $u\in\Omega_n$ на вещественное число a дает линвектор $au\in\Omega_n$. Сумма двух линвекторов $u\in\Omega_n$ и $v\in\Omega_n$ дает новый линвектор $(u+v)\in\Omega_n$. Эти операции обладают линейными свойствами, о которых можно прочитать в любом учебнике по линейной алгебре. Термин "линвектор" (вместо традиционного термина "вектор") используется потому, что всякий линвектор $u\in\Omega_n$ существует только в одном экземпляре.

Наоборот, вектор $\mathbf{AB}$ в $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ определяется как упорядоченное множество $\mathbf{AB}=\{A,B\}\in\Omega\times\Omega$ из двух точек $A,B\in\Omega$, где Ω есть множество точек в пространстве-времени. Среди векторов $\mathbf{PQ}\in\mathbf{\Omega}\times\mathbf{\Omega}$ евклидова пространства E^n имеются эквивалентные (равные) векторы, и имеется много равных векторов $\mathbf{PQ}\in\mathbf{\Omega}\times\mathbf{\Omega}$. Неправильно использовать один и тот же термин "вектор" для объектов с разными свойствами.

Множество $\Omega_{\mathbf{AB}}$ векторов $\mathbf{CD}$ которые эквивалентны вектору $\mathbf{AB}$ определяется как множество векторов $\mathbf{CD}$ параллельных $\mathbf{AB}$, а длины $|\mathbf{CD}|$ и $|\mathbf{AB}|$ равны.

$$\Omega_{\mathbf{AB}}=\left\{\mathbf{CD}|\left(\mathbf{CD}\mathrm{eqv}\mathbf{AB}\right)\right\} \tag{1.3}$$

$$(\mathbf{CD}\mathrm{eqv}\mathbf{AB}):\quad (\mathbf{CD}\upuparrows\mathbf{AB})\wedge|\mathbf{CD}|=|\mathbf{AB}| \tag{1.4}$$

$$(\mathbf{CD}\upuparrows\mathbf{AB}):\quad (\mathbf{CD}.\mathbf{AB})=|\mathbf{CD}|\cdot|\mathbf{AB}| \tag{1.5}$$

Здесь $(\mathbf{CD}.\mathbf{AB})\in\mathbb{R}$ есть скалярное произведение двух векторов $\mathbf{CD}$ и $\mathbf{AB}$ которое определено соотношением

$$(\mathbf{CD}.\mathbf{AB})=\sigma_{\mathrm{E}}(C,B)+\sigma_{\mathrm{E}}(D,A)-\sigma_{\mathrm{E}}(C,A)-\sigma_{\mathrm{E}}(D,B) \tag{1.6}$$

$$|\mathbf{CD}|=\sqrt{2\sigma_{\mathrm{E}}(C,D)} \tag{1.7}$$

Эквивалентность двух векторов $\mathbf{CD}\in\mathbf{\Omega}\times\mathbf{\Omega}$ и $\mathbf{AB}\in\mathbf{\Omega}\times\mathbf{\Omega}$ определяется в терминах евклидовой мировой функции σ_{E}. В декартовой системе координат K_n, где мировая функция σ_{E} имеет вид (1.2) а точки A,B,C,D имеют соответственно координаты x_A,x_B,x_C,x_D скалярное произведение (1.6) и $|\mathbf{CD}|$ принимают соответственно вид

$$(\mathbf{CD}.\mathbf{AB})=\sum_{k=1}^{k=n}\left(x_D^k-x_C^k\right)\left(x_B^k-x_A^k\right) \tag{1.8}$$

$$|\mathbf{CD}|^2=\sum_{k=1}^{k=n}\left(x_D^k-x_C^k\right)^2 \tag{1.9}$$

Эти выражения совпадают соответственно со скалярным произведением двух линвекторов $(u_{\mathbf{CD}}.u_{AB})$ и с $|u_{\mathbf{CD}}|^2$, при условии что $u_{\mathbf{CD}}$ и u_{AB} имеют координаты соответственно $\left(x_D^k-x_C^k\right)$ и $\left(x_B^k-x_A^k\right)$.

В $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ отношение эквивалентности (1.4) рефлексивно, симметрично и транзитивно. Тогда множество $\Omega_{\mathbf{AB}}$ является классом эквивалентности вектора $\mathbf{AB}$. Можно отождествить линвектор $u_{\mathbf{AB}}\in L_n$ с классом эквивалентности $\Omega_{\mathbf{AB}}$ вектора $\mathbf{AB}\in\mathbf{\Omega}\times\mathbf{\Omega}$. Аксиоматика линейного пространства L_n и операции в L_n могут быть использованы для построения геометрических соотношений в $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$.

При обобщении собственно евклидовой геометрии получаем физическую геометрию $\mathcal{G}$, заменяя мировую функцию σ_{E} мировой функцией σ геометрии $\mathcal{G}$ во всех геометрических соотношениях геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$, которые могут быть выражены в терминах только евклидовой мировой функции σ_{E}. Такие соотношения будем называть общегеометрическими соотношениями. Выражения (1.6), (1.7) являются примерами общегеометрических соотношений.

Другим примером такого соотношения является определение линейной зависимости n векторов $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1,\mathbf{P}_0\mathbf{P}_2,...\mathbf{P}_0\mathbf{P}_n$. Векторы $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1,\mathbf{P}_0\mathbf{P}_2,...\mathbf{P}_0\mathbf{P}_n$ линейно зависимы, если выполнено условие

$$F_n(\mathcal{P}^n)=0 \tag{1.10}$$

Здесь $\mathcal{P}^n=\{P_0,P_1,...P_n\}$ и $F_n(\mathcal{P}^n)$ есть определитель Грама

$$F_n(\mathcal{P}^n)\equiv\det||(\mathbf{P}_0\mathbf{P}_i.\mathbf{P}_0\mathbf{P}_k)||\,,\quad i,k=1,2,...n \tag{1.11}$$

Скалярное произведение в (1.11) определяется через мировую функцию с помощью (1.6).

2 Многовариантная геометрия

Рассмотрим обобщение $\mathcal{G}$ собственно евклидовой геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$. Заменим мировую функцию σ_{E} мировой функцией σ во всех общегеометрических соотношениях. Однако, имеются специальные соотношения геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$, которые зависят от специальных свойств мировой функции σ_{E}. Эти специальные свойства определяют размерность геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ и свойства декартовой системы координат в $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$.

Если σ_{E} является мировой функцией n-мерного евклидова пространства, то она удовлетворяет следующим соотношениям.

I. Определение размерности и введение прямолинейной системы координат:

$$\exists\mathcal{P}^n \equiv \{P_0, P_1, ...P_n\} \subset \Omega, \qquad F_n\left(\mathcal{P}^n\right) \neq 0, \qquad F_k\left(\Omega^{k+1}\right) = 0, \qquad k > n \tag{2.1}$$

где $F_n\left(\mathcal{P}^n\right)$ есть определитель Грама (1.11). Векторы $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_i,\ \ i = 1, 2, ...n$ являются базисными векторами прямолинейной системы координат K_n с началом в точке P_0. Ковариантный метрический тензор $g_{ik}\left(\mathcal{P}^n\right),\ \ i, k = 1, 2, ...n$ и контравариантный метрический тензор $g^{ik}\left(\mathcal{P}^n\right),\ \ i, k = 1, 2, ...n$ в прямолинейной системе координат K_n определяются соотношениями

$$\sum_{k=1}^{k=n} g^{ik}\left(\mathcal{P}^n\right) g_{lk}\left(\mathcal{P}^n\right) = \delta_l^i, \qquad g_{il}\left(\mathcal{P}^n\right) = \left(\mathbf{P}_0\mathbf{P}_i.\mathbf{P}_0\mathbf{P}_l\right), \qquad i, l = 1, 2, ...n \tag{2.2}$$

$$F_n\left(\mathcal{P}^n\right) = \det ||g_{ik}\left(\mathcal{P}^n\right)|| \neq 0, \qquad i, k = 1, 2, ...n \tag{2.3}$$

II. Линейная структура евклидова пространства:

$$\sigma_{\mathrm{E}}\left(P, Q\right) = \frac{1}{2}\sum_{i,k=1}^{i,k=n} g^{ik}\left(\mathcal{P}^n\right)\left(x_i\left(P\right) - x_i\left(Q\right)\right)\left(x_k\left(P\right) - x_k\left(Q\right)\right), \qquad \forall P, Q \in \Omega \tag{2.4}$$

где координаты $x_i\left(P\right),\ i = 1, 2, ...n$ точки P являются ковариантными координатами вектора $\mathbf{P}_0\mathbf{P}$, определенного соотношением

$$x_i\left(P\right) = \left(\mathbf{P}_0\mathbf{P}_i.\mathbf{P}_0\mathbf{P}\right), \qquad i = 1, 2, ...n \tag{2.5}$$

III: Матрица метрического тензора $g_{lk}\left(\mathcal{P}^n\right)$ имеет только положительные собственные значения

$$g_k > 0, \qquad k = 1, 2, ..., n \tag{2.6}$$

IV. Условие непрерывности: система уравнений

$$\left(\mathbf{P}_0\mathbf{P}_i.\mathbf{P}_0\mathbf{P}\right) = y_i \in \mathbb{R}, \qquad i = 1, 2, ...n \tag{2.7}$$

рассматриваемая как уравнения для определения точки P как функции координат $y = \{y_i\},\ \ i = 1, 2, ...n$ имеет одно и только одно решение.

Не все условия I – IV независимы, они определяют различные свойства геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$. Например, условие I определяет размерность n евклидова пространства E_n. Эта размерность n представляет собой максимальное число линейно независимых векторов в $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$. Это число определяется общегеометрическим соотношением (1.11), которое зависит от вида мировой функции. Если условия (2.1) не выполнены, то нельзя ввести систему координат в традиционном виде, потому что метрическая размерность n геометрии $\mathcal{G}$ остается неопределенной.

Сумма двух векторов определяется следующим образом. Если складываются векторы $\mathbf{AB}$ и $\mathbf{BC}$, когда конец одного вектора является началом другого, то получаем

$$\mathbf{AB}+\mathbf{BC}=\mathbf{AC} \tag{2.8}$$

Если складываются произвольные векторы $\mathbf{AB}$ и $\mathbf{CD}$, то получаем

$$\mathbf{AB}+\mathbf{CD}=\mathbf{AB}+\mathbf{BR}=\mathbf{AR} \tag{2.9}$$

где точка R определяется из соотношения

$$(\mathbf{CD}\mathrm{eqv}\mathbf{BR}) \tag{2.10}$$

В соответствии с (1.4) - (1.6) соотношение (2.10) представляет собой два уравнения типа (1.4). Если эти уравнения всегда имеют одно и только одно решение для точки R (как в $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$), операция сложения определяется однозначно. Однако, если решение многовариантно, то нельзя определить сложение как однозначную операцию в том виде, в каком она используется линейном пространстве для сложения линвекторов.

Умножение вектора $\mathbf{AB}$ на вещественное число a определяется следующим образом

$$a\mathbf{AB}=\mathbf{AR} \tag{2.11}$$

где точка R определяется из соотношений

$$(\mathbf{AB}.\mathbf{AR})=a\left|\mathbf{AB}\right|^2, \quad \left|\mathbf{AR}\right|=a\left|\mathbf{AB}\right| \tag{2.12}$$

Если решение уравнений(2.12) многовариантно, то операция умножения тоже многовариантна.

Суммируя, можно сказать, что собственно евклидова геометрия $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ может быть сведена к линейной алгебре. Однако обобщения геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ не могут быть сведены к алгебре. Они, вообще говоря, многовариантны как следствие направленности векторов, которое отсутствует в алгебре.

Большинство ограничений на мировую функцию σ_{E} геометрии $\mathcal{G}_{\mathrm{E}}$ возникают из ограничений (2.1), которые состоят из многих уравнений. Эти ограничения носят глобальный характер. Можно привести эти ограничения к локальной форме

$$\exists\mathcal{P}^n\equiv\{P_0,P_1,...P_n\}\subset\Omega_\varepsilon, \qquad F_n\left(\mathcal{P}^n\right)\neq 0, \qquad F_k\left(\Omega_\varepsilon^{k+1}\right)=0, \qquad k>n \tag{2.13}$$

где Ω_ε есть бесконечно малая окрестность точки P_0, определенная соотношением

$$\left|\sqrt{2\sigma\left(P_0, P\right)}\right| < \varepsilon, \quad \varepsilon \to +0 \tag{2.14}$$

Если эти ограничения выполнены, то можно использовать формализм линейного пространства локально. Например, риманова геометрия получается при локальном использовании ограничений (2.1) в виде (2.13). Использование ограничений (2.13) позволяет подавить многовариантность эквивалентности векторов, имеющих общее начало. Но многовариантность равенства векторов остается для векторов, имеющих разное начало. Рассмотрение равенства векторов с различным началом запрещено в римановой геометрии, или его связывают с путем переноса. Это необходимо для использования формализма линейного пространства.

3 Пространственно-временная геометрия Минковского

Есть очень важный вопрос. Может ли геометрия пространства-времени быть многовариантной? Или геометрия пространства-времени одновариантна, и линейное пространство является необходимым атрибутом геометрии пространства-времени. Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим пространственно-временную геометрию Минковского. В этом случае уравнения (2.1) - (2.5) выполнены, и можно ввести прямолинейную систему координат, где мировая функция σ_{M} имеет вид

$$\sigma_{\mathrm{M}}\left(x, x\right) = \frac{1}{2} g_{ik}\left(x^i - x'^i\right)\left(x^k - x'^k\right), \quad g_{ik} = \mathrm{diag}\left(c^2, -1, -1, -1\right) \tag{3.1}$$

где c есть скорость света.

При аксиоматическом подходе к геометрии векторы $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1 = \left(x^0, x^1, x^2, x^3\right)$ и $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1 = \left(y^0, y^1, y^2, y^3\right)$ равны (эквивалентны), если и только если $x^k = y^k$, $k = 0, 1, 2, 3$. При метрическом походе к геометрии условие равенства векторов $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1 = \left(x^0, x^1, x^2, x^3\right)$ и $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1 = \left(y^0, y^1, y^2, y^3\right)$ зависит от знака мировой функции (3.1). Если векторы времениподобны $\sigma_{\mathrm{M}}\left(P_0, P_1\right) > 0$ то векторы эквивалентны, если $x^k = y^k$, $k = 0, 1, 2, 3$

В случае пространственноподобных вектора $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1$ $\left(\sigma_{\mathrm{M}}\left(P_0, P_1\right) < 0\right)$ можно выбрать систему координат так, чтобы координаты вектора были $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_1 = \left(0, 0, 0, x^3\right)$. Эквивалентный вектор $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_2$ имеет координаты $\mathbf{P}_0\mathbf{P}_2 = (r, r\cos\phi, r\sin\phi, x^3)$, где r и ϕ произвольные вещественные числа. Таким образом, геометрия Минковского одновариантна по отношению к времениподобным векторам, и она многовариантна по отношению к пространственноподобным векторам.

В динамике мы имеем дело только с тардионами (частицами с времениподобной мировой линией). Тахионы (частицы с пространственноподобной мировой линией) не были обнаружены экспериментально. Означает ли это, что реальное пространство-время следует описывать в рамках аксиоматического подхода, когда линейное пространство является необходимым атрибутом геометрии пространства-времени? Это не так, потому что в рамках аксиоматического похода мировые линии тахионов гладкие и дифференцируемые [6] - [10].

Рассмотрение тахионов в рамках метрического подхода, когда геометрия пространства-времени описывается в терминах мировой функции, приводит почти к тому же результату. Отельный тахион не может быть обнаружен из-за бесконечной амплитуды вихляния его мировой линии. Это вихляние обусловлено многовариантностью пространственноподобных векторов в геометрии Минковского [11]. Хотя отдельный тахион не может быть обнаружен экспериментально, тахионный газ может быть обнаружен по его гравитационному полю.

Астрономы обнаружили добавочное гравитационное поле некоторых галактик, которое объясняется как гравитационное поле некоторой невидимой материи (темной материи) [12]. Эта темная материя может быть непринужденно объяснена как гало из тахионного газа. Тахионный газ имеет очень сильное давление, которое объясняет способность тахионного газа образовывать гало [11]. Обнаружение темной материи свидетельствует в пользу метрического подхода к геометрии.

4 Многовариантность как естественное свойство геометрии пространства-времени и феномен Галилея

Собственно евклидова геометрия является вырожденной геометрией, поскольку мировая функция евклидовой геометрии имеет очень специальный вид и в ней отсутствует многовариантность. С одной стороны это хорошо, поскольку одновариантность позволяет использовать формализм линейного пространства и построить евклидову геометрию аксиоматически. С другой стороны, обобщение вырожденной концепции всегда затруднительно, поскольку в общем случае появляются новые свойства, которых нет в вырожденной концепции. Появление новых свойств у геометрии при ее построении путем обобщения вырожденного варианта геометрии выглядит противоестественным и встречает сопротивление исследователей, которые не подозревают о вырожденном характере евклидовой геометрии. Это предубеждение становится непреодолимым, когда выясняется, что физическая (многовариантная) геометрия является неаксиоматизируемой и не может быть выведена из аксиом. Начиная с Евклида, геометрия строилась только логическим путем, т.е. выводилась из аксиом, и очень трудно согласиться с тем, что геометрию можно строить путем деформации уже построенной евклидовой геометрии, т.е. заменяя мировую функцию, (что не является логической операцией). Необходимость построения нового математического аппарата тоже не вызывает энтузиазма у исследователей, знакомящихся с многовариантной геометрией.

Никто не желает принимать во внимание то, что аксиоматический подход при построении евклидовой геометрии оказывается возможным лишь потому, что евклидова геометрия является непрерывной и безгранично делимой. Это дает возможность построить любой геометрический объект из конечного числа блоков, свойства которых известны и описываются аксиомами. Реально число этих блоков невелико (точка, отрезок прямой и угол). Реальная геометрия пространства-времени вполне может не быть непрерывной и безгранично делимой, особенно, если рассматриваются физические явления в микромире.

Заметим, что дискретная геометрия, т.е. геометрия не являющаяся непрерывной, совсем не обязательно задается на решетчатом множестве. В дискретной геометрии нет сколь угодно близких точек, и она описывается условием

$$|\rho\left(P,Q\right)| \notin \left(0,\lambda_0\right), \quad \forall P,Q\in\Omega \tag{4.1}$$

где ρ есть расстояние между точками, а λ_0 есть элементарная длина дискретной геометрии. Условие (4.1) есть ограничение на вид функции расстояния ρ. Обычно это условие рассматривают как ограничение на множество точек, где задана геометрия, а в качестве функции расстояния берут евклидову функцию расстояния. Если рассматривать условие как ограничение на вид функции расстояния, то дискретная геометрия пространства-времени может быть задана на том же множестве точек (событий), на котором задается геометрия Минковского. Например, мировая функция σ_{d} дискретной геометрии может иметь вид

$$\sigma_{\mathrm{d}}=\sigma_{\mathrm{M}}+\frac{\lambda_0^2}{2}\mathrm{sgn}\left(\sigma_{\mathrm{M}}\right), \quad \rho=\sqrt{2\sigma_{\mathrm{d}}} \tag{4.2}$$

где σ_{M} есть мировая функция геометрии Минковского. При этом аксиоматический подход к геометрии оказывается невозможным. Дискретная геометрия устроена так, что точки, имеющие близкие координаты, могут не быть близкими по расстоянию. Это означает, что нельзя корректно ввести (метрическую) размерность геометрии.

Динамика, построенная на основе аксиоматической геометрии, оказывается несовершенной. Она не может объяснить, что такое темная материя. Динамика, построенная на основе многовариантной геометрии пространства-времени, оказывается более совершенной. Она непринужденно разъясняет проблему темной материи [11]. Однако, многовариантная динамика содержит новое понятие многовариантности, которое скептически встречается научным сообществом. Чтобы понять, в чем тут дело, полезно разобраться со случаем перехода от динамики Аристотеля к динамике Ньютона.

В динамике Ньютона использовалось новое понятие, которого не было в динамике Аристотеля. Таким новым понятием было понятие инерции, с которым было связано введение в динамику понятия ускорения. В 16-ом веке люди имели дело с равновесным движением тел, когда тела двигались равномерно и сила движителя уравновешивалась силой трения. Переход от состояния покоя к состоянию равномерного движения был очень коротким. Он рассматривался как некий переходный процесс, для описания которого не требовалось создания специальной динамики. Конечно были процессы, в которых использовалась накопленная кинетическая энергия, например забивание гвоздя с помощью молотка, но и для них, по-видимому, использовалось понятие силы. Например, Лейбниц ввел понятие "живой силы", под которой он понимал кинетическую энергию. Другими словами, связанная с инерцией, кинетическая энергия воспринималась как некое проявление силы. Сейчас трудно себе представить, как это делалось в 16-ом веке. Однако, введенное Галилеем понятие инерции, не признавалось учеными 16-ого века более столетия. Я называю эффект длительного непризнания нового фундаментального понятия феноменом Галилея, поскольку именно применительно к Галилею впервые проявился этот эффект.

Динамика Аристотеля не работала в применении к движению планет, поскольку там сила трения не проявлялась. Для объяснения циклического движения планет был придуман специальный механизм, состоящий из многих шестеренок - эпициклов. Подбирая шестеренки, можно было объяснить любое циклическое движение планет. Однако объяснить движение комет, циклический характер движения которых был не очевиден, не удавалось. Способ подгонки, используемый для построения Птолемеевых эпициклов, очень напоминает современный способ описания элементарных частиц.

Использование нового фундаментального понятия (понятия инерции) позволило построить новую (ньютоновскую) динамику. Динамика Ньютона использовала формализм существенно отличный от формализма механики Аристотеля. Это позволило заменить сложную систему эпициклов простым свободным движением планет в гравитационном поле Солнца. Аналогично можно надеяться, что использование каркасной концепции динамики, основанной на многовариантности геометрии пространства-времени, позволит упростить способ описания элементарных частиц [13].

По-видимому, феномен Галилея обусловлен трудностью восприятия новых фундаментальных понятий, изменяющих формализм динамики. По-видимому, понятие многовариантности является столь же трудным для восприятия физиками 20-ого века, каким было понятие инерции для ученых 16-ого века.

Научное сообщество имеет предубеждение против понятия многовариантности не только в геометрии, но и в динамике. Больцман в своих работах объяснял детерминированное движение газа многовариантным (стохастическим) движением его молекул. Научное сообщество в течении нескольких лет не признавало этих работ. Насколько я понимаю, причины такого отторжения работ Больцмана так и остались неизвестными. Я полагаю, что причиной было использование Больцманом нового понятия динамической многовариантности (или стохастичности, обусловленной столкновениями молекул). Понятие многовариантности (стохастичности) не встречается в обыденной жизни, и не очень понятно, как его описывать математически. Кинетическое уравнение Больцмана более сложно и более информативно, чем ранее известные уравнения газовой динамики, которые могут быть получены в результате усреднения этого кинетического уравнения. Возникло предубеждение против понятия многовариантности, в частности, и потому, что его использование требует построения нового математического аппарата, использующего понятие многовариантности. Психологически многовариантность воспринимается как нечто противоестественное. Только экспериментальное обнаружение броуновского движения примирило научное сообщество с динамической многовариантностью.

Что касается многовариантной геометрии пространства-времени, то здесь многовариантность тоже воспринимается как нечто противоестественное. Традиционный аксиоматический поход к геометрии воспринимается как привычный и естественный. Особенно, если принять во внимание то, что многовариантность превращает геометрию пространства-времени в неаксиоматизируемую геометрию, математический аппарат которой не использует бесконечно малых величин и связанных с ними дифференциальных уравнений. Отличие математического аппарата многовариантной геометрии оказывается существенным как микромире, так и в космологии.

Дискретная геометрия пространства-времени автоматически является многовариантной. Если мы допускаем, что геометрия пространства-времени может быть дискретной, то при описании микромира мы приходим к неизбежности рассмотрения многовариантной геометрии пространства-времени. При этом квантовые эффекты могут рассматриваться как эффекты дискретной геометрии [14], если квантовая постоянная связана с элементарной длиной дискретной геометрии.

Оказывается, что в микромире состояние элементарной частицы описывается не координатой и импульсом, а каркасом частицы, представляющим собой $n+1$ точек ($n>1$), жестко связанных между собой. Так что $n(n+1)/2$ расстояний между точками представляют собой $n(n+1)/2$ инвариантных характеристик частицы, включающих в себя массу и другие параметры частицы. Например, фермион представляет собой тахион для которого $n>2$. В простейшем случае $n=2$. Тогда мировая линия тахиона представляет собой пространственноподобную винтовую линию с времениподобной осью. Мировая линия в виде винтовой линии непринужденно объясняет спин и магнитный момент частицы [15, 16, 17]. Этот результат согласуется с уравнением Дирака. Число динамических уравнений, описывающих движение каркаса равно $n(n+1)$, тогда как число переменных, подлежащих определению равно $4n$. В случае, когда $n<3$ возникает вихляние мировой линии (цепи). В случае, когда $n>3$ возникают ограничения на параметры каркаса. То, что электрический заряд элементарной частицы не больше одного элементарного заряда, в многовариантной геометрии объясняется однозначностью мировой функции [18]. Аксиоматический подход не может объяснить этот факт.

Наблюдаемые симметрии элементарных частиц [19] могут быть объяснены устройством каркаса частицы, подобно тому, как симметрия кристалла объясняется устройством его элементарной ячейки.

Использование многовариантной геометрии пространства-времени существенно и в теории гравитации. Оно приводит к расширенной общей теории относительности (РОТО), где динамические уравнения записываются прямо для мировой функции, а не для метрического тензора как в ОТО [20]. Оказывается, что в РОТО горизонт событий при сильном сжатии звезды не образуется потому что при этом на некотором этапе сжатия индуцируется антигравитация, препятствующая дальнейшему сжатию [21].

Геометризация физики, порожденная метрическим подходом к геометрии, является серьезной альтернативой квантовой теории в микромире и альтернативой общей теории относительности в космологии.

Список литературы

[1] Yu.A.Rylov, Geometry without topology as a new conception of geometry. *Int. Jour. Mat. & Mat. Sci.* **30**, *iss. 12, 733-760, (2002)*, (see also *e-print math.MG/0103002*).

[2] J.L.Synge, A characteristic function in Riemannian space and its applications to the solution of geodesic triangles. *Proc. London Math. Soc.* **32**,*241 (1932).*

[3] H.S.Ruse, Some teorem in tensor calculus. *Proc.London Math. Soc.* **31,***225 (1930).*

[4] J.L.Synge, *Relativity: the general theory.* Amsterdam, North-Holland publishing company.

[5] Yu. A. Rylov, Different conceptions of Euclidean geometry and their application to the space-time geometry *e-print 0709.2755v4*

[6] A. Sommerfeld, Simplified deduction of the field and the forces of an electron moving in any given way". *Knkl. Acad. Wetensch* **7**, *345–367, (1904).*

[7] O.-M. P. Bilaniuk, V. K. Deshpande, E. C. G. Sudarshan, “Meta’ Relativity". *American Journal of Physics* **30***(10), 718, (1962).*

[8] Ya.P. Terletsky, Positive, negative and imaginary rest masses. *J. de Physique at le Radium* **23,** *iss 11, 910-920 (1963).*

[9] G. Feinberg, "Possibility of Faster-Than-Light Particles". *Phys. Rev.* **159 (5)**: *1089–1105. (1967)*

[10] G. Feinberg, *Phys. Rev. D* **17**, *1651 (1978)*

[11] Yu.A.Ryov, Dynamic equations for tachyon gas. *Submitted to IJTP (*now this paper can be found on my site *http://rsfq1.physics.sunysb.edu/~rylov/detg1e.pdf)*

[12] D.Merritt, et al. , Empirical Models for Dark Matter Halos. I. Nonparametric Construction of Density Profiles and Comparison with Parametric Models *The Astronomical Journal,* **132**, *Issue 6, pp. 2685-2700, (2006)*

[13] Yu.A. Rylov, Discrete space-time geometry and skeleton conception of particle dynamics. *Int. J. Theor Phys.* **51**, Issue 6, pp. 1847-1865 (2012), see also *e-print 1110.3399v1*

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

[15] Yu. A. Rylov, Is the Dirac particle composite? *e-print physics/0410045*

[16] Yu. A.Rylov, Is the Dirac particle completely relativistic? *e-print physics/0412032.*

[17] Yu. A.Rylov, Geometrical dynamics: spin as a result of rotation with superluminal speed. *e-print 0801.1913*

[18] Yu. A. Rylov, Discriminating properties of compactification in discrete uniform isotropic space-time. *e-print 0809.2516v2.*

[19] В.А.Рубаков, К открытию на Большом адронном коллайдере новой частицы со свойствами бозона Хиггса. *УФН* **182***(10), 1017- 1025 (2012)*

[20] Yu. A. Rylov, General relativity extended to non-Riemannian space-time geometry. *e-print 0910.3582v7.*

[21] Yu. A. Rylov, Induced antigravitation in the extended general relativity. *Gravitation and Cosmology*, **2012**, *Vol. 18, No. 2, pp. 107–112,(2012).*