
НА ПУТИ К НОВОЙ ФИЗИКЕ

В.В. Кассандров

*Институт гравитации и космологии
Российского университета дружбы народов*

Фундаментальная физика должна основываться на едином первичном принципе и строиться без оглядки на господствующие в настоящее время парадигмы. Такой принцип, своего рода *Код природы*, имеет, скорее всего, чисто абстрактный характер и базируется на единой математической структуре, исключительной по своим внутренним свойствам. Отличительными чертами новой физики могут быть *дальнодействие*, *иерархичность* и, возможно, *дискретность* геометрии пространства-времени. Кратко описываются работы автора по построению физики полей и частиц из единой алгебраической структуры кватернионного типа, так называемой *алгебродинамики*.

Ключевые слова: принцип соответствия, антропный принцип, математическая структура Вселенной, нелокальность, иерархичность, алгебраическая динамика, кватернионы.

1. «Описательная» физика и поиск первичного Принципа

Трудно говорить о главных проблемах современной теоретической физики по двум причинам. Во-первых, очень сложно повторяться и тезисно воспроизводить основные положения собственных работ на эту тему [1; 2], к которым мы и отсылаем читателя. Во-вторых, главная проблема по существу только одна. А именно современная физика не имеет никакого понятия о *первичных принципах*, на которых основано строение окружающего Мира: происхождение так называемых «законов природы» неизвестно, а сами эти законы – не более чем (по возможности удачная) формализация наблюдаемых корреляций в (по возможности воспроизводимых) экспериментах.

Мое глубокое убеждение состоит в том, что известные уравнения, законы и, тем более, физическая интерпретация их следствий на самом деле не имеют ничего общего с истинным языком Природы, об основах которого в настоящее время мы можем лишь смутно догадываться. Действительно, нелепо думать, что все многообразие принятых сегодня *моделей* имеет некое общее и универсальное ядро. Само слово «модель», так любимое большинством теоретиков, лишь демонстрирует ничтожность задач, которыми они ограничивают себя. Еще ярче иллюстрирует это широко используемое даже ведущими теоретиками английское слово «fitting» (подгонка). Главной задачей в физике частиц, в космологических моделях и проч. по-прежнему (и даже в большей степени, чем в середине XX века!) является удовлетворительное описание некоторого ограниченного набора экспериментальных данных. При этом, как правило, не стесняются вводить нужное число сво-

бодных параметров, добавлять члены в лагранжианы и вводить новые мистические сущности типа темных «материй-энергий». О каком понимании подлинных основ мироздания может при этом идти речь?

Из незнания первичных принципов, разумеется, вытекает неразрешимость таких истинно фундаментальных проблем, как объяснение спектра характеристик элементарных частиц, значений констант взаимодействий и, более общо, понимания природы самих взаимодействий, набора физических полей и проч. Вместе с тем со времен Г. Минковского мы по существу не продвинулись ни на шаг к пониманию истинной геометрии (включая, возможно, скрытые размерности) и решению наиболее фундаментальной проблемы Времени. Даже конструктивных подходов к решению проблем такого уровня (за исключением ряда интересных попыток, см. далее) не просматривается: научное сообщество, так называемое «mainstream», совершенно не готово к радикальным изменениям основ теоретической физики и, более того, воспринимает все попытки подобного рода «в штыки».

Реакционную роль в настоящее время играет и так называемый «принцип соответствия». Требование предельного перехода (по некоторому параметру) новой теории в ранее известную (квантовой механики в классическую при $\hbar \rightarrow 0$ и т.п.) на самом деле тормозит создание радикально нового языка физики. К сожалению, мало кто сомневается в принципиальной верности господствующих сегодня физических принципов и теорий – Стандартной модели, квантовой теории поля, специальной и общей теорий относительности и т.п. Мало кто допускает возможность того, что в будущем все известные нам концепции окажутся не имеющими никакого отношения к истинным основам организации Мира. Груз старых представлений – лагранжева подхода, калибровочного принципа, квантовополевых техник – существенно ограничивает перспективы развития даже таких «революционных» подходов, как суперструнные теории. На самом же деле никакое принципиальное продвижение невозможно без отказа от безусловной веры в незыблемость бытующих сегодня в теоретической физике представлений!

Поговорим теперь о *характере* тех принципов, которые могли бы лежать в основе строения Вселенной. Если этот принцип имеет чисто физическую природу (как, например, гениальная гипотеза А. Эйнштейна о гравитации как проявлении искривленности пространства-времени), то, несмотря на всю математическую красоту его реализации и предсказательную силу, всегда остается вопрос: «А почему все же из многих возможностей Природа выбрала именно его?», и соответствующие этому сомнения в его справедливости. «Поэтому, – как писал П.А.М. Дирак, – в будущем теоретикам придется прибегнуть к менее прямому пути. Наиболее мощный способ продвижения... состоит в том, чтобы использовать все ресурсы чистой математики в попытках завершать и обобщать математический формализм, образующий соответствующую основу теоретической физики¹, и *после* каждого успеха

¹ В других работах Дирак был еще более категоричен, утверждая, например, что «вся история Вселенной соответствует свойствам всей последовательности натуральных чисел» [3. С. 254].

в этом направлении пытаться интерпретировать новые математические явления в терминах физических реальностей...» [3. С. 170]. Известно также и много высказываний самого А. Эйнштейна на эту тему. Например, в 1933 году он говорил о том, что «Вселенная представляет собой реализацию математически мыслимых элементов» [4. С. 184].

Таким образом, мы имеем существенную поддержку выдающихся мыслителей (в число которых, разумеется, следует включить и У. Гамильтона, и Дж. А. Уилера, и А. Эддингтона, а из древних – Пифагора, Платона и Плотина) в наших поисках чисто абстрактного, математического Принципа, *кодирующего* структуру Мироздания. На самом деле, мы не знаем другого языка, на котором могла бы быть записана структура Вселенной. При этом математические структуры выступают не как измышления человеческого ума, а как *объективные* сущности, которые постепенно *открываются* и изучаются аналогично, например, частицам материи².

Вопрос о том, какая структура (и почему именно она) кодирует законы Мироздания, является непростым. Однако ответ на него можно было бы получить в контексте «математической версии» *антропного принципа*. При этом предполагается, что *каждая* из таких структур порождает некоторый образ материального мира³. Однако лишь одна-единственная (либо некоторый набор, отвечающий «мультиверсу») из таких структур может оказаться способной, лишь на основе своих внутренних свойств, «материализовать» абстрактные математические образы строго определенных форм-частиц, физического Времени и, в конце концов, сознания и самого «наблюдающего» объекта.

Нашей задачей при этом становится целеустремленный отбор способных на подобное структур, анализ их свойств и сложная процедура отождествления их с реальными физическими объектами и категориями. Естественно при этом предполагать, что искомая Структура обязана быть *исключительной* по своим внутренним свойствам и, более того, исключительной как с алгебраической стороны, так и с точки зрения отвечающей ей геометрии и топологии. Такая структура, скорее всего, еще не открыта математиками⁴, однако уже известные их родственники (алгебры кватернионов или октонионов, исключительные группы Ли и проч.), возможно, кодируют основные физические структуры и подлежат поэтому тщательному и *не апеллирующему к известной физике* изучению!

² Об этом много писал в своих последних работах В.И. Арнольд [5].

³ Вспомним, например, сложные иерархические «миры», порождаемые алгебраическими фракталами на основе последовательности примитивных квадратичных отображений на комплексной плоскости.

⁴ Например, лишь относительно недавно была завершена классификация простых конечных групп и обнаружены 5 исключительных («спорадических») групп, включая старшую из них – знаменитую *группу Монстра* (Грисса-Фишера) с числом элементов порядка 10^{53} .

2. О характерных чертах новой физики

Каковы же, хотя бы в общих чертах, элементы той новой физики, которая может быть записана и прочитана в чисто математических свойствах некоей Мировой Структуры? Прежде всего представляется, что *окончательная* («ultimate») физика должна быть изначально *нелокальной*. Такое убеждение связано прежде всего с тем, что исторически физика выросла из наблюдений и экспериментов над связями и взаимовлиянием *близко расположенных* тел. Именно поэтому установленные воспроизводимые корреляции, так называемые «законы физики», неизбежно оказались чисто локальными. Попытки исследования нелокальных корреляций, как, скажем, в астрологии либо в квантовой теории, оказались гораздо менее успешными или даже объявлялись лженаукой. На самом же деле, даже революционная для своего времени концепция Фарадея – Максвелла о **физическом поле** – чисто локальной сущности – сегодня уже представляется необязательной (вспомним предложенную еще Дж.А. Уилером и Р. Фейнманом теорию «действия на расстоянии»)⁵.

В то же время с общей точки зрения именно некоторый *Метазакон*, напрямую определяющий связи между точками (либо *событиями*) пространства-времени *независимо от их удаленности*, может лежать в основании физики. В этом случае первичным аппаратом физики являлись бы особые отображения, функциональные уравнения⁶ и, разумеется, топологические закономерности. В исходной *глобальной* физике, скорее всего, не было бы метрических отношений, масштаба длины и времени, а основной группой симметрии являлась бы, скорее всего, *конформная* группа⁷. Лишь на втором этапе, при определенных условиях, могло бы реализоваться спонтанное нарушение конформной симметрии с возникновением (одного или нескольких) *масштабов*. Заметим, что похожие идеи недавно высказывались Г. т'Хофтом [9].

Вместе с тем из *дифференциала* подобных отображений могла бы восстанавливаться привычная локальная физика с дифференциальными уравнениями движения частиц и уравнениями поля. Заметим, что такая процедура, даже чисто технически, была бы гораздо проще, чем задача восстановления глобального распределения интегрированием дифференциальных уравнений поля либо решением системы уравнений движения системы многих тел.

Другим определяющим свойством грядущей физики должна, по видимому, являться ее *иерархичность*, способность единым образом описывать явления на разных пространственных и временных масштабах. Это

⁵ В РУДН эти взгляды последовательно пропагандируются и развиваются Ю.С. Владимировым [6].

⁶ Основанные на теории отношений и замечательные по красоте функциональные уравнения были предложены Ю.И. Кулаковым [7] и использованы в теоретической физике Ю.С. Владимировым при построении так называемой «бинарной геометрофизики» [8].

⁷ Можно предположить, что конформная симметрия определяет особую роль тождественности элементарных частиц и даже лежит в основе так называемого «эффекта формы».

свойство начисто отсутствует в современной теоретической физике, где космологические законы, по существу, никак не связаны с законами микромира, а переход от квантовой теории к классической, очевидно определяющей законы на промежуточных масштабах, осуществляется чисто формально!

Из абстрактных структур, которые могли бы лежать в основе единой иерархической теории, в настоящее время известны, пожалуй, лишь *фрактальные отображения*. При этом фрактальной структурой может обладать как материя (физические поля или частицы), так и само пространство-время. Однако известные на сегодня алгебраические фракталы *самоподобны*, чего недостаточно для описания очевидно несамоподобного Мира. Можно только надеяться, что в будущем математиками будут открыты более богатые и адекватные реальности фрактальные структуры.

Наконец, упомянем еще об одном фундаментальном свойстве, которое может иметь будущая «теория Всего». Мы имеем в виду возможную *дискретную структуру* пространства-времени. Попытки разработки таких теорий, в пределе больших масштабов переходящих в непрерывные, предпринимаются давно⁸, однако соответствующий им математический аппарат настолько непривычен для современной физики, что каждое продвижение на этом пути дается с большим трудом. Вместе с тем существование изначального масштаба делает такие теории весьма перспективными как с общей, так и с чисто технической (отсутствие расходимостей, как это имеет место, например, в решеточных моделях квантовой хромодинамики) точек зрения.

3. Кватернионы и единая алгебраическая динамика

В завершение остановимся на наших собственных усилиях по построению радикально новой физики на основе единственного первичного Принципа, имеющего чисто *алгебраическую природу*. В развитой в наших работах [11; 12] так называемой *алгебродинамике* используется только одно фундаментальное уравнение вида

$$dF = \Phi \cdot dX \cdot \Psi, \quad (1)$$

представляющее собой условие дифференцируемости (кватернион-значной) функции $F(X)$ в алгебре (комплексных) кватернионов \mathbf{V} или, иначе, естественное обобщение известных условий дифференцируемости Коши–Римана из комплексного анализа на *некоммутативную* алгебру \mathbf{V} . Функции, удовлетворяющие (1), рассматриваются как первичные физические поля, а сингулярности этих полей – как частицы, первичные элементы материи.

Удивительным образом, соотношения (1) не только лоренц-инвариантны, но и обладают естественной *спинорно-твисторной* и *калибро-*

⁸ Из российских исследователей наиболее последовательно развивает эти взгляды А.Л. Круглый в рамках своей теории Вселенной как «*вероятностного причинного графа*» [10].

вочной структурой. Привычные калибровочные поля являются при этом вторичными (связанными со вспомогательными функциями Φ, Ψ в (1), так называемыми «полупроизводными») и автоматически, как следствие (1), удовлетворяют соответствующим вакуумным уравнениям Максвелла и $SL(2, \mathbb{C})$ -Янга–Миллса. Что касается компонент самой функции $F(X)$, то они удовлетворяют нелинейному аналогу уравнения Лапласа, а именно уравнению *комплексного эйконала*.

При этом нелинейность является здесь прямым следствием *некоммутативности* алгебры \mathbf{B} , проявляющейся и в самой структуре основного соотношения (1). Этим развитый нами подход к некоммутативному анализу принципиально отличается от других подходов. Физически нелинейность приводит к самодействию полей, определяемых в (1).

С геометрической точки зрения каждое решение (1) определяет конгруэнцию *светоподобных* геодезических специального типа, а именно *бесдвиговых*. С другой стороны, общее решение, определяющее главный спинор таких конгруэнций $\xi(X)$, известно как *теорема Керра* и имеет вид уравнения

$$P(\xi, X\xi) = 0, \quad (2)$$

где P – произвольная однородная функция четырех комплексных аргументов, образующих пару спиноров или *твистор* $\mathbf{W} = \{\xi, X\xi\}$; X – эрмитова матрица координат пространства-времени Минковского. Такая фундаментальная конгруэнция определяет так называемый «поток Предсвета», который можно рассматривать и как *поток Времени* [15].

Точки сгущения лучей этого потока порождают первоэлементы материи. На самом деле, неявное уравнение (2) определяет целый набор непрерывных ветвей конгруэнции и поля спинора $\xi(X)$, точки слияния которых – *каустики* – отвечают сингулярностям ассоциированных физических полей и могут интерпретироваться как частицеподобные образования. Интересно, что электрический заряд каждой из изолированных сингулярностей-частиц всегда кратен некоторому минимальному, «элементарному», что отвечает фундаментальному и до сих пор не получившему объяснения свойству реальных квантовых частиц.

В общем случае сингулярные образования, определяемые кратными корнями уравнения (2), имеют вид струн, и их самосогласованная алгебраическая динамика весьма сложна для изучения. В частном случае, однако, решения (2) определяются *точечными* сингулярностями – тождественными копиями-частицами, локализованными на *единой, неявно заданной* соотношением (2) Мировой линии. Алгебраическая динамика таких структур, по сути представляющая собой реализацию старой идеи Уилера–Фейнмана о так называемой «одноэлектронной Вселенной», была подробно изучена в наших недавних работах [13] (см. также [12]) и, в случае *полиномиальных* генерирующих функций, неожиданно оказалась *консервативной*. Причем ин-

интересно, что законы сохранения оказываются прямым следствием известных формул Виета для корней системы полиномиальных уравнений типа (2).

Таким образом, исключительные алгебраические структуры кватернионного типа⁹, без каких-то дополнительных предположений приводящие к «уравнениям поля» (1), действительно содержат в себе многие структуры, хорошо известные в теоретической физике. Однако в целом возникающая алгебродинамика приводит к радикально новому, неожиданному взгляду на окружающий Мир и, по существу, представляет собой возможную модель новой физики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кассандров В.В.* Число-структура-материя: на пути к радикальной пифагорейской методологии фундаментального естествознания // *Метафизика*. – 2012. – № 1 (3). – С. 85–102.
2. *Кассандров В.В.* Статьи на сайте Института времени: URL: www.chronos.msu.ru
3. *Дирак П.А.М.* К созданию квантовой теории поля / ред. Б.В. Медведев. – М.: Наука, 1990.
4. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. – Т. 4. – М.: Наука, 1967. – С. 184.
5. *Арнольд В.И.* // УФН. – 1999. – 169. – 1311.
6. *Владимиров Ю.С., Турыгин А.Ю.* Теория прямого межчастичного взаимодействия. – М., Энергоиздат, 1986.
7. *Кулаков Ю.И.* Теория физических структур. – Горно-Алтайск, Новосибирск, 2004.
8. *Владимиров Ю.С.* Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. – Ч. 1. – М.: МГУ, 1996; Ч. 2. – М.: МГУ, 1998.
9. 't Hooft G. Local conformal symmetry: the missing component for space and time. URL: [arXiv: 1410.6675](https://arxiv.org/abs/1410.6675).
10. *Круглый А.Л.* Модель дискретного пространства-времени. – М.: Монолог, 1998.
11. *Кассандров В.В.* Алгебраическая природа пространства-времени и алгебро-динамика. – М.: УДН, 1992.
12. *Кассандров В.В.* Статьи на сайте: URL: www.arXiv.org/find (Kassandrov_V)
13. *Kassandrov V.V., Khasanov I.Sh., Markova N.V.* Collective Lorentz invariant dynamics on a single “polynomial” worldline // *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*. – 2015. – 48. – 395204. – URL: [arXiv: 1501.01606](https://arxiv.org/abs/1501.01606)
14. *Ефремов А.П.* Кватернионные пространства, системы отсчета и поля. – М.: РУДН, 2005.

⁹ В работах А.П. Ефремова [14] комплексно-кватернионные структуры составляют основу развиваемой им *кватернионной теории относительности* и концепции *трехмерного времени*.

ON THE WAY TO A NEW PHYSICS

V.V. Kassandrov

Fundamental physics should base on a unique primordial principle and be built regardless of the currently dominated paradigms. Such a principle, the *Code of nature*, is, most likely, of a purely abstract character and based on a unique mathematical structure exceptional in its internal properties. As distinguishing features of the novel physics one can note *action-at-a-distance*, *hierarchism* and, perhaps, the *discrete structure of the space-time geometry*. The author's works on the construction of the field/particle physics from a unique algebraic structure of the quaternion type, the so-called *algebrodynamics*, are briefly described.

Key words: correspondence principle, antropic principle, mathematical structure of the Universe, non-locality, hierarchism, algebraic dynamics, quaternions.