
ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ НЕНАБЛЮДАЕМЫХ И ОБЩАЯ ТЕОРИЯ МЕХАНИКИ

А.П. Ефремов

*Институт гравитации и космологии
Российского университета дружбы народов*

«Геометрическое видение сущностей» рассматривается как один из основных методов исследования устройства мира. В качестве примеров обсуждаются физическая реальность временной координаты теории относительности и геометрические представления ненаблюдаемых элементов математики комплексных и гиперкомплексных чисел. В частности, вводится понятие 2D-ячейки – фрактального элемента физического пространства, неизменность которого при простых искажениях ячейки имеет своим следствием фундаментальное «условие стабильности». Детально описано, как условие порождает серию формулировок всех известных теорий механики: квантовой, классической и релятивистской; обычно рассматриваемые как практически отдельные эти теории в данном подходе составляют единую цепочку, связанную математической логикой.

Ключевые слова: геометрия; гиперкомплексные числа; квантовая, классическая, релятивистская механика.

В сознании человека физика и геометрия связаны неразрывно. В первую очередь потому, что так выстроена биологическая система человеческого восприятия и познания мира: из всех сенсорных устройств, обеспечивающих связь с внешней средой, самым мощным у здорового человека является зрение, которое передает в сознание формы, то есть геометрию, окружающих объектов. Пожалуй, и осязание немало добавляет к этому восприятию представление о материальности составляющих мира. И это всего лишь на бытовом уровне, который, впрочем, является базовым для зарождения и развития любой науки, в том числе и физики.

О картах и формулах

Но если уж говорить собственно о физике, причем физике любого уровня развития, включая самые точные измерения последних десятилетий, то здесь геометрия – уже в иной ипостаси – выходит на передний план. Я уже высказывался ранее на эту тему, но повторяюсь: сегодня все виды физических измерений на их конечном этапе сводятся исключительно к измерению длины. Имеется в виду, конечно, не собственно объект измерения – скорость частицы, напряженность силового поля или что-то иное – а непосредственный акт считывания показаний со шкалы прибора, даже в цифровом форма-

те. Хотя можно было бы на слух определять частоту звукового сигнала, на ощупь определять температуру тела, по запаху или на вкус – долю вещества в той или иной смеси. Но мы этого не делаем, потому что «первое чувство» – зрение оказывается самым точным инструментом измерения.

Есть еще один аспект геометризации физических объектов и сущностей, точнее, даже не геометризации, а визуализации, возможности увидеть. Увидеть – значит лучше понять, хотя это не всегда верно. Но, во всяком случае, иметь изображение объекта – значит иметь возможность многократно его рассматривать, анализировать, вникать в его сущность – но не только! Визуальное изображение существенно упрощает процесс передачи знания о данном объекте другим людям; без метода изображения существенно затрудняются процессы образования, фактически невозможной становится наука как явление общественное.

В качестве известного примера можно вспомнить, что изображение местности на одном листе современной топографической карты по количеству информации эквивалентно многостраничному тому, содержащему адекватное описание содержания такой карты. Понятно, однако, что топографические изображения значительно отличаются от реальных объектов, поскольку они в подавляющем большинстве имеют условный характер, и нужно иметь надлежащий опыт расшифровки, чтобы видеть в них натуральные черты изучаемой местности. Впрочем, обретение такого опыта – процесс недлительный и весьма не сложный. Гораздо больше труда и времени занимает получение куда более глубокого навыка «расшифровки картинок» – речь идет о понимании сути, заложенной в других криптограммах – математических формулах.

Оставаясь в рамках темы, я буду здесь иметь в виду только формулы, описывающие физические законы – те, об относительной точности которых люди более или менее договорились. Хотя на каком-то уровне рассуждений придется уйти в «метафизическую математику». Действительно, «хорошая» формула закона физики содержит в себе огромный объем информации. Так, одно из «наиболее концентрированных» выражений законов электродинамики $d^*da = j$, записанное в формализме дифференциальных форм, в тысячи раз короче изначальных развернутых формул тех же законов, впервые записанных Максвеллом во второй половине XIX в. Если же сравнивать с той же топографической картой уравнение Шредингера (длиной в четверть строки), то рядом с десятками и сотнями томов его описаний, решений и обсуждений одна книжка описания карты представляется бесконечно малой. Но об этом уравнении ниже.

Если задуматься, то математическое содержание (проверяемого на опыте) закона физики, записанное, как правило, в буквенных выражениях, тоже представляет собой не что иное, как зашифрованное геометрическое изображение, своего рода иероглиф, понимание сути которого доступно только носителям соответствующего специфического знания. Понятно, конечно, что «шифровальщики» – изобретатели символического языка математики –

представители земной цивилизации. Они предложили свои методы, термины и форматы записи и с годами «победили в конкурентной борьбе»: не флюксии Ньютона, но бесконечно малые Лейбница, не индийские, но арабские цифры, наконец, не египетские и не китайские иероглифы и даже не русские, но латинские и греческие буквы. Что же касается самой сути математических соотношений, то она оказывается универсальной для всего человечества, независимо от региональной или этнической принадлежности его групп.

Но вернемся к анализу формул – «геометрических картинок» законов физики. Из столетия в столетие история науки демонстрирует все большее внешнее упрощение, примитивизацию этих записей. Иногда говорят, что физики-теоретики редуцируют многостраничные системы своих уравнений к максимально компактным выражениям исключительно из соображений «наименьшего действия» (попросту – из-за лени). Возможно, здесь есть доля истины, но главное – другое, и это хорошо известно. Возможность компактификации уже известных и проверенных опытом формул позволяет «подняться над ползучей эмпирикой» и с высоты увидеть незамеченную в разрозненных записях новую общую закономерность. Так, Мопертюи в XVIII в. обнаружил, что эмпирический закон динамики Ньютона является следствием минимального значения функционала действия – введенной им некой абстрактной величины. С тех давних пор сотни тысяч публикаций уважаемых авторов в не менее уважаемых печатных изданиях посвящены тысячам «новых законов физики», у каждого из которых – свое персональное действие, придуманное автором. Другая знаменитая цепочка физических открытий за письменным столом: уравнения Максвелла, объединившие разрозненные законы электричества и магнетизма, – преобразования Лоренца, обеспечивающие инвариантность этих уравнений, – интервал пространства-времени, столь же лоренц-инвариантный и приведший к теории относительности Эйнштейна.

С того момента, когда у теоретиков стала получаться компактификация длинных формул, описывающих физические процессы и явления, началась эпоха открытия законов физики не за пультом экспериментальной установки, а над чистым листом бумаги, но притом – в глубинных недрах математики. Эксперименты ставили уже потом, чтобы подтвердить или опровергнуть теоретическое предсказание.

Возможно, это личное ощущение, но мне представляется, что тщательное изучение, даже просто осознанное наблюдение формулы «хорошего» физического закона («визуальный контакт» с ним) является одним из мощнейших инструментов «геометризации» физики в сознании исследователя. Такой визуальный контакт обнаруживает ассоциативные связи с иными математическими сущностями, может быть, виртуальными, еще не выраженными формально, но объективными и, как затем оказывается, – логически совершенными. Не знаю, насколько точно удастся передать этот процесс получения новых аналитических конструкций посредством интеллектуаль-

ного – но и интуитивного – погружения в математическую среду, но по опыту могу утверждать, что поиск новых связей математики и физики путем «настройки информационной антенны» исследователя оказывается весьма эффективным, и притом не слишком загадочным [1].

О гравитации и кривизне

Теперь несколько слов собственно о геометризации физических сущностей. Наиболее известный и широко обсуждаемый пример – гравитационное взаимодействие. Базируясь на гипотезе эквивалентности инертной и гравитирующей массы тела, Эйнштейн обнаружил, что в рамках созданной им теории относительности гравитационные силы могут интерпретироваться как следствие искривленности четырехмерного пространства-времени. Решения соответствующих уравнений эйнштейновской теории гравитации позволили объяснить и предсказать несколько кинематических эффектов движения планет, частиц света, динамики Вселенной, конечно, с определенной степенью точности и с целым рядом существенных упрощений, сегодня уже неудовлетворительных, с точки зрения некоторых наблюдательных данных. Не будем здесь приводить аргументы в пользу введения новых сущностей типа темной материи и темной энергии и затрагивать тему противоречий общей теории относительности (ОТО) и квантовой теории поля. Тем не менее теория гравитации Эйнштейна была, в известной степени, успешной, безусловно революционной, а главное – являла собой широкое поле для исследований. Все это, наряду с завораживающей красотой математики и экзотическими решениями, вызвало волну энтузиазма у нескольких поколений физиков, которые свято поверили в реальную кривизну мира.

Выскажу свое мнение на этот счет. Модель гравитации как кривизны, конечно, весьма привлекательна, но, скорее, как идея, нежели как физическая сущность. В чем смысл такого сомнения? Полезно вспомнить (специалистам, а неспециалистам – кратко опишу), что три известных опытных подтверждения состоятельности ОТО – смещение перигелия Меркурия, отклонение луча света в поле массивного тела и гравитационное красное смещение – следуют из решения Шварцшильда, описывающего эйнштейновскую гравитацию сферически симметричного тела в виде диагональной метрики. При этом потенциал классического ньютоновского закона «всемирного тяготения» в приближении слабого поля (в котором и рассчитываются все вышеперечисленные эффекты) входит как удвоенная величина в выражение временной компоненты метрического тензора пространства-времени. Подчеркиваю: знакомый из школьных учебников потенциал гравитации содержится в компоненте метрики, связанной с координатой геометрического времени.

Возникают два вопроса. Первый: существует ли геометрическое время как физическая сущность? Второй: есть ли иной «геометрический способ»

прийти к метрике с переменными коэффициентами и аналогичному выражению для гравитационного потенциала?

Обсуждая вопрос номер один, полезно вспомнить, что сам Эйнштейн в статье 1905 г., где, по сути, сформулирована специальная теория относительности, о геометрии не упоминает; четырехмерное пространство-время – это продукт Минковского. Но Минковский включил в свою геометрическую схему не просто временную координату, а мнимую временную координату. Говорят, что тем самым он всего лишь хотел сохранить знакопостоянную метрику – типа метрики Евклида, но в мире с большим числом измерений. Но скорее всего, Минковский сомневался в том, что время можно рассматривать как физическую сущность, и свою четырехмерную модель мира считал лишь моделью. Только позднее (вначале для удобства) евклидова метрика пространства-времени была заменена индефинитной, а координата времени – реальной переменной. Представляется, что именно этот чисто технологический шаг надломил барьер традиционно приземленного представления о физических объектах в психологии научных работников последующих лет; гравитация-геометрия искривленного пространства-времени добавила к этому разрушительному процессу, а еще чуть позже квантовая теория успешно добила физическое рации физиков теоретиков. (К слову сказать, сегодня никого из гравитационистов уже не смущают ни мнимые массы, ни отрицательные давления, ни замкнутые временноподобные линии – изучается и публикуется всё подряд; кризис жанра). Впрочем, я глубоко и искренне верю в известное лукавство высокоумных.

Однако вернемся к вопросу о геометрическом времени. Проживая в реальном мире, приходится заботиться о способах измерения его составляющих. Время измеряется двумя типами процессов: циклическим и линейным. С циклическим типом ясно: задается эталонный процесс, с которым сравниваются все иные. Что же касается второго типа, то новая возможность линейного измерения времени (помимо гномонов и водяных часов) появилась с введением электродинамической постоянной (по результатам опытов Вебера), идентификацией ее со скоростью света и эйнштейновским постулатом о ее фундаментальности. При этом значения интервала времени появляются как величина производная, полученная от деления измеренной пространственной длины на фундаментальную скорость. Это нормальный приземленный подход (хотя в реальности и не всегда осуществимый). Но вот варианты непосредственного измерения отрезка временной координаты что-то не припоминаются; так что наличие времени как физической сущности вызывает сомнение. Замечу, что эта точка зрения уже не раз обсуждалась со всеми возможными аргументами (см., например, статью [2], в также видеозапись доклада [3]). А прямым следствием проблем с координатой времени, является проблема с соответствующими метрическими коэффициентами. Впрочем, не известны методы физического детектирования и переменности пространственных (тем более смешанных – пространственно-временных) компонент метрики, ибо все заключения о физической кривизне мира явля-

ются косвенными, так как сводятся к анализу геометрии (в том числе девиации) автопараллельных линий.

Здесь можно было бы перейти к заданному выше второму вопросу. Однако ответ на него будет дан в самом конце этой работы (перед заключением), и этот ответ неожиданно оказывается положительным. Такой вывод следует после внимательного изучения криптограмм давным-давно известных формул законов физики (в том числе квантовой механики) и едва ли не всецелого погружения в математическую среду. Но сначала о неожиданных свойствах самой математической среды.

О геометризации ненаблюдаемых

С квантовой механики и начнем. Хорошо известно, что это – странная теория. Из физического мира, допускающего измерения, в ней остаются только характеристики частицы – масса, заряд, спин. Присутствующие же в уравнениях привычные пространственные координаты и параметр времени оказываются едва ли не чужеродными, поскольку в квантовой механике нет представлений о положении частицы, ее скорости, ускорении и траектории – всего того, что является предметом формулировки и решения «приемлемых здравым смыслом» задач классической механики. Следует акцентировать внимание также на том, что в квантовой механике нет и понятия силы, действующей на частицу, вместо нее в уравнение существенным образом входит внешний потенциал, то есть энергия, в физическом пространстве, как известно, непосредственно не измеряемая (следовательно, не наблюдаемая). Но самая удивительная и загадочная величина – та, что в идее описывает частицу, вернее, некоторое ее «состояние», зная которое можно некоторым образом найти все кинематические характеристики. В процессе осмысления эвристически возникшей абстрактной квантовой механики был предложен ряд интерпретаций «функции состояния», но ее смысл до сегодняшнего дня вызывает споры. Дело в том, что при вычислении наблюдаемых физических величин (то есть таких, которые можно измерить в трехмерном пространстве) приходится пользоваться своего рода квадратичными комбинациями этой функции, а такие фрактальные объекты – «корни квадратные» из обычной длины – ранее физике были чужды.

Была еще одна загадка. Базовое уравнение квантовой механики – уравнение Шредингера – внешне оказалось весьма похожим на уравнение Гамильтона-Якоби, одно из основных уравнений классической аналитической механики, содержащее в себе всю достаточную информацию о механике физического тела. Но, несмотря на явное сходство, «родственные связи» этих двух уравнений не просматривались, поскольку закон классической механики никак не получался из квантово-механического (см., например, [4]). В частности, и потому, что функция состояния квантовой механики непременно должна быть комплексным числом (точнее, комплексной функцией действительных переменных).

И если сделанные здесь предыдущие замечания связаны с поверхностным «осмыслением криптограммы» – анализом формата и содержания элементов уравнения Шредингера, то факт безусловной комплексности функции состояния перенаправляет вектор поиска в сущностную сферу математической среды ненаблюдаемых величин.

Дело в том, что возникшее в XVIII в. представление о мнимых (и комплексных) числах никак не связано с *наблюдаемой геометрией*, то есть оно не является отражением в сознании человека материального мира, но есть продукт «чистого разума». Отдавая себе отчет в том, что комплексные числа весьма необычны и желая представить их в наглядной форме, уже первые исследователи нашли их простые образы на поверхности – комплексной плоскости и сфере (Римана). Тем самым – для удобства понимания или под влиянием императива «максимального расширения мысли» – был осуществлен акт геометризации логической структуры, никак не следующей из окружающего мира. Последствия этого пионерского акта оказались еще более неожиданными. Проведенный уже в XXI в. анализ структуры комплексного числа, представленного не в традиционной «скалярной», а в простейшей матричной форме, выявил еще один его геометрический образ, имеющий вид так называемой конической пары. В этой модели комплексное число и ему сопряженные изображаются в виде двух взаимно перпендикулярных дисков, касающихся своими краями (окружностями) в одной точке и имеющих возможность вращаться на своих осях, также взаимно перпендикулярных и сходящихся к одной центральной точке. При этом поворот одного диска вызывает соответствующий поворот второго (рис. 1). Длина оси диска задает модуль числа, записанного в полярной форме, а угол его поворота – аргумент, или фазу, мнимый показатель экспоненты (см., например, [5]).

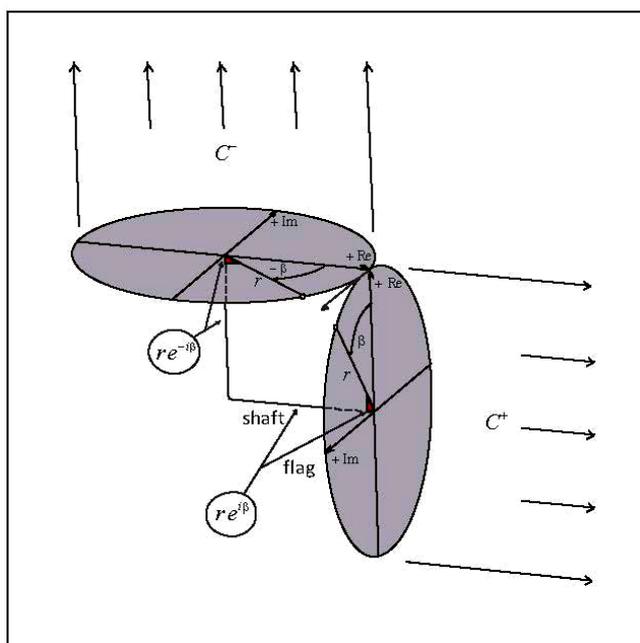


Рис. 1. Логическая карта теории

В целом полученный объект представляет собой локальную область двумерного комплексного пространства – 2D-ячейку, реальное сечение которой (действительная плоскость) задается базисом – парой ортогональных и единичных векторов, направленных вдоль осей дисков. Такой базис называют диадой. При постоянном изменении фазы диски равномерно вращаются, реальные составляющие векторов базиса сокращаются, но возникают их мнимые составляющие, то есть площадка ячейки как бы перекачивается (мерцает) из действительного сектора в мнимый и обратно. Этот «макет» комплексного числа, очевидно, не слишком сложен даже в описании, и его совсем не трудно изобразить. И тем не менее, именно такая 2D-ячейка, как представляется, оказывается одним из базовых визуализируемых объектом как в математике, так и в физике.

Вначале о математике. Рассмотрим простейший случай, когда комплексное число унимодулярно; это означает, что длина оси каждого диска равна единице, то есть концы векторов диады определяют границу 2D-ячейки. Если из векторов одной такой диады построить все простейшие квадратичные комбинации в виде прямых произведений (а таких числовых комбинаций всего четыре), то – теперь внимание! – эти четыре числа оказываются базовыми единицами трех исключительных ассоциативных алгебр: действительных чисел, комплексных чисел и кватернионов. А несколько модифицированные квадратичные комбинации векторов той же диады представляют собой базовые единицы трех «плохих» ассоциативных алгебр (с делителями нуля) – алгебр двойных чисел, дуальных чисел и, конечно, бикватернионов.

Итак, прозвучало, пожалуй, главное: векторы диады 2D-ячейки – вполне визуализируемого объекта – математически оказываются своего рода «корнем квадратным» (фракталом), извлекаемым из единиц алгебр. Осталось только вспомнить, что три мнимых (векторных) единицы алгебры кватернионов еще со времен Гамильтона ассоциируются с тремя размерностями физического пространства. А если это так, то диаду 2D-ячейки можно рассматривать как фрактал физического пространства.

Однако в общем случае модуль комплексного числа отличен от единицы; тогда прежние квадратичные комбинации векторов диады уже не дают единиц алгебры (возникает метрический дефект). Следствием этого является нарушение правил умножения этих алгебр, а 2D-ячейка оказывается конформно растянутой. Однако визуальный образ комплексного числа – «коническая пара» – при этом не искажается, а преобразуется изометрически, с одинаковым удлинением осей каждого диска. Это наблюдение подсказывает простой способ устранения метрического дефекта, для этого нужно так «подредактировать» линейный масштаб картинки, чтобы с позиции наблюдателя «квадраты» векторов диады оставались единичными.

Ключевые слова здесь – с позиции наблюдателя; наблюдатель может находиться только в некотором внешнем по отношению к 2D-ячейке мире, в частности, в физическом трехмерном пространстве. Условие «редукции масштаба» оказывается очень простым: это нормализованный на единицу интеграл квадрата функции растяжения ячейки, определенный по объему внешнего пространства. И если этот интеграл есть функция свободного параметра, то единицы алгебр остаются таковыми «навечно» (в смысле параметра), когда подынтегральное выражение удовлетворяет уравнению типа непрерывности, включающему произвольный «вектор движения» 2D-ячейки во внешнем пространстве. Задача решена: хотя при растяжении 2D-ячейки метрический дефект «внутренне» существует, но с точки зрения наблюдателя, во внешнем пространстве он «сглаживается», остается незаметным. Существенно, что все величины, входящие в обсуждаемые соотношения, как и сами эти соотношения, являются чисто математическими; они никак не связаны с физикой, только с геометрическими и алгебраическими сущностями, поэтому все величины здесь безразмерны (не измеряются ни в каких физических единицах).

Но метафизическая взаимосвязь геометрии и физики такова, что описанные выше чисто математические манипуляции с ненаблюдаемыми субгеометрическими объектами, направленные, главным образом, на «сохранение масштаба картинки», неожиданно оказываются исходными позициями «общей теории механики», в которой логически последовательно возникают все известные до настоящего времени уравнения – квантовой, классической и релятивистской механики частицы.

Не вдаваясь в тонкости расшифровки криптограмм математических формул, представим общую логическую линию и основные пункты теории, неожиданно возникшей из попытки представить визуальный образ ненаблюдаемых объектов. (Тем же, кто заинтересуется строгими математическими формулировками, порекомендую статью, находящуюся в процессе издания [6].)

Общая теория механики в тезисах

Представленное здесь (пока не окончательное) словесное изложение теории содержит основные разделы (обозначены римскими цифрами), этапы развития теории (обозначены символами S-№) и главные пункты (обозначены символами P-№). Описанные выше начальные, чисто математические этапы развития теории вошли в данное изложение в пунктах P-1-P-7.

I. ПРЕДГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ 2D-ЯЧЕЙКА И УСЛОВИЕ СТАБИЛЬНОСТИ АЛГЕБР

S-1. Структура алгебраических единиц

P-1. Все базовые единицы ассоциативных алгебр чисел действительных, комплексных, двойных, дуальных и (би)кватернионов можно представить как квадратичные комбинации (прямые произведения) векторов одной диа-

ды – двумерного базиса, заданного на 2D-ячейке (локальной области) некоторой фундаментальной поверхности.

P-2. Три векторные (мнимые) единицы ассоциативной алгебры максимальной размерности (кватернионов и бикватернионов) геометрически эквивалентны направляющим векторам декартовой системы координат в 3D-пространстве. Скалярная единица (всех вышеназванных алгебр) геометрически эквивалентна метрике плоской 2D-ячейки.

P-3. Если 3D (физическое) пространство и объекты в нем ассоциируются с понятием «геометрия», то фундаментальная поверхность и объекты на ней (в том числе, 2D-ячейка, диада) могут ассоциироваться с понятием «предгеометрии» (термин Дж.А. Уилера [7]), поскольку «длина» векторов диады есть специфический корень квадратный (фрактал – в смысле дробной размерности) из длины 3D-пространства. С точки зрения 3D-пространства векторы диады являются спинорами.

S-2. Преобразования 2D-ячейки

P-4. Простейшее преобразование [SU(2)] векторов диады приводит к тому, что площадка 2D-ячейки «перекачивается» из реального сектора в мнимый с некоторой фазой; это мерцание не изменяет метрики, но соответствующая 3D-триада поворачивается на угол, равный двойной фазе. 2D-мерцание (следовательно, 3D-поворот) не нарушает размера единиц и правила умножения алгебр.

P-5. Посредством конформного преобразования диады мерцающую 2D-ячейку можно также растянуть; это вносит дефект 2D-метрики, изменяет длину вращающейся 3D-триады, что нарушает правила умножения алгебр.

S-3. Внешнее (абстрактное) пространство и условие стабильности алгебр

P-6. Задание интеграла, нормализующего квадрат диады в объеме некоторого абстрактного M-мерного пространства (в частности, 3D-пространства), сглаживает дефект 2D-метрики, и, с точки зрения наблюдателя во внешнем пространстве, восстанавливает единицы и правила умножения алгебр.

P-7. Правила умножения алгебр сохраняются «навсегда» в смысле свободного параметра, если нормализующий интеграл, рассматриваемый как функция этого параметра, постоянен; это «условие стабильности алгебр» приводит к уравнению типа непрерывности, включающему в его дивергентную часть некоторый «вектор движения» 2D-ячейки (propagation vector).

II. ПРЕДГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ МЕХАНИКИ

S-4. Варианты вектора движения и предгеометрические эквиваленты условия стабильности

P-8. Вариант 1. Если вектор движения 2D-ячейки – градиент фазы мерцания, то уравнение непрерывности распадается на два комплексно-сопряженных спинорных уравнения, каждое из которых является математическим эквивалентом уравнения Шредингера (уравнение 1).

Р-9. Вариант 2. Если вектор движения, кроме градиента фазы, включает векторное поле, то уравнение непрерывности распадается на два эрмитово-сопряженных спинорных уравнения, каждое из которых является математическим эквивалентом уравнения Паули (уравнение 2).

Р-10. Вариант 3. Если абстрактное пр-во является 3D-сечением 4D-пространства с метрикой Минковского, то из уравнения непрерывности следует спинорное уравнение типа уравнения Клейна–Гордона (уравнение 3).

S-5. Физические единицы и уравнения квантовой механики

Р-11. Для перехода к физике внешнее пространство считается 3D-физическим пространством, а поскольку все математические уравнения и величины безразмерны, вводятся (микро)стандарты физической длины и времени. За единицу длины принята комптоновская длина волны (постоянная Планка, деленная на массу электрона и скорость света), единица времени – та же длина волны, деленная на скорость света.

Р-12. Функция конформного растяжения 2D-ячейки трактуется как «относительная полуплотность массы» (фрактальная плотность), тогда в принятых физических единицах нормализующий интеграл приобретает смысл определения массы частицы.

Р-13. Чисто математические уравнения 1, 2 и 3 в физических единицах становятся в точности уравнением Шредингера, Паули и Клейна–Гордона; из последнего разными способами можно получить фрактальные уравнения типа уравнения Дирака.

S-6. Разделение действительной и мнимой частей математического уравнения 1 (Шредингера)

Р-14. Разделение уравнения 1 на действительную и мнимую части приводит к системе, аналогичной системе уравнений Бома [8]. Если при изменении аргументов все функции этой системы изменяются «одинаково быстро», то в физических переменных эта система эквивалентна уравнению Шредингера.

Р-15. В особом случае, когда функция растяжения диады изменяется быстро («внутри» 2D-ячейки), а фаза мерцания изменяется медленно («вне» 2D-ячейки, в лаборатории), действительная часть системы Бома становится математическим эквивалентом уравнению сохранения массы, а мнимая часть системы распадается на статическое уравнение распределения фрактальной плотности и математический эквивалент уравнения Гамильтона–Якоби (уравнение 4).

Р-16. Формат уравнения 4 с необходимостью предполагает, что математическим эквивалентом функции действия классической механики является фаза мерцания 2D-ячейки. Тогда в физических переменных уравнение 4 в точности становится уравнением Гамильтона–Якоби.

III. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ МЕХАНИКИ КАК СЛЕДСТВИЯ ПРЕДГЕОМЕТРИЧЕСКИХ

S-7. Уравнения механики Ньютона

P-17. Фаза мерцания 2D-ячейки вычисляется как функционал на отрезке свободного параметра, подынтегральное выражение которого следует из уравнения 4. Требование минимального значения фазы приводит к чисто математическому «динамическому» уравнению (уравнение 5).

P-18. В физических единицах уравнение 5 становится в точности уравнением динамики Ньютона, подынтегральное выражение функционала становится функцией Лагранжа классической механики частицы, а фаза мерцания оказывается функцией действия, измеренной в единицах постоянной Планка.

S-8. Предгеометрический и геометрический образ частицы

P-19. Предгеометрический образ частицы (проточастица, функция состояния квантовой механики, волновая функция) – мерцающая растянутая 2D-ячейка; в физических единицах – это 2D-ячейка, фрактальная плотность массы которой при изменении фазы «перекачивается» из действительного сектора в мнимый.

P-20. Соответствующий геометрический (лабораторный) образ частицы – материальная точка (масса в малом объеме с размером стандарта длины), в центр которой вморожена триада единичных векторов, способных вращаться; при этом угол поворота триады равен удвоенной фазе мерцания 2D-ячейки; половине угла поворота триады пропорциональна функция действия с множителем в виде постоянной Планка (рис. 1).

S-9. Релятивистская частица и «спиральная версия» специальной теории относительности

P-21. Если частица вращается (с удвоенной частотой мерцания 2D-ячейки) и движется в 3D-пространстве, то точка на ее границе (предельная точка – на половине стандарта длины) описывает спиральную линию. Предельная точка свободной частицы описывает регулярную (правильную) спираль.

P-22. Скорость предельной точки считается всегда максимальной (скорость света); тогда разность квадратов элемента дуги спирали и малого пути частицы есть интервал пространства-времени специальной теории относительности.

P-23. Геометрический смысл интервала в этом случае – элемент длины дуги, описываемой предельной точкой в собственной системе отсчета частицы; если частица свободна, то скорости ее движения и вращения не изменяются, следовательно, длина дуги постоянна (отсюда инвариантность интервала пространства-времени).

P-24. Диаграмма Минковского получается из обсуждаемой модели, если цилиндрическую спиральную линию, описываемую предельной точкой свободной частицы, развернуть на плоскость. Иными словами, спиральная ли-

ния оказывается «четвертым» (или временным) измерением теории относительности; здесь это пространственная линия, но она действительно дополняет три измерения пространства, в котором задается вектор скорости частицы. Данную версию теории относительности можно назвать “spring theory” (теория пружины).

P-25. Вычисление (из формулы интервала) половины угла собственного поворота частицы (фазы мерцания 2D-ячейки) в физических единицах дает в точности известное выражение для действия релятивистской частицы; при этом спиральность частица с неизбежностью оказывается левой (триада частицы вращается по правилу левого винта).

S-10. Нерелятивистское приближение и формулы де Бройля

P-26. При переходе к нерелятивистскому пределу из полученной формулы интервала пространства-времени свободной частицы автоматически следуют (выводятся) известные выражения энергии и импульса частицы через постоянную Планка; при этом функция свободной проточастицы оказывается в точности волной де Бройля.

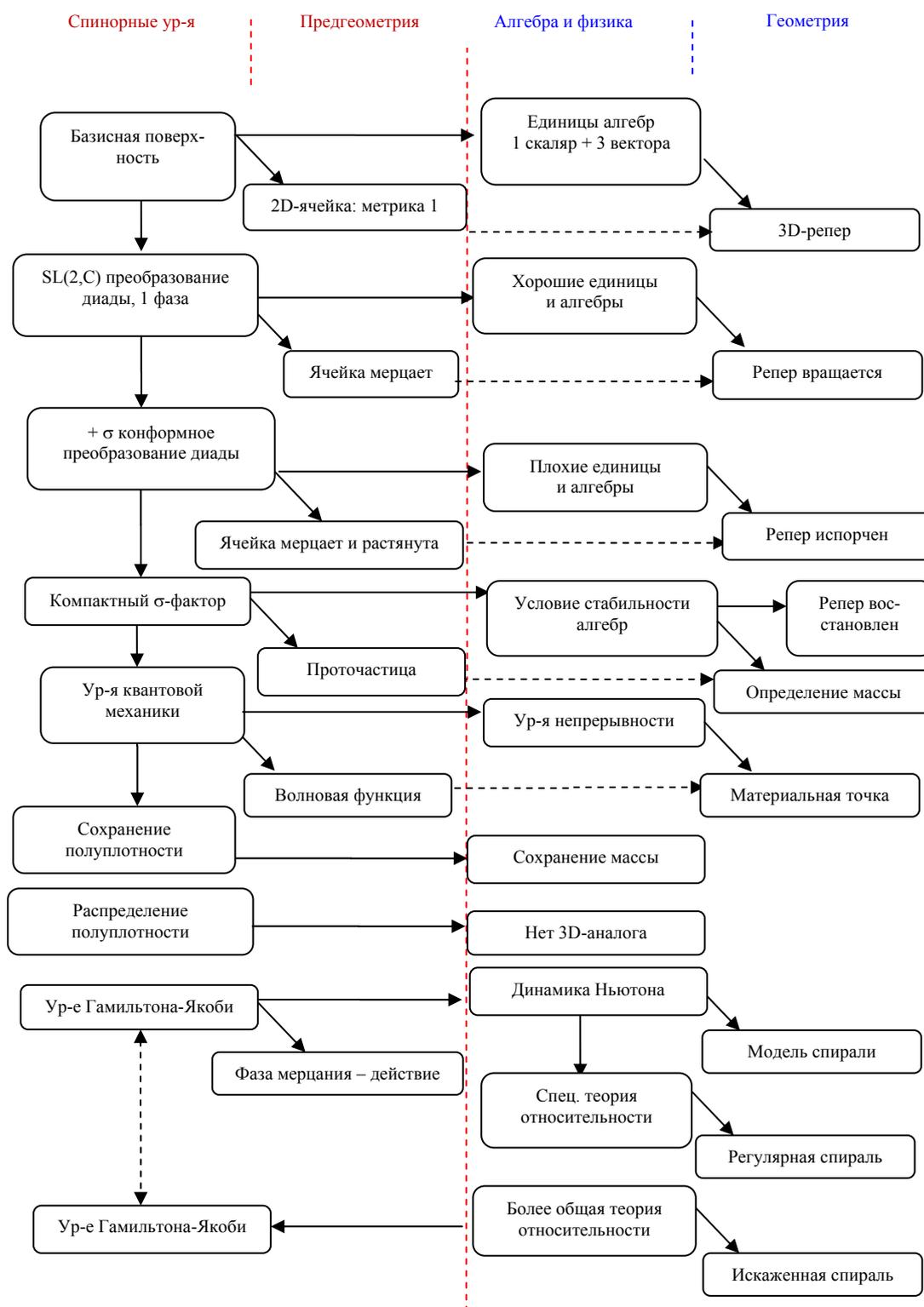
P-27. Как следствие выведенных соотношений классических и квантовых величин энергия покоя свободной частицы оказывается энергией ее собственного вращения.

S-11. Искаженная спираль и «более общая» теория относительности

P-28. Если частица несвободна, то ее предельная точка, очевидно, должна описывать нерегулярную спираль: искривленную и сжатую. Запись линейного элемента такой искаженной спирали приводит к формуле интервала «пространства-времени» с диагональной метрикой, имеющей переменные коэффициенты (как в общей теории относительности). При этом переменность шага спирали (сжатие) описывается временной компонентой, а кривизна траектории (оси спирали) – пространственными компонентами метрики. Динамика частицы в этом случае описывается уравнением экстремальной (геодезической) линии.

P-29. Нерелятивистским приближением формулы первой степени «пространственно-временного» интервала с неизбежностью оказывается классическое уравнение Гамильтона–Якоби (полученное здесь из другой логики) с геометризованным потенциалом внешней силы – частью временной компоненты метрики. Существенно, что здесь геометризованная сила может иметь произвольную природу (необязательно гравитационную).

Логическая карта «общей теории механики»



Заключение

Сегодняшняя человеческая цивилизация переживает трудные времена. Мир все более и более насыщается информацией самого разнообразного качества, и носителям частных информационных систем все сложнее «отсекать лишнее». Поток наукообразных фантазий, пустых выдумок и чьих-то ночных кошмаров несется с экранов, из наушников, с фундаментальной скоростью пронизывает эфир и летит по оптоволоконным сетям. Как сопротивляться этому нашествию? Какие фильтры позволяют выделить главное в бушующем информационном океане, и если ли вообще в нем фарватер?

Я полагаю, что есть и, поскольку здесь речь идет о науке, постараюсь остаться в рамках темы. Один из самых надежных, проверенных опытом поколений фильтров – здоровый консерватизм. Действительно, если есть общепринятые, проверенные практикой точки зрения, то зачем что-то еще? Бритва Оккама вот уже 700 лет как срезает никчемные сущности. Что касается физики, то в ней есть безусловные реперные точки – незыблемые законы Ньютона, Максвелла, Больцмана, Эйнштейна, наконец, Шредингера. Все замечательно вычисляется, конструируется и строится, корабли плавают, ракеты летают, связь работает, деньги печатаются. Этого достаточно. А если некие чудачки будут слишком уж суетиться с новыми идеями, мы напомним им, что у вечного огня великих научных достижений всегда кружились мотыльки. Этот фильтр очень эффективен, но он и безжалостно жесток: консерваторы зря включают в свой список Больцмана. Кроме того, включая такое мышление, мы все откладываем на завтра, а жизнь которого становится научная вера, о чем сказано и написано уже достаточно.

В современной физике, на мой взгляд, есть и иной фильтр, позволяющий отсеять ошибки и фантазии. Несложно догадаться, что это инструмент математики. Но помимо контрольных функций, математика, будучи исключительно идеальной сущностью, расширяет возможности поиска новых физических реальностей. Однако, как и со сложной экспериментальной установкой, с ней следует обращаться осторожно. Она может увести далеко от физической реальности, и иногда (хочется сказать – зачастую) именно это и происходит. Так, на последней Российской гравитационной конференции (Казань, июль 2014 г.), в которой участвовали почти 200 исследователей, я пожелал, чтобы их изыскания непременно подтверждались на опыте. Это пожелание вызвало дружный, хотя и не очень веселый смех.

Но математика может вести за собой, как нить в лабиринте неизведанного. Именно такой случай тезисно описан в этой небольшой статье. Единая логическая линия, как нить, пронизывает и одновременно связывает между собой все разделы «общей теории механики» – от квантовых и классических спинорных уравнений до физических уравнений механики Ньютона и уравнений динамики релятивистской частицы. Уже немного привыкшего к этой теории автора, тем не менее, до сих пор изумляет сам факт того, что никак не связанные с физикой равенства, призванные сохранить некие фундамен-

тальные свойства геометрических и алгебраических конструкций, оказались не чем иным, как эмпирически открытыми сотни лет назад законами, управляющими объектами физического мира. Конечно, представленная теория в ряде деталей заметно противоречит устоявшимся взглядам, например, в трактовке квантовой волновой функции или исходного объекта теории относительности, и это – источник вызовов консервативному мышлению.

Целый ряд аспектов этой вынырнувшей из математики «универсальной механики», как представляется автору, стали заметным достижением. Среди них – возможность увидеть ранее загадочные абстрактные (но полезные) объекты в геометрических формах. В первую очередь, здесь выделяется фундаментальная поверхность и ее нагруженная «полуплотностью» массы ячейка, как куколка в бабочку, превращающаяся в частицу при переходе из фрактального мира в физический. И уж совершенно непредсказуемым оказался следующий из модели такой частицы вариант «спиральной» теории относительности, в которой инвариантность «пространственно-временного» интервала является не эвристическим постулатом, а естественным геометрическим следствием. Стоит упомянуть и аналитический вывод серии известных соотношений между классическими и квантовыми величинами. Конечно, эти соотношения получаются только в выбранной системе физических стандартов длины и времени; но это означает, что стандарты выбраны верно: ведь прежде данные соотношения вводились не иначе как предположения. Наконец теория, пожалуй, впервые дает геометрический образ «главного факела вечного огня великой физики» – функции действия классической механики. Введенная четверть тысячелетия назад, эта сущность до последнего времени оставалась абсолютной математической абстракцией. «Теория механики» утверждает, что абстрактное действие – это половина угла вращения точечной частицы вокруг своей оси; при этом человеку не виден ни размер частицы, ни сама ось, ни, конечно, сам этот угол вращения. Но теория настаивает, что он есть, и более того, что этот угол, равный функции действия, есть также фаза мерцания совсем уже не видимой фрактальной поверхности, которая также имеет геометрический образ.

Удивительное возникновение известных эмпирических и эвристических уравнений механики из глубин математической среды, аналитический вывод известных соотношений классической и квантовой механики, серия неожиданных геометрических образов абстрактных величин и объектов – все факты, объединившиеся в «общей теории механики», вряд ли можно считать случайным совпадением. Помимо логического заключения на этот счет у автора есть и некое метафизическое ощущение справедливости этого предположения.

А что касается практической пользы этой теории, то она может оказаться ключом к открытию новых представлений и методов, эффективно используемых при построении физико-теоретических моделей. Тогда как резервы пока еще правящего бал метода изобретения лагранжианов, как представляется, практически исчерпаны.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ефремов А.П.* Метафизика кватернионной математики // Метафизика, Век XXI: сб. – Т. 2 (под ред. Ю.С. Владимирова). – М.: Бином, 2007. – С. 223–269.
2. *Ефремов А.П.* «Природа пространства-времени // Основания физики и геометрии: сб. – М.: РУДН, 2008. – С. 6–22.
3. Интернет-сайт: URL: http://www.youtube.com/watch?v=UuzkDdNCew4&index=20&list=PLO_mgs762HSBiVSMM6yyZT1_I-XCSImMf
4. *Блохинцев Д.И.* Основы квантовой механики. – Изд. 5-е. – М.: Наука, 1970. – С. 136.
5. *Yefremov A.P.* Conic Gearing Image of a Complex Number and a Spinor-Born Surface Geometry // Gravitation & Cosmology. – V. 17. – 2011. – No 1. – P. 1–6.
6. *Yefremov A.P.* Structured Relativistic Particle, Helix-Type Minkowski Diagram, and More General Relativity // Gravitation & Cosmology. – V 20. – 2014. – No. 3.
7. *Wheeler J.A.* Pregeometry: motivations and prospects // Marlov A.R. (ed.), Quantum Theory and Gravitation (New York, Academic Press), 1980. – P. 1–11.
8. *Bohm D.* A suggested interpretation of the quantum theory in terms of “hidden” variables // Phys. Rev. – 85. – 1952. – P. 166–179.

GEOMETRIZATION OF NON-OBSERVABLES AND THE GENERAL THEORY OF MECHANICS

A.P. Yefremov

The main object in question is “geometric vision” regarded as a tool for better understanding the world. As meaningful examples reality of time dimension in relativity theory is discussed, and various geometric representation of non-observable elements of complex and hypercomplex numbers math are analyzed. In particular notion of 2D cell is introduced as fractal element of 3D physical space, whose stability under simple transformation of the 2D cell leads to a fundamental condition. It is described in detail that this condition represents a basement giving origin to all known mechanical theories, those of classical, quantum and relativistic mechanics; usually regarded as somewhat separate, these theories now become tightly linked within the chain of mathematical logics.

Key words: geometry; hypercomplex numbers; quantum, classical, relativistic mechanics.