



Доклад на конференции «Квантовая механика и философский дискурс» 14-15 апреля 2016 г.,
Институт философии РАН, Москва

Физика внутреннего¹ наблюдателя

А.Каминский

Какие физические законы сможет открыть субъект конечного мира, наблюдая его изнутри? Показано, что мир для такого субъекта будет обязательно квантовым, он будет обязательно релятивистским, и он будет обязательно необратимым.

Введение

Многие века научный метод держался на метафизическом представлении об объективной реальности, существующей вне зависимости от наблюдателя. Однако с открытием квантовой механики в начале прошлого столетия, Декартовский факторизованный мир стал постепенно вымещаться несепарабельным миром Бора - Эверетта.

Экспериментальная проверка нарушения неравенств Белла [1] в историческом эксперименте Алана Аспека 1982г и относительно недавние эксперименты по проверке неравенств Леггетта – Гарга [2] окончательно перечеркнули не только наше представление о локальном реализме, но и поставили под сомнение саму идею объективной реальности. Знаменитый вопрос Эйнштейна «Неужели Луна существует только потому, что на нее смотрит мышь?» сегодня, как никогда, актуален.

Ставя несепарабельность или холистичность в основу схемы мироздания, мы решаем целый ряд важнейших вопросов философии и естествознания. Почему математика, как заметил Е.Вигнер, столь эффективна в решении физических задач? И почему мир вообще познаваем? Ответ в комплементарности наблюдателя к миру. Мы живем в субъект-объектной «корреляционной матрице», где Я – субъект являюсь коррелятом. В современной науке отсутствует понимание этой коррелятивности, и потому факт чрезвычайно слаженно работающих законов природы, до деталей "продуманных" механизмов, воспринимается, как чудо. Пытаясь объяснить этот факт, иногда привлекают так называемый антропный принцип, суть которого сводится к тому, что сама возможность наблюдать ставится в зависимость от законов природы. Но возможен другой подход, когда не мир случайно создает наблюдателя, а наблюдатель закономерно создает мир – «корреляционную матрицу». Такой подход можно назвать сверхсильным антропным принципом. Кант первый понял, что сознание не является пассивным зеркалом, отражающим мир, но активно конституирует его в соответствии со своей собственной структурой. Это легко объясняет исключительную согласованность законов

¹ Термин заимствован из работ Эверетта. Обозначает наблюдателя, как физическую подсистему, образующую соответственные (в современной терминологии - запутанные) состояния с остальной системой.

природы, их внутреннюю логику. Очевидно, что Декартовский виток познания мира завершается, возвращая нас к пониманию роли субъекта на новом уровне понимания природы. Вероятно, важнейшей задачей физики ближайшего будущего будет задача вернуть наблюдателю его законное центральное место в онтологической схеме мироздания.

Что же такое наблюдатель? Должны ли мы наблюдателем считать мозг отдельного ученого, сообщество ученых или измерительные приборы? На эти вопросы, ставшие уже риторическими, у современной науки нет внятного ответа, ведь шаткий мостик между материей и сознанием едва ли вообще может быть обнаружен в рамках существующей научной парадигмы. Тем не менее, ситуация, когда в основаниях даже строгих наук лежат плохо определяемые базовые категории, достаточно типична. Поэтому, это не должно быть помехой для включения сознания наблюдателя в ткань физической теории.

Первопроходцем в этой области следует считать Хью Эверетта III, впервые подошедшего к вопросу конструктивно. Понимание того, что КМ "является внутренней по отношению к изолированной системе" теорией, восходящее к его великому учителю Джону Арчибальду Уиллеру, пока, что не осознанно в должной мере и еще ждет своей оценки. Исследования Эверетта, как известно, привели к известной многомировой интерпретации КМ [3], которая, увы, не внесла ясность в понимание структуры реальности и лишь умножила вопросы. Идеи Уиллера, де-Витта и Эверетта, по логике вещей, должны были привести не к интерпретации, а к обоснованию квантовой механики. Но по ряду причин этого не произошло.

Менский, развивая Эвереттический подход [4,5], пытался объяснить сознание на основе квантовой механики, но такая редукция невозможна, как невозможно восстановить геометрическую фигуру по одной из ее проекций. Далее мы покажем, как можно построить квантовую механику, опираясь на аподиктическую достоверность элементов сознания. Этот «редукционизм наоборот» логично вписывается в представление о ключевой роли субъекта в структуре реальности. Чтобы развить эту идею, нам необходимо формализовать понятия наблюдателя и физической реальности.

Физическая неполнота

Наблюдатель, как физическое биологическое существо ни чем не отличается от других объектов физического мира и является скорее наблюдаемым, чем наблюдателем. Поэтому, чтобы избежать противоречий, определим наблюдателя абстрактно, как множество состояний сознания.

Мы не знаем что такое сознание, но мы знаем, что его поток создает пространственно-временные образы, которые мы называем физической реальностью. Поэтому, я

отождествляю состояния сознания с физическими состояниями. Например, осознанный факт нахождения частицы в точке с координатой X или с импульсом P , должен пониматься, как одно из состояний сознания.

Из опыта мы знаем, что состояния сознания сменяют друг друга, как картинки, образуя некую последовательность.

$$Y_i \rightarrow Y_{i+1} \rightarrow Y_{i+2} \dots \quad (1)$$

Математически это означает, что над неупорядоченным множеством состояний Y_i существует дополнительная структура, отображающая это множество в себя:

$$\phi: Y_i \rightarrow Y_j. \quad (2)$$

Она может быть задана функционально в виде таблицы или графа. В предположении конечности множества $\{Y_i\}$ и однозначности его отображения в себя, последовательность отображений (2) образует циклическую группу W (это эквивалентно представлению о детерминизме на фундаментальном уровне мироздания). Множество отображений (2) может быть задано множеством упорядоченных пар $\{Y_i, Y_j\} \in W$, которые мы назовем **интенциональными**, ибо они отражают направленность текущего состояния сознания (первый элемент в паре) на объект, или, что то же самое, на другое состояние сознания (второй элемент в паре). Так как число интенциональных пар больше числа состояний сознания, имеет место вырождение, которое мы назовем – **физической неполнотой** по аналогии с неполнотой аксиоматических систем математической логики.

Далее мы покажем, что физическая неполнота [6] может быть основой и связующим звеном трех великих теорий – квантовой механики (КМ), специальной теории относительности (СТО) и термодинамики.

Квантовая механика

Рассмотрим множество состояний сознания $\{Y_i\}$. Интенциональные состояния $\{Y_i, Y_j\}$ с одним и тем же i неразличимы по определению, ибо они соответствуют одному и тому же состоянию сознания. Они образуют смежные классы по подгруппе состояний сознания Y_i и в своей совокупности, образуют фактор группу W/Y_i , которая может служить прототипом Гильбертова пространства КМ. Напомним, что квантовые состояния являются классами эквивалентности группы $U1$ физически неразличимых фазовых состояний. Таким образом, у нас появляется формальное основание отождествить состояния сознания с квантовыми состояниями.

Переходы между состояниями сознания Y_i происходят в *физическом времени*, так как сопровождаются наблюдаемым изменением физического состояния². Переходы же между состояниями объекта Y_j следует отнести к *скрытому времени*, так как они происходят в один и тот же момент физического времени. Это приводит к необходимости различать физическое и скрытое время. Каждый нулевой момент субъективного³ (или физического) времени $\delta t = 0$ содержит отличный от нуля интервал скрытого времени $\delta \tau \neq 0$. В отличие от физического времени, которое ощущается нами, как дление, скрытое время исключительно умопостигаемая сущность. Мы отождествляем его с квантовой фазой. Идея скрытого времени на формальном уровне обсуждалась многими авторами. Одним из ярких примеров является работа [7].

Состояния сознания $\{Y_i\}$ образуют ортонормированный базис, так, как Y_i никогда не находится в двух состояниях сознания одновременно $Y_i \cdot Y_j = \delta_{ij}$

Рассмотрим в качестве простого примера, расширение поля Галуа $GF(5^2)$, содержащее $p=5$ вырожденных (5-кратно) физических состояний. Его можно представить следующими линейными комбинациями [8]:

$$F = \{\varphi A + x \mathbf{1}\}; \quad \varphi, x \in \mathbb{Z}_p \quad (3)$$

A – образующий элемент, $\mathbf{1}$ – единица поля. Это многообразие представляет собой плоское Евклидово пространство с топологией тора \mathbb{Z}_5^2 .

Классы эквивалентности $\varphi = kx$ являются геодезическими на этом торе. На рассматриваемом поле их $n=6$. Множество прямых, проходящих через любую точку многообразия образует проективную прямую. Она диффеоморфна окружности. k -аффинная координата. На следующем рисунке показаны все 6 геодезических на развертке тора \mathbb{Z}_5^2 , проходящих через начало координат.

² Здесь мы считаем, что время определяется изменением физических состояний. Напомним, что Э. Мах, следуя Аристотелю, утверждал, что «Время есть абстракция, к которой мы приходим, наблюдая изменение вещей».

³ Здесь термин "субъективное время", наподобие "собственного времени" в теории относительности, означает время, измеряемое наблюдателем, и не несет ни какой метафизической нагрузки.

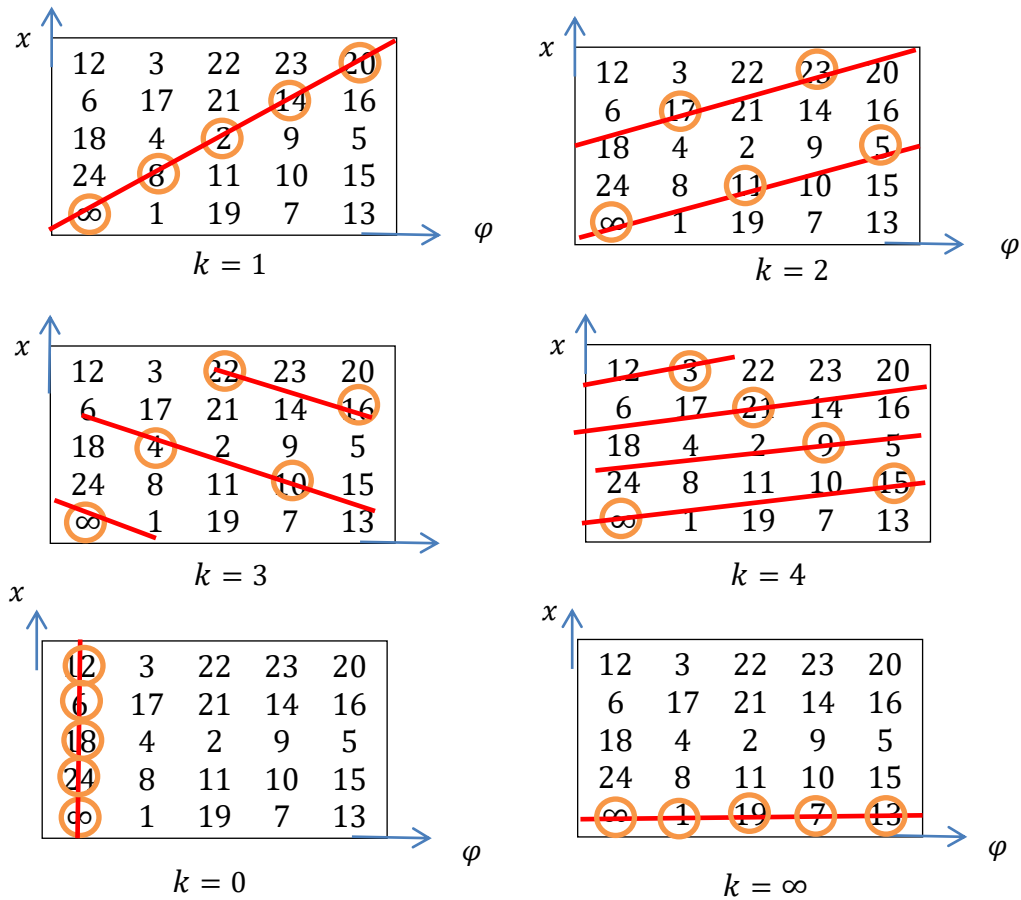


Рис.1

Эти 6 геодезических соответствуют 6 точкам одномерного проективного пространства (шестая точка соответствует несобственному элементу $k = \infty$). Каждая точка этого пространства соответствует физическому состоянию и характеризуется весом ξ (числом точек в классе), и квантовой фазой (элементом в классе). На рис.4 классы (выделены красной линией), образуют «фронты волн» с волновым числом k . В нашем дискретном примере мы получили 6 импульсных состояний. В случае же действительного поля их спектр непрерывен. Амплитуды квантовых состояний, очевидно, должны быть определены, как $A = \sqrt{\xi}$.

Рассмотрим дискретный аналог волновой функции на циклической группе простого порядка:

$$\psi(x) = A \cdot (a^{xp} \text{ mod } l) \quad (4)$$

l - простое⁴, число состояний наблюдателя, x - номер состояния всей системы, включающей наблюдателя, a^p - генератор группы, p - дискретный импульс. Множитель A временно положим равным 1. Согласно малой теореме Ферма последовательность, задаваемая геометрической прогрессией (4) образует периодическую последовательность остатков (от деления на l) длиной $l - 1$. Все эти остатки или вычеты (residue) имеют логарифмы⁵:

$$\log_a(\psi) = xp \quad (5)$$

Один и тот же вычет ψ соответствует определенному множеству значений x . То есть физические состояния образованы классами образующих их состояний.

Если дискретный логарифм определен на конечном поле, то обычный логарифм на комплексном поле. С точки зрения математики, эти описания изоморфны, так как поставить в соответствие вещественному числу x комплексное число ψ означает не что иное, как аналитически выполнить процесс "накатывания" фазы xp на окружность длины, 2π что, в свою очередь, означает деление числа xp на 2π (топологическая группа S^1). Таким образом, подобно тому, как в дискретном аналоге ВФ над базой состояний сознания возникает слой смежных классов, так и в непрерывном случае, комплексная показательная функция задает счетнолистное расслоение над комплексной плоскостью. Это подобие недвусмысленно намекает на причину описания квантовых состояний комплексными числами.

Легко видеть, что описание движения на дискретном торе, приведенное выше изоморфно непрерывной волновой функции в пространстве с дополнительным измерением x_h :

$$\psi = A \exp(ikx) \exp(ik_h x_h) \quad (6)$$

Здесь k - волновое число вдоль координаты x , k_h - волновое число вдоль скрытой координаты, A - амплитуда. В общем случае, можно рассматривать движение в $4+1$ мерном пространстве с топологией тора. Тогда k и x – четырехвекторы и функция (6) является решением пятимерного волнового уравнения.

Принципиальным является - независимость физических состояний от дополнительной степени свободы x^h и соответственно, от скрытого времени. Это условие, известное, как условие цилиндричности, чисто формально использовалось в ранних многомерных теориях [9]. Запишем его в виде равенства нулю производной любой функции пространства-времени по скрытой координате:

⁴ Если l – простое, то группа образует поле.

⁵ Логарифмы, определенные на конечных полях называют дискретными или арифметическими логарифмами

$$\frac{\partial \Psi(x^\mu)}{\partial x^h} = 0 \quad (7)$$

Цилиндричность является аналитическим выражением субъективной неполноты мира. Здесь она означает независимость состояний сознания наблюдателя от скрытых параметров. Другими словами, их ненаблюдаемость. При наложении условия цилиндричности (7) на общие преобразования координат, $(x^i)' = f(x^i)$ последние сужаются до:

$$\begin{cases} (x^\mu)' = f_1(x^\mu) \\ (x^h)' = x^h + f_2(x^\mu) \end{cases} \quad \mu = 0,1,2,3 \quad (8)$$

что как известно [10], порождает всю идеологию калибровочных полей – основу современной физики.

Учтя независимость физических (наблюдаемых) переменных от скрытой степени свободы x_h , легко перейти к уравнению Клейна-Гордона [11] для скалярных массивных частиц. Этот факт был обнаружен О.Клейном и В.А.Фоком, как развитие пятимерной теории Т.Калуцы.

Движение по геодезическим (здесь по локсодромам тора), очевидно, вневременное, так как все точки, каждой из этих замкнутых кривых, принадлежат одному классу, то есть, одному физическому состоянию. Поэтому, частица с определенным импульсом представляет собой нелокальный объект - всю локсодрому целиком, намотанную вдоль всего периметра Вселенной (большая окружность тора). Говорить о местонахождении частицы в этом случае, не имеет смысла – она делокализована.

Специальная теория относительности

Как известно, квантовые состояния являются классами эквивалентности (лучи в Гильбертовом пространстве). Напомним, что проективное пространство может быть определено, как пространство классов эквивалентности. Например, проективная плоскость RP^2 изоморфна множеству прямых линий (лучей), проходящих через начало координат пространства R^3 . Поэтому, пространство состояний сознания, как пространство классов эквивалентности, так же образует проективное пространство. А теперь вспомним хорошо известную проективную интерпретацию СТО [12], на возможность которой впервые указал F. Klein. В этом представлении пространство-время Минковского $\{X, Y, Z, T\}$ может рассматриваться, как фактор-пространство, вложенное в 5-пространство однородных координат $\{x, y, z, t, x^h\}$ где x^h скрытое (hidden) измерение, играющее роль действия s или квантовой фазы.

Наблюдатель "видит" только протяженные координаты t и x^α , которые может использовать в качестве координат событий, происходящих в пространстве-времени. В то же время, он замечает некие странности с его точки зрения (но не с точки зрения внешнего наблюдателя!). А именно, при переходе к движущейся системе отсчета, расстояние между точками, определенное как: $t^2 + x_\alpha x^\alpha$ оказывается не инвариантно. Однако, сохраняется другая величина: $t^2 - x_\alpha x^\alpha$! И, тогда, он (наблюдатель), за неимением лучших идей, решает, что живет в мире с индефинитной метрикой $(+1, -1, -1, -1)$ и изобретает специальные преобразования поворота, работающие для такого пространства. Этими преобразованиями, как известно, являются преобразования Лоренца. Конечно же, такое решение, не смотря на всю его плодотворность, вступает в конфликт с нашим внутренним созерцанием идеи пространства. Однако все становится на свои места, если понять, что в действительности пространство евклидово, а наблюдаемая псевдоевклидовость является следствием особенности восприятия мира внутренним наблюдателем. Рассмотрим это вопрос подробнее.

Согласно теореме Мебиуса, n -мерная проективная геометрия задается линейными преобразованиями в $n+1$ мерном Евклидовом пространстве:

$$x^i = a_j^i x'^j \quad (9)$$

a_j^i – постоянные. Группа всех линейных преобразований (9) является чрезвычайно широкой и порождает, так называемую проективную неметрическую геометрию в которой нет параллельных прямых и все кривые второго порядка – неразличимы. Рассмотрим пятимерное Евклидово пространство однородных координат x^i ($i = 1,2,3,4,5$) и аффинную часть проективного пространства X^μ ($\mu = 1,2,3,4$), где $X^\mu = \frac{x^\mu}{x^5}$ и $x^5 \neq 0$, которую отождествим с физически наблюдаемым – пространством - временем. При этом, пространство однородных координат, которое, обычно, вводят формально, у нас обретает смысл **объективного пространства интенций**, где добавочная 5-я координата x^5 (будем обозначать буквой s ; $x^5 = s$) соответствует принципиально не наблюдаемым степеням свободы объекта. Мы предполагаем, что размерность пространства интенций минимально необходима для описания всех состояний мира. Учитывая, что комплексные числа представляют собой способ упаковки пар действительных чисел, объективное пространство интенций не может быть даже частично комплексным, так как это означало бы переполнение его базиса. В этом смысле, объективное пространство однородных координат \mathbb{R}^5 является полным.

Как известно, в аффинных и проективных пространствах можно ввести метрику с помощью квадратичных форм от координат точек. Рассмотрим уравнение с левой частью в виде квадратичной формы:

$$s^2 + t^2 + x_\alpha x^\alpha = 0 \quad \alpha = 1,2,3 \quad (10)$$

Где x^α, t, s – действительные. Очевидно, что оно не соответствует ни какому действительному многообразию в \mathbb{R}^5 и потому должно быть исключено из рассмотрения. Далее, учитывая, что координаты x, y, z одной природы, то из соображений симметрии, они должны иметь одинаковый знак. Поэтому, выбор остается между формами:

$$x_\alpha x^\alpha + s^2 - t^2 = 0 \quad (11)$$

$$x_\alpha x^\alpha - s^2 + t^2 = 0 \quad (12)$$

Легко показать, что проективные преобразования (линейные преобразования однородных координат) $\{x, y, z, t, s\}$, сохраняющие 4-х мерную конику:

$$x_\alpha x^\alpha - t^2 = 0 \quad (13)$$

при переходе к неоднородным (аффинным) координатам $X^\alpha = x^\alpha/s, T = t/s; s \neq 0$ образуют группу автоморфизмов абсолюта (13), которая и есть группа преобразований Лоренца. Итак, мы показали, что пространство физических состояний (или, что то же самое, пространство состояний сознания), являясь, факторпространством объективного пространства интенций может быть только псевдоевклидовым. Например, если бы за основу мы взяли квадратичную форму (10) то получили бы Евклидову метрику, но по причинам, упомянутым выше, это невозможно.

Из приведенного рассуждения ясно, что ***псевдоевклидовость метрики пространства событий является единственно возможной для "внутреннего" наблюдателя***. Таким образом, СТО, так же, как и КМ является теорией субъективного или внутреннего, в терминологии Эверетта, наблюдателя. Это тот «искаженный» взгляд на мир, который нам навязывается неизбежным положением вещей, когда мы являемся его частью.

Может возникнуть вопрос - как в предложенной схеме уживаются нелокальность КМ с каузальностью СТО? Ответ прост – они уживаются в разных слоях реальности, связанных проективным отношением.

Термодинамика

Физики уже давно поняли, что эволюция Вселенной, сопровождающаяся усложнением форм материи, обязана понижению степени симметрии вакуума⁶. Однако, как известно, не существует унитарного квантово-механического преобразования из одного вакуума в другой. Поэтому, в изолированной Вселенной с конечным числом состояний, симметрия не может нарушиться самопроизвольно. Процессы спонтанного нарушения симметрии,

⁶ Идея спонтанного нарушения симметрии восходит к Л. Д. Ландау, который применил ее для описания фазовых переходов второго рода.

редукции квантового состояния и роста энтропии в изолированной системе, объединяет общий признак - отсутствие достаточных оснований для их объективного существования. Действительно, чтобы симметрия нарушилась, необходим некий асимметричный внешний фактор, например какое – ни будь поле. Чтобы произошел коллапс квантового состояния, так же необходим внешний фактор, обеспечивающий декогеренцию. Рост энтропии так же невозможен в изолированной системе, описываемой унитарной динамикой. И тем не менее, энтропия повсеместно растет, волновые функции редуцируют и симметрии нарушаются!. Означает ли это, что наша Вселенная открыта? Совсем не обязательно. Признание открытости Вселенной сродни креационизму, ищущему причины явлений вовне. Это было бы равносильно капитуляции в нашем стремлении объяснить мир самосогласованно. К счастью, имеется очевидная, не замеченная ранее, возможность удовлетворить противоречивым требованиям открытости и в то же время, замкнутости системы не выходя за ее пределы!

Легко догадаться, что проблему решает тот же подход, который мы применили выше, объясняя природу КМ и релятивизма. Рассмотрим класс интенциональных состояний $\{Y_i, Y_{j=1,2,...}\}$, соответствующий состоянию сознания Y_i . Находясь в физическом состоянии Y_i , субъект не может знать в принципе в какое из следующих состояний он перейдет так как в принципе не способен различать состояния интенций. Выше мы отождествили вектор квантового состояния с классом интенций, а его фазу с конкретным элементом. Напомним, что фаза для физического наблюдателя принципиально не доступна (скрыта), поэтому, переход в следующее физическое состояние с точки зрения субъекта (субъективно) подчиняется законам вероятности. Это и вносит стохастическую составляющую в физические процессы.

Прототипом такого подхода может служить теория декогеренции [13], предложившая модель квантового коллапса для наблюдателя в открытой системе. Однако, теория декогеренции, следуя научной методологии, объективирует ситуацию, рассматривая наблюдателя вместе с его миром со стороны. Но такой «смотровой площадки», как мы говорили, может не быть вовсе. Только отказавшись от внешнего «демонического» наблюдателя, и поставив себя на место внутреннего наблюдателя, можно получить не модель коллапса, а истинный необратимый коллапс, с которым мы, по всей видимости, и сталкиваемся в нашей жизни. Как следует из нашей модели, для наблюдателя, являющегося частью замкнутой системы с конечным числом состояний, обязательно должен существовать «тепловой» резервуар в виде скрытых степеней свободы. В этом случае унитарная динамика непременно вырождается в диссипативную, так как начинает работать «субъективная» вероятность! Субъективная вероятность означает, наличие случайности для внутреннего наблюдателя (субъекта) при ее отсутствии на объективном уровне. В этом случае, конечная, замкнутая физическая Вселенная для своего внутреннего наблюдателя приобретает свойства открытой системы, в которой должны работать, как теория декогеренции, так и второе начало термодинамики. Б.М. Менский из совсем других рассуждений, так же, пришел к субъективности энтропии и стрелы

времени. Он пишет: «Объективно существующий квантовый мир - обратим, а необратимость появляется в той картине этого мира, которая возникает в сознании» [3]. Чистое квантовое состояние (состояние сознания) представляет собой класс скрытых состояний, которыми оно осуществляется. Логарифм мощности этого класса соответственно, назовем его скрытой энтропией⁷. На объективном уровне, описываемом уравнением Шредингера, энтропия этого состояния не меняется со временем. И только в процессе измерения скрытая энтропия S^h уменьшается, в то время, как термодинамическая энтропия S^T увеличится на ту же величину. То есть, имеет место сохранение общей энтропии $S^h + S^T = \text{const}$, что в общем то совершенно естественно в свете закона сохранения информации в закрытых системах. Скрытая энтропия характеризуется распределением по Эвереттовскому ансамблю, тогда, как термодинамическая характеризуется распределением по ансамблю физических микросостояний. Обычно, скрытую энтропию не рассматривают (не знают о ней). Поэтому, увеличение термодинамической энтропии при переходе чистого состояния в смешанное, обусловленное взаимодействием с макроскопическим объектом (наблюдателем), рассматривается, как возможный источник энтропии Вселенной [14].

Итак, мы показали, что квантовая механика, релятивистская физика и термодинамика могут быть связаны одной общей обосновывающей их фундаментальной идеей - идеей физической неполноты.

Мультихронос

Наш подход к обоснованию КМ позволяет по новому взглянуть на интерпретацию Эверетта. Напомним, что интерпретация Эверетта предполагает, что мир существует в форме суперпозиции классических реальностей. При этом наблюдатель всегда оказывается в одной из них. Но в какой? Ведь альтернативы равны. Ответить на этот «нерешаемый» вопрос оказывается довольно просто, если принять во внимание «анатомию» квантовой суперпозиции. Как было рассмотрено выше, каждое чистое квантовое состояние образовано множеством интенциональных состояний, переходы между которыми осуществляются в скрытом времени. Например, суперпозиция $|\psi\rangle = |\psi_1\rangle + |\psi_2\rangle$ означает, что траектория системы в интенциональном пространстве «заметает» состояния $|\psi_1\rangle$ и $|\psi_2\rangle$ в скрытом времени так, что вероятность обнаружения системы в том или ином состоянии при измерении, оказывается пропорциональна времени проведенному системой в этих состояниях. Пусть в течение нулевого промежутка физического времени, система ξ_1 раз посетила состояние $|\psi_1\rangle$, и ξ_2 раз посетила состояние $|\psi_2\rangle$. Тогда вероятности будут равны $P_1 = \xi_1$ и $P_2 = \xi_2$. Они могут быть найдены, как: $P_1 = |\psi_1|^2$ и $P_2 = |\psi_2|^2$. Важно понимать, что с точки зрения, возможно не

⁷ С обычной точки зрения, энтропия чистого состояния равна нулю.

существующего, внешнего наблюдателя компоненты суперпозиции посещаются последовательно, тогда, как с точки зрения внутреннего наблюдателя – одновременно.

Догадка расположить Эвереттовские миры последовательно во времени сразу же решает проблему выбора.

Напомним, что в теории Эверетта для обозначения многолистности мира используется термин «мультиверс». Мы же будем говорить о «мультихроносе».

Рассмотрим игру в «орлянку». Пусть брошенная монета, находящаяся в состоянии макроскопической квантовой (по Эверетту) суперпозиции $|\psi_1\rangle + |\psi_2\rangle$ взаимодействует с наблюдателем, находящимся в состоянии $|Я_0\rangle$.

В результате унитарного взаимодействия мы получим запутанное состояние: $|\psi_1\rangle|Я_1\rangle + |\psi_2\rangle|Я_2\rangle$. Согласно копенгагенской интерпретации КМ происходит коллапс и выживает только одна компонента суперпозиции, соответствующая выпавшей стороне монеты. Согласно же интерпретации Эверетта, обе компоненты суперпозиции выживают и претерпевают эволюцию одновременно, но по неизвестным причинам, мы осознаем только одну из них. В нашей интерпретации компоненты суперпозиции, а значит и состояния сознания $|Я_1\rangle$ и $|Я_2\rangle$, соответствующие результату селекции альтернатив, так же, как и в интерпретации Эверетта, нигде не исчезают, однако, реализуются последовательно во времени, что решает проблему выбора.

Согласно нашей модели мир эволюционирует вдоль замкнутой орбиты интенций, неоднократно посещая каждое физическое состояние мира. Ситуация подобна теореме о возвратах Пуанкаре, согласно которой орбита системы в фазовом пространстве ее динамических переменных неограниченное число раз возвращается в окрестность данного состояния.

Рассмотрим в качестве простого примера множество из 5-ти элементов $Я_i = \{0, 1, 2, 3, 4\}$ и одну из $n = 6$ возможных последовательностей максимальной длины, генерируемых отображением (2):

$$\begin{aligned} &\rightarrow \{0,1\}\{1,2\}\{2,3\}\{3,4\}\{4,0\}\{0,2\}\{2,4\}\{4,1\}\{1,3\}\{3,0\} \rightarrow \\ &\rightarrow \{0,3\}\{3,1\}\{1,4\}\{4,2\}\{2,0\}\{0,4\}\{4,3\}\{3,2\}\{2,1\}\{1,0\} \rightarrow \text{в начало} \end{aligned}$$

Рис.2

Рассматриваемая цепь представляет собой Гамильтонов цикл⁸ на ориентированном графе. Таким образом, время в рассматриваемой структуре приобретает не только направление, но и топологическую замкнутость (цикличность). Гамильтонов цикл описывает

⁸ Цикл, которому принадлежат все вершины данного графа.

эргодическую орбиту ϕ в нашем модельном мире, состоящем из 5 состояний сознания. Состоянию сознания $|Я_0\rangle$ на этом рисунке соответствует класс эквивалентности, выделенный желтым маркером. Переходы из этого состояния в состояния $|Я_1\rangle$ и $|Я_2\rangle$, соответствующие выпадению «орла» или «решки» реализуются в 2 разных момента эволюции системы. Другими словами, Эвереттовское разветвление (рис.3) реализуется не одновременно, а в разные моменты времени. В соответствии с контекстом развиваемой здесь темпоральной реинтерпретации теории Эверетта, мы выберем для обозначения этого расслоения по времени специальный термин – *Эвереттовские эпохи*.

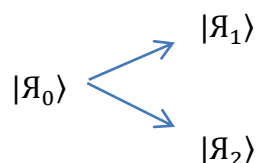


Рис.3

Заметим, что интервал времени, разделяющий Эвереттовские эпохи, может быть очень большим или даже бесконечным с точки зрения внутреннего наблюдателя.

Действительно, как видно из рисунка 2, от события перехода $|Я_0\rangle \rightarrow |Я_1\rangle$ до события $|Я_0\rangle \rightarrow |Я_2\rangle$ система перебирает все свои возможные состояния $|Я_0\rangle \rightarrow |Я_1\rangle \rightarrow |Я_2\rangle \rightarrow |Я_3\rangle \rightarrow |Я_4\rangle$. В случае космологической модели циклической Вселенной, если в одном из циклов у меня выпадет «орел», то в следующем цикле, при прочих равных условиях, обязательно выпадет – «решка». Здесь важно то, что для меня Эвереттовские эпохи не различимы. Сшиваемые сознанием в картину актуально существующего настоящего, они порождают наблюдателя, обладающего свободой выбора и в акте выбора совершающего некую латентную «борьбу» между своими Эвереттовскими альтер-эго.

В известном смысле, эта свобода мнимая, однако, для внутреннего наблюдателя она аподиктически достоверна. Таким образом, в отличие от теории Эверетта, где в каждом мировом слое имеется свой наблюдатель, у нас наблюдатель один, но он представляет собой конволюцию субъектов, «живущих» одновременно во все эпохи мультихроноса. Такой наблюдатель, вследствие неполноты, не способен осознать свою распределенность во времени и пребывает в локально реалистическом заблуждении.

Как видно, модель мультихроноса, эффективно снимает проблему выбора и проливает свет на психофизическую проблему, парадоксальность которой обусловлена асимметрией, на которую указывал еще Шредингер [14].

Выводы

Наблюдатель – ключевой элемент в структуре самосогласованной физической теории. Поэтому, отсутствие теории наблюдателя тормозит развитие физической науки. В настоящем исследовании мы отказались от устаревшего тезиса провозглашающего существование объективной реальности, вне зависимости от наблюдателя. Работу можно рассматривать, как проект для построения будущей фундаментальной теории, основанной на принципе контекстуальности [15].

Основным результатом предложенного исследования является демонстрация общего принципа обосновывающего и объединяющего 3 великие теории – Квантовую механику, Термодинамику и Теорию Относительности. Этим базовым принципом является, так называемая, физическая неполнота, отражающая положение вещей, когда наблюдателем замкнутой изолированной системы является ее же часть.

С тех пор, как Теодор Калуца впервые продемонстрировал плодотворность многомерного подхода, сделав попытку объединения гравитации и электромагнетизма, прошло совсем немного времени. Сегодня физики уже не задумываясь, оперируют многомерными пространствами, пытаясь объединить все известные взаимодействия в одну грандиозную схему. Однако, мало кто задумывается о сущности самого подхода. В чем смысл компактифицированных измерений? Как они связаны со скрытыми параметрами, используемыми при попытках обоснования КМ? В настоящей работе **мы показали из первых принципов, что самосогласованное описание мира неизбежно приводит к существованию скрытых измерений.**

Важнейшим итогом приведенного анализа является прояснение существа КМ - этого странного гибрида детерминизма со случаем. Мы показали, что в основе квантовой механики лежит физическая неполнота, порождающая скрытое времениподобное измерение. Формально, изложенный подход относится к классу теорий нелокальных скрытых переменных, и поэтому может быть кандидатом для обоснования КМ.

С целью приведения многомировой интерпретации Эверетта в соответствие с нашей концепцией, **мы построили новую версию Эвереттовской интерпретации (интерпретацию интерпретации) в которой заменили расслоение по мировым листам расслоением по времени.** Здесь просматривается некая аллюзия с эргодической теоремой, где ансамбль систем в пространстве, заменяется ансамблем во времени. В новой интерпретации острота проблемы выбора в значительной степени снята. Почему, бросая игральную кость, я оказался в мире, где выпала, например, шестерка, а не тройка? Объяснение тривиально. Потому, что в следующую Эвереттовскую эпоху (в следующей жизни!) при тех же обстоятельствах, выпадет тройка.

Менский в своей расширенной концепции Эверетта утверждает, что сознание есть не что иное, как разделение альтернатив. То есть, сознание есть выбор. И, следовательно,

сознания нет, когда нет выбора. Мы полностью разделяем этот взгляд. По всей видимости, наличие выбора и есть условие сознания. Ни один механизм, действующий по программе, ни одна физическая система, эволюционирующая в соответствии с заданным гамильтонианом, не могут обладать сознанием, ибо у них нет выбора. Мир мертв для внешнего наблюдателя, ибо это – машина. Но для внутреннего наблюдателя (субъекта), как мы показали в нашем исследовании, имеет место ситуация неполноты, порождающая возможность выбора, стрелу времени, а с ней неопределенность будущего и интригу свободы. Но именно эти качества свойственны сознанию.

Наше исследование приводит к пониманию относительности сознания. Кот в «живодерском» эксперименте Шредингера, с точки зрения внешнего наблюдателя, не обладает сознанием, ибо он всего лишь биологическая машина, описываемая уравнением Шредингера. Именно поэтому, он и умереть «по-человечески» не может! Однако, с точки зрения кота, ситуация в корне иная. Кот является внутренним наблюдателем и для него вопрос «быть или не быть» встает во всей своей драматичности.

Перефразируя А.Эйнштейна можно сказать: Бог не играет в кости, но мы вынуждены это делать. Можно так же добавить: Мир конечен, но неисчерпаем. А так же - мир механистичен, но разумен и духовен. Здесь нет противоречия, так как это точки зрения разных наблюдателей – объективного (внешнего) и внутреннего (субъективного). Таким образом, само сознание и свобода воли являются следствием неполноты физической реальности, дающей особый онтологический статус субъекту конечного мира.

В большой обзорной статье, посвященной проблемам современной физики на рубеже тысячелетия и опубликованной в журнале «Успехи физических наук» № 4 за 1999 год академик В.Л. Гинзбург выделил особо важные на его взгляд, концептуальные проблемы. Среди них:

1. Проблема интерпретации и обоснования квантовой механики
2. Проблема времени - что определяет стрелу времени и рост энтропии?
3. Проблема релятивизма - что стоит за ограничением на скорость распространения информации? Что означает псевдоевклидовость?
4. Психофизическая проблема - сводится ли проблема сознания к физике (редукционизм?)

Хочется выразить надежду, что настоящее исследование приблизит нас к пониманию этих вопросов.

Литература

- [1] J. S. Bell. On the Einstein Podolsky Rosen Paradox // Physics 1, 3. — 1964. — С. 195-200.
- [2] A. J. Leggett and A. Garg, Quantum mechanics versus macroscopic realism: Is the flux there when nobody looks?, Phys. Rev. Lett. 54, 857 (1985).
УФН, 177:4 (2007), 415–425
- [3] Everett H. III, Rev. Mod. Phys. 29, 454 (1957).
- [4] М. Б. Менский. Квантовые измерения, феномен жизни и стрела времени: связи между “тремя великими проблемами” (по терминологии В. Л. Гинзбурга)
- [5] Менский М.Б.. Успехи физических наук. «Обзоры актуальных проблем. Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов», Июнь 2000 г., Том 170. №6
- [6] Каминский А.В. Физическая неполнота - ключ к объединению физики; Гипотезы, размышления, исследования LAMBERT Academic Publissing, 2012
http://www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/kaminskiy_incompleteness_book.pdf
- [7] Xiaodong Chen "A New Interpretation of Quantum Theory. Time as Hidden Variable". Department of Physics, University of Utah, Salt Lake City, UT 84112 (March 29, 2000)
- [8] Арнольд В. И. Динамика, статистика и проективная геометрия полей Галуа. — М.: МЦНМО, 2005. — 72 с.
- [9] Бергман П.Г."Введение в теорию относительности", изд.ИЛ. Москва 1947г.стр.359.
- [10] Владимиров Ю.С. Размерность физического пространства-времени и объединение взаимодействий.- М.: Изд-во МГУ, 1987г.
- [11] Бронников К. А. , Рубин С.Г. Лекции по гравитации и космологии. М.: МИФИ, 2008.
- [12] Клейн Ф. О геометрических основаниях Лоренцевой группы. Новые идеи в математике: Сб. СПб., 1914. N5, вып. 5. С 144.
- [13] Zeh H-D Decoherence and the Appearance of a Classical World in Quantum Theory. Found. Phys. 1 69 (1970).
- [14] Шредингер Э. Разум и материя. Москва-Ижевск: РХД, 2000. С. 59-60

[15] М.Х. Шульман. Теорема Кохена-Спекера. Обзор по материалам иностранных публикаций. http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_translation/KS_theorem.pdf

Доклад представлен на конференцию «Квантовая механика и философский дискурс»

(14-15 апреля 2016 г.)

Физика внутреннего наблюдателя

Аннотация

Гипотеза объективно существующего мира, положенная в основу научного метода с начала прошлого столетия подвергается серьезным атакам не только со стороны теоретической физики, но, в последнее время, и со стороны экспериментальной квантовой физики. Экспериментальная проверка нарушения неравенств Белла в историческом эксперименте Алана Аспека 1982г и относительно недавние эксперименты по проверке неравенств Леггетта – Гарга, окончательно перечеркнули не только наше представление о локальном реализме, но и поставили под сомнение саму идею объективной реальности. Локально-реалистическое мышление уже не вызывает доверия. Все это заставляет ученых, не удовлетворенных положением дел, когда мы умеем считать квантовые системы, но не понимаем, что при этом делаем, вновь обратиться к вопросу оснований КМ. По-прежнему, ключевыми вопросами, требующими разрешения, являются вопросы о роли наблюдателя и его сознания в процессе квантового измерения, а так же вопросы, связанные с пониманием природы самой физической реальности. Метафизический наблюдатель, способный судить обо всей Вселенной надежно укрылся в самой сердцевине научного метода! Но в строгой теории не должно быть места демоническим наблюдателям. Именно поэтому, следуя Эверетту, мы поставили задачу моделирования наблюдателя. В настоящей работе мы анализируем - *какими будут физические законы для наблюдателя (субъекта), являющегося частью той же системы, которую он наблюдает?* В отличие от Эверетта, мы не ограничиваем себя предположением о физической природе наблюдателя. Мы строим абстрактную математическую модель наблюдателя в конечном мире и исследуем ее автореферентные свойства. *Как оказалось, мир для такого наблюдателя будет обязательно квантовым, он будет обязательно релятивистским, и он будет обязательно необратимым.* Таким образом, исследуемая модель порождает физику весьма похожую на физику нашего мира и у нас есть все основания думать, что это не случайное совпадение.

Internal observer's physics

summary

Hypothesis of objectively existing world, since the beginning of the last century, is being seriously attacked not only by theoretical physics, but recently also by experimental quantum physics. Locally-realistic thinking doesn't seem reliable any more. All this makes scientists who are not satisfied by current situation, when we are able to make quantum calculations, but do not understand how it works, to revert to the question of the bases of QM. Undoubtedly, the key issue is the role and the status of observer in the QM

Everett was the first one to try to get rid of Descartes "infernal" observer. He tried to build the realistic physical model of the observer and to imbed it into the theory. But it did not work. In our work we analyze what the laws of physics will be like for the observer, being part of the same system, which he observes? In contradistinction to Everett, we do not limit ourselves by speculating of the physical nature of observer. We create the model of abstract observer and get unexpected results. Self-referential interaction of the observer with himself creates quantum-relative reality! Thus, we have proved that our «toy» model generates the physics very similar to physics of our real world, and we have reason to think that this is not a coincidence.

Автор: **Каминский Александр Викторович** (Republic of Georgia)

Работа: Консультант компании Elfi Tech (Israel) <http://elfi-tech.com/main/about-us/team/>

Address:

26 Kavtaradze street

Tbilisi Georgia

Phone +995-5555-81427

kaminskii@gmail.com

alexkaminsky@elfi-tech.com