

Нелокальность как доказательство мультиверсальности космологии.



Франк Дж. Типлер

Факультет Математики и Факультет Физики, Университет им. Тулэйна, Нью Орлеан, Луизиана

(Датировано: 18 августа 2010 г.)

Я показываю, что наблюдения квантовой нелокальности могут интерпретироваться как чисто локальные феномены при условии принятия одного допущения о том, что космос является мультиверсом. И наоборот – наблюдение квантовой нелокальности может интерпретироваться как доказательство наблюдения мультиверсальности космологии так же, как наблюдение захода Солнца может интерпретироваться как доказательство вращения Земли.

Ключевые слова: мультиверсальность космологии, нелокальность, квантовая запутанность.

Космология базируется на Общей теории относительности (ОТО), а ОТО – на том факте, что никакой сигнал не может распространяться быстрее, чем свет. Тем не менее кажется, что квантовая нелокальность передает информацию мгновенно. Если измерение одного из двух электронов в синглетном состоянии обнаруживает «спин вверх», то с уверенностью можно утверждать, что другой электрон будет иметь «спин вниз». Точно так же, проводя измерение спина электрона в горизонтальном направлении вместо вертикального, и получив результат, что у одного электрона «спин влево», можно быть уверенным в том, что у другого он будет «спин вправо». В обоих случаях неважно, насколько далеко были разнесены электроны перед тем, как было принято решение измерить их спин. Один электрон может быть на Земле, а другой – на космологическом расстоянии. Кажется, что информация о нашем выборе при измерении передается быстрее света.

Я покажу, что эта кажимость является следствием игнорирования квантовой мультиверсальности природы действительности ([2], [1]). Более того, наблюдение явной нелокальности является экспериментальным доказательством мультиверсальной природы космоса. Эксперимент Аспека –

это действительно космологический эксперимент, подобный эксперименту Пензиаса и Уилсона.

Это обстоятельство вообще не принимается во внимание, поскольку экспериментаторы, которые проводят эксперименты по нелокальности, редко думают, что макроскопические объекты являются субъектами квантовой механики. Космологи знают, что квантовая механика приложима ко всему. Когда-то было время, когда вся видимая вселенная была размером с атом, и если квантовая механика не приложима ко всей вселенной в это время, то как же выполнялись законы физики? Но если квантовая механика приложима к универсу тогда, она приложима к нему и теперь, приложима и к самым маленьким его областям, в частности, к людям-наблюдателям и их макроскопическому оборудованию.

Рассмотрим наблюдателя, собирающегося измерить спин одного электрона из пары электронов в синглетном состоянии. Предположим также, что наблюдатель решил измерить спин в вертикальном направлении. Предположим ещё, что эксперимент является совокупно космологическим, приняв, что он был отсрочен, чтобы позволить второму электрону пары переместиться на космологическое расстояние: положим, что спин второго электрона будет измеряться наблюдателем в Туманности Андромеды и также в вертикальном направлении.

В момент измерения в земной лаборатории универс разветвляется на два универса, в одном из которых измеренный спин есть «спин вверх», а в другом - «спин вниз». Точно также, в лаборатории Туманности Андромеды, универс разветвляется на два универса, в одном из которых измеренный спин есть «спин вниз», а в другом - «спин вверх». Ключевым моментом является то, что квантовая механика принуждает эти эксперименты быть полностью скоррелированными: измеренные спины этих двух электронов всегда будут иметь противоположные направления. Эта корреляция между лабораториями может быть передана из лаборатории на Земле в лабораторию в Туманности Андромеды со скоростью меньшей, чем скорость света. Корреляция состоит только в том, что подразумевается под «запутанным состоянием», и корреляция передана тем обстоятельством, что взаимодействие наблюдателя с электроном является квантовомеханическим, и потому линейным, как и все квантовомеханические взаимодействия.

Теперь предположим, что оба наблюдателя решили измерить спины в горизонтальном направлении. И опять измерение разветвило бы универс на два в каждой локальной области, но измерения по-прежнему будут полностью скоррелированными. Поскольку разветвившиеся универсы будут так скоррелированы, в реальности возникнут только четыре универса, как показано на Рисунке 1.

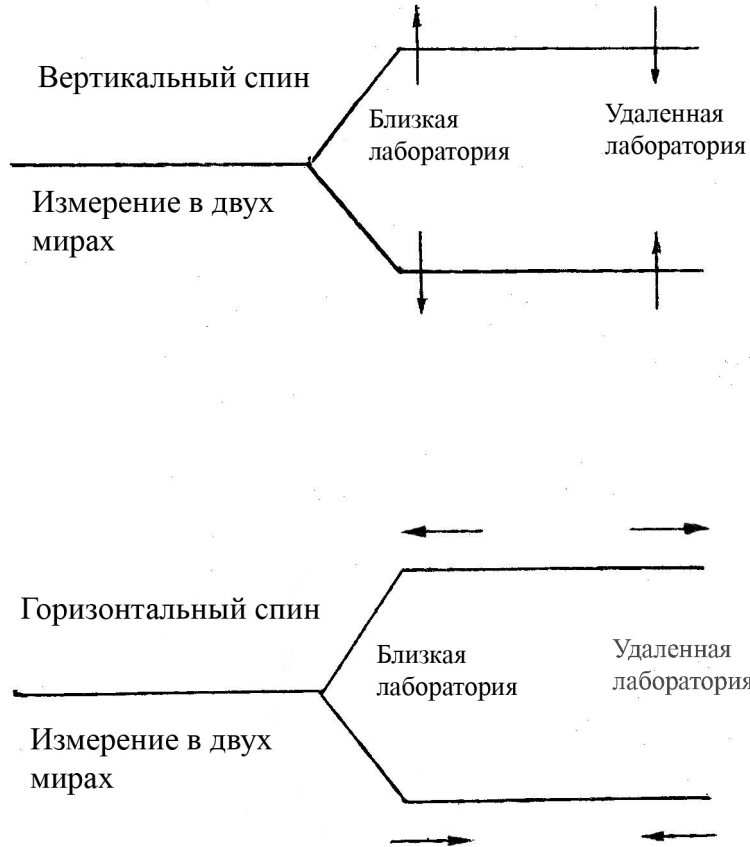


Рис. 1: Две пары универсов, в одной из которых спин двух электронов измеряется в вертикальном направлении, а в другой спин двух электронов измеряется в горизонтальном направлении. В обоих случаях спины электронов выглядят полностью скоррелированными, вызывая впечатление, что первое измерение спина одного электрона определяет спин второго электрона.

Теперь рассмотрим ситуацию математически. Для пары электронов синглетное состояние может быть представлено так:

$$|\Psi\rangle = \frac{|\uparrow\rangle_1 |\downarrow\rangle_2 - |\downarrow\rangle_1 |\uparrow\rangle_2}{\sqrt{2}} = \frac{|\leftarrow\rangle_1 |\rightarrow\rangle_2 - |\rightarrow\rangle_1 |\leftarrow\rangle_2}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

где первое выражение соответствует базису, в котором наблюдатели хотят измерить спин вверх или вниз, а второе - если измеряемый спин горизонтален. $|\uparrow\rangle_i$ или $|\downarrow\rangle_i$ подразумевает, что i -тый электрон имеет спин вверх или вниз соответственно.

Как описано выше, впечатление нелокальности возникает потому, что мы знаем – если при измерении спина первого электрона будет найдено, что это «спин вверх», мы наверняка знаем, что спин второго электрона будет «спин вниз», не измеряя его и вне зависимости от того, как далеко находится второй электрон от первого, когда мы измеряем его спин. Теперь покажем, что нелокальность исчезает, когда мы так же применяем квантовую механику к наблюдателям второй пары универсов на рисунке 1. Я буду использовать для наблюдателя стандартную многомировую нотацию, как она представлена в [1].

Пусть $|\dots\rangle_i |M_i(\dots)\rangle$ будет сложным состоянием i -того электрона и прибора, который будет измерять его, перед измерением, и U_i - оператор, который представляет измерительное взаимодействие, приводящее к

$$U_i |\uparrow\rangle_i |M(\dots)_i\rangle = |\uparrow\rangle_i |M_i(\uparrow)\rangle \quad (2)$$

для всякого i -того электрона и для любого $|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle, |\leftarrow\rangle, |\rightarrow\rangle$.

Критический момент состоит в том, что для запутанного состояния (1) взаимодействие U_i не приводит к единственному электронному состоянию для любого электрона, а, скорее, ведет к линейной суперпозиции с измерительным прибором, теперь запутанным с двумя электронами:

$$U_1 \frac{1}{\sqrt{2}} (|\uparrow\rangle_1 |\downarrow\rangle_2 - |\downarrow\rangle_1 |\uparrow\rangle_2) |M_1(\dots)\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\uparrow\rangle_1 |\downarrow\rangle_2 |M_1(\uparrow)\rangle) - \frac{1}{\sqrt{2}} (|\downarrow\rangle_1 |\uparrow\rangle_2 |M_1(\downarrow)\rangle) \quad (3)$$

Иными словами, универс теперь разветвлен на два мира, а именно – тот в котором первый электрон имеет «спин вверх» и измерение показало «спин вверх», и другой мир, в котором первый электрон имеет «спин вниз» и измерение показало «спин вниз». Второй электрон, будучи ещё не измеренным, не имеет ни «спина вверх», ни «спина вниз».

Однако, в соответствии с (3) второй электрон имеет состояние «спин вниз» только скоррелированное с миром, в котором первый электрон имеет «спин вверх», а его состояние «спин вверх» коррелирует только с миром, в котором первый электрон имеет состояние «спин вниз». Это означает, что измерение второго электрона даст результат, соответствующий миру первого электрона. То есть, измерение второго электрона разветвит универс тоже на два мира, но, согласно (3), квантовая запутанность вынудит обе ветви расщепления быть четко скоррелированными. Если первый и второй электроны перед измерением были удалены далеко друг от друга, корреляции по-прежнему имеют место – при скорости меньше, чем скорость света – и то, что заставляет нас наблюдать скоррелированность спинов двух электронов, это НЕ нелокальные корреляции. Если бы мы выбрали измерение спина «влево-вправо» вместо «вверх-вниз», мультиверс

разветвился бы на два мира в каждой области измерения спина электрона, и, как и в первом случае, квантовая запутанность заставила бы ветви быть скоррелированными. Как и раньше мир, в котором первый электрон имеет «спин влево», неизбежно был бы миром, в котором второй электрон имеет «спин вправо», а мир, в котором первый электрон имеет «спин вправо», неизбежно был бы миром, в котором второй электрон имеет «спин влево».

Мы, также, как и электроны и измерительный прибор, расщеплены, когда мы читаем результат измерения, и каждый раз наше ветвление следует за исходной квантовой запутанностью электронов. Таким образом, квантовой нелокальности не существует. Это только иллюзия, порожденная отказом применять квантовую механику к макромиру и особенно к нам самим.

Многомировая квантовая механика, как и классическая механика, является полностью детерминированной. И наблюдатели имеют только иллюзию свободы выбора направления спина при измерении. Однако мы знаем, что можно рассмотреть универсы мультиверса, в которых спины измеряются в ортогональных направлениях и даже универсы, в которых пары направлений расположены под углами θ имеющими величину между 0 и $\pi/2$ радианами. Получение теоремы Белла о квантовых предсказаниях в этом более общем случае, где будет определена доля спина в одном направлении и доля в других направлениях, требует использования эвереттовского предположения о том, что квадрат модуля волновой функции показывает плотность универсов в мультиверсе. Вычисления в этом случае более сложны и будут опубликованы в другой работе. В общем случае, как и при горизонтально-вертикальном варианте, все измерения являются полностью локальными. Удаленная система не знает о том, что произошло вдалеке от нее. И только игнорирование существования мультиверсальной структуры космоса дает нам иллюзию нелокальных эффектов. Мультиверс является истинной скрытой переменной, и эта скрытая переменная полностью локальна.

Имеете ли вы какие-то сомнения в том, что Земля вращается? У меня они есть. Я видел закат Солнца. Но мы знаем сегодня, что несмотря на то, что мы говорим, движется Земля, а не Солнце. Коперник в его книге «О вращениях небесных сфер» утверждал, что было бы неправдоподобным думать, что Солнце, о котором в то время было известно, что оно больше Земли, является движущимся телом. Сегодня неправдоподобно то, что возможны нелокальные эффекты. Напротив, очевидно, что нелокальные эффекты – это локальные эффекты, в которых мы не видим локальность в действии. Это подобно тому, как инфляционная теория объясняет наблюдаемый факт, что температура микроволнового реликтового излучения одинакова в противоположных сторонах неба: обе стороны когда-то были в причинном контакте.

Мультиверсальная концептуальная революция, инициированная Эвереттом, столь же существенно революционна, как и Коперниканская Революция. Это важно для понимания квантовой реальности, которая является истинной реальностью. Я показал в этой статье, что мы фактически

видели мультиверс, но не поняли этого: всегда, когда мы видим квантовую нелокальность, мы фактически видим проявление мультиверса.

[1] **B.S. DeWitt and N. Graham The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics (Princeton Univ. Press, Princeton 1973).**

[2] **Hugh Everett, Rev. Mod. Phys. 29 (1957) 454{462.**

Перевод Ю.А.Лебедева

Первоисточник: Frank J. Tipler, «Nonlocality as Evidence for a Multiverse Cosmology», arXiv:1008.2764v1 [quant-ph] 16 Aug 2010.

Поступила 29.08.10.