

Интерпретация квантовой механики на основе реальных ансамблей

Ли Смолин (США)

Реферат подготовил М.Х. Шульман (shulman@dol.ru)

arXiv:1104.2822v1 [quant-ph] 14 Apr 2011

A real ensemble interpretation of quantum mechanics

Lee Smolin

Perimeter Institute for Theoretical Physics,
31 Caroline Street North, Waterloo, Ontario N2J 2Y5, Canada

(Dated: April 15, 2011)

Предлагается новая интерпретация ансамбля в квантовой механике, согласно которой ансамбль, ассоциируемый с некоторым квантовым состоянием, существует в реальности: это ансамбль всех систем во Вселенной, находящихся в данном квантовом состоянии. Индивидуальные системы из этого ансамбля обладают микроскопическим состоянием, описываемым “реальными переменными (beables)” [Этот термин ввел Джон Белл. – МХШ]. Вероятности в квантовой теории оказываются в точности обычными относительными частотными вероятностями в этих ансамблях. Законы эволюции для реальных переменных индивидуальных систем задаются таким образом, что их относительные частоты эволюционируют именно так, что воспроизводят предсказания квантовой механики. Эти законы в высшей степени нелокальны и придают новое качество взаимодействию между двумя членами ансамбля, которое определяют квантовое состояние. Они включают некоторый стохастический процесс, посредством которого индивидуальные системы копируют реальные переменные других систем ансамбля, членами которого они являются. Вероятности для этих скопированных процессов не зависят от того, в каком месте пространства находятся эти системы, но зависят от распределения реальных переменных в ансамбле. Тогда макроскопические системы различаются, если они достаточно велики и сложны, чтобы не иметь копий во Вселенной. В этом случае они не могут эволюционировать по закону копирования и, следовательно, не эволюционируют статистически по законам квантовой динамики. Это влечет новые утверждения квантовой механики для систем в квантовых состояниях, относительно которых можно ожидать, что они имеют небольшое число копий во Вселенной. В то же время можно показать, что центр масс большой макроскопической системы удовлетворяет законам Ньютона.

Новая концепция различимости между микроскопическими и макроскопическими системами относит к микроскопическим системам те, которые имеют большое число копий во Вселенной, тогда как макроскопические системы являются настолько большими и сложными, что оказываются уникальными. Только микроскопическая система может удовлетворять законам квантовой механики, потому что эти законы являются следствиями динамики копирования и не действуют, если система не подвергается копированию. Поэтому макроскопические системы квантовыми свойствами не обладают.

Проще говоря, если система достаточно сложна, то имеет так много возможных состояний, что для нее не существует копий во Вселенной. Ансамбль для нее состоит из одной этой системы. Имеется большое число атомов водорода

в каждом из нижних состояний в масштабе Хаббла. Но Вы существуете в единственном экземпляре, и в единственном экземпляре существует система, тождественная в квантовомеханическом смысле вашей кошке Эмили. Это означает, что квантовая механика должна быть аппроксимацией для космологической теории, сформулированной в иных терминах.

В результате возникают четкие ограничения для экспериментов, в которых квантовая механика несправедлива или подлежит уточнениям. Квантовая динамика должна быть неверна для систем, не имеющих копий во Вселенной, а также для систем, которые находятся в уникальных состояниях. Это порождает вопрос о том, возможно ли использовать технологию квантовых вычислений для изготовления устройства, которое можно было бы перевести в уникальное, когерентное квантовое состояние, отличающееся от любых других?

Изучение мезоскопических систем, которые обладают небольшим числом копий во Вселенной, должно выявить свидетельства приближенного характера квантовомеханических законов.

Предложенная гипотеза вступает в конфликт с утверждениями некоторых теоретиков-космологов о том, что наша Вселенная представлена бесконечным числом копий, которые содержат много точных и приблизительных копий Земли и каждого из нас [11]. Напротив, тот факт, что макроскопические тела не удовлетворяют принципу суперпозиции, может оказаться свидетельством, доказывающим конечность Вселенной, так что мы, как и другие макроскопические тела, не имеем копий. С другой стороны, тестирование пределов применимости квантовой механики для мезоскопических систем, подобных квантовым схемам, может позволить выполнять локальные измерения с целью определить, имеются ли у них копии во Вселенной.

Ссылки

- [1] L. de Broglie, Solvay Conference, 1928, Electrons et Photons: Rapports et Discussions du Cinquieme Conseil de Physique tenu a Bruxelles du 24 au 29 Octobre 1927 sous les auspices de l'Institut International Physique Solvay. See also Guido Bacciagaluppi, Antony Valentini, **Quantum Theory at the Crossroads: Reconsidering the 1927 Solvay Conference**, Cambridge University Press, 2009.
- [2] D. Bohm, *A suggested interpretation of quantum theory in terms of hidden variables*, I, Phys. Rev. 85, 166179 (1952)
- [3] J. C Vink, *Quantum mechanics in terms of discrete beables*, Phys. Rev. A 48 (1993) 1808.
- [4] E. Nelson, "Derivation of the Schrödinger equation from Newtonian mechanics", Phy. Rev., 150, 1079 (1969); E. Nelson, "Quantum Fluctuations", Princeton Series in Physics, Princeton.
- [5] L. Smolin, *Could quantum mechanics be an approximation to another theory?*, quant-ph/0609109.
- [6] Henrique Gomes, Sean Gryb, Tim Koslowski, *Einstein gravity as a 3D conformally invariant theory*. arXiv:1010.2481, Class.Quant.Grav.28:045005,2011; Julian Barbour, Niall Murchadha, *Conformal Superspace: the configuration space of general relativity*, arXiv:1009.3559.
- [7] A. Valentini, *Signal-Locality in Hidden-Variables Theories*, arXiv:quant-ph/0106098, Phys. Lett. A 297 (2002) 273-278.
- [8] R. Mangabeira Unger and L. Smolin, *Do the laws of nature evolve?*, book manuscript in preparation.
- [9] A. Einstein, (1990) *Grundzüge der Relativitätstheorie*, Braunschweig: Vieweg (originally *Vier Vorlesungen über Relativitätstheorie*, 1922; the talks were given in

1921). See Alexander Afriat , Ermenegildo Caccese, *The relativity of inertia and reality of nothing*, p 8, philsci-archive.pitt.edu/4450/1/Inertia.pdf., from which the quote in the footnote was taken.

[10] T. C.Wallstrom, *Inequivalence between the Schrdinger equation and the Madelung hydrodynamic equations*, Phys. Rev. A 49, 16131617 (1994).

[11] Brian Greene, **The Hidden Reality** Knopf, 2011.