

УДК 539.1

Квазигравитация вместо псевдотелепатии: геометрическая модель квантовой навигации при (анти)поиске на плоскости

Ростом Айхам^{1,2}

aiham.rostom@gmail.com

Томилин Владимир Александрович¹

8342tomilin@mail.ru

Ильичев Леонид Веннаминович^{1(*)}

leonid@iae.nsk.su

¹ИАиЭ СО РАН, Новосибирск, Россия²НГУ, Новосибирск, Россия

Аннотация. Рассматривается модель совместного случайного блуждания двух агентов на бесконечной плоскости [1]. Агенты не обладают средствами взаимной классической коммуникации и общими внешними ориентирами, но имеют доступ к ресурсу предварительно распределенной квантовой спутанности, который используется в соответствии с заранее согласованным протоколом. В зависимости от деталей протокола между двумя агентами возникает эффективная сила притяжения или отталкивания. Возникновение этой силы из квантовой спутанности интерпретируется в терминах эффективной сферической или гиперболической геометрии для притяжения или отталкивания соответственно.

Ключевые слова: нелокальные квантовая корреляции, спутанность, эффективная геометрия

Введение. Феномен спутанности — специфических корреляций между фрагментами квантовой системы в значительной степени определяет суть и пафос т. н. Второй квантовой революции. Спутанность порождает квантовую нелокальность, используется в протоколах квантовых методов обработки и защиты информации, в квантовых способах получения изображений, в квантовой метрологии.

Предметом настоящей работы является сценарий участия спутанности в процессе случайного блуждания двух агентов А и В на бесконечной плоскости. К случайности независимого выбора агентами направлений $\mathbf{n}_A$ и $\mathbf{n}_B$ каждого следующего совместного шага по предварительному согласованию добавляются знаки σ_A и $\sigma_B = \pm 1$, определяющие для агента А шаг в направлении $\sigma_A \mathbf{n}_A$, а для В — в направлении $\sigma_B \mathbf{n}_B$ (или $-\sigma_B \mathbf{n}_B$). Знаки определяются исходами двух отдельных измерений проводимых агентами над пространственно разнесенными частями единой спутанной квантовой системы. В зависимости от деталей согласованного сценария обнаруживается либо эффективное притяжение либо эффективное отталкивание агентов при их случайном блуждании. В первом случае повышается вероятность их встречи, во втором понижается. Эти явления порождаются спутанностью и, следовательно, имеют чисто квантовую природу. Показано, однако, что они допускают геометрическую интерпретацию.

Методы и материалы; результаты. Выведены и численно решены уравнения, правая часть которых воспроизводит детали квантового протокола совместного действия агентов, а левая построена из модели предполагаемой эффективной геометрии двумерного пространства положительной или отрицательной кривизны, заменяющей геометрию обычной плоскости. Уравнения решены численно. Получена связь исходного расстояния между агентами с радиусом кривизны в эффективной сферической или гиперболической геометрии. Этот радиус меняется с каждым следующим шагом агентов.

Заключение. Можно констатировать обнаружение нового проявления т.н. квантовой нелокальности, тесно связанного с геометризацией эффективных сил притяжения и отталкивания между агентами.

Список источников

- [1] Rostom A.M., Tomilin V.A., Il'ichov L.V. Geometric model of quantum navigation during (anti-)search on a plane. Chin. J. Phys., 2024, vol. 90, pp. 1095–1100.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.07516>

Quasi-gravitation rather than pseudo-telepathy: Geometric model of quantum navigation during (anti-)search on a plane

Rostom Aiham^{1,2}

aiham.rostom@gmail.com

Tomilin Vladimir Alexandrovich¹

342tomilin@mail.ru

Il'ichov Leonid Veniaminovich^{1(*)}

leonid@iae.nsk.su

¹IA&E SB RAS, Novosibirsk, Russia

²NSU, Novosibirsk, Russia

Abstract. A model of joint random walk of two agents on an infinite plane is considered [1]. The agents possess no means of mutual classical communication and no common external reference points, but have access to previously shared quantum entanglement resource which is used according to a pre-arranged protocol. Depending on the details of the protocol, an effective force of attraction or repulsion emerges between the two agents. The emergence of this force from quantum entanglement is interpreted in terms of effective spherical or hyperbolic geometries for attraction or repulsion, respectively.

Keywords: non-local quantum correlations, entanglement, effective geometry

Introduction. The phenomenon of entanglement — specific correlations between fragments of a quantum system — largely determines the essence and pathos of the so-called Second Quantum Revolution. Entanglement generates quantum non-locality, is used in protocols of quantum methods of information processing and protection, in quantum methods of obtaining images, in quantum metrology.

The subject of this paper is a scenario of entanglement participation in the process of random walk of two agents on an infinite plane. To the randomness of independent choice of directions $\mathbf{n}_A$ and $\mathbf{n}_B$ by agents of each next joint step by preliminary agreement are added signs σ_A and $\sigma_B = \pm 1$, determining for agent A a step in the direction $\sigma_A \mathbf{n}_A$, and for B — in the direction $\sigma_B \mathbf{n}_B$ (or $-\sigma_B \mathbf{n}_B$). The signs are determined by the outcomes of two separate measurements carried out by agents on spatially separated parts of a single entangled quantum system. Depending on the details of the agreed scenario, either effective attraction or effective repulsion of agents is observed during their random walk. In the first case, the probability of their meeting increases, in the second it decreases. These phenomena are generated by entanglement and, therefore, have a purely quantum nature. It is shown, however, that they allow a geometric interpretation.

Methods. Equations are derived and numerically solved, the right part of which reproduces the details of the quantum protocol of joint action of agents, and the left part is constructed from a model of the assumed effective geometry of a two-dimensional space of positive or negative curvature, replacing the geometry of a conventional plane. The equations are solved numerically. A relationship is obtained between the initial distance between agents and the radius of curvature in an effective spherical or hyperbolic geometry. This radius changes with each subsequent step of the agents.

Conclusion. It is possible to state the discovery of a new manifestation of the so-called quantum non-locality, closely related to the geometrization of effective forces of attraction and repulsion between agents.

References

- [1] Rostom A.M., Tomilin V.A., and Il'ichov L.V. Chin. J. Phys., 2024, vol. 90, p. 1095.