

ОЗНАКА ЛОКАЛЬНОСТІ КВАНТОВОГО СТАНУ В ТЕРМІНАХ УМОВНИХ ІМОВІРНОСТЕЙ

Ковтонюк В.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Науковий керівник – Ковтонюк І.Ю.

Ключові слова: квантова інформатика, умови нелокальності, CHSH нерівності.

У сучасній квантовій інформатиці відіграють важливу роль нелокальні стани. Вони можуть бути основою для протоколів квантової комунікації та криптографії [1]. Визначальна характеристика таких станів полягає у тому, що кореляції між двома частинами відповідної квантової системи неможливо представити у вигляді усереднення за деякою локальною змінною [2].

У загальному випадку визначити, чи є заданий стан нелокальним, досить важко: обчислювальна складність зростає експоненційно із збільшенням кількості вимірювальних фізичних величин. Тому важливою є задача виведення загальних умов нелокальності.

Запропонуємо достатню умову локальності для випадку, коли вимірюються по дві фізичні величини $a_1, a_2 = 0, 1$ та $b_1, b_2 = 0, 1$ кожної частини квантової системи. Тоді квантова система буде локальною, якщо існують три вектори $\vec{u} = (u_1, u_2)$, $\vec{v} = (v_1, v_2)$, $\vec{w} = (w_1, w_2)$, координати яких належать інтервалу $[0, 1]$, такі, що:

$$\vec{P}(a_i = a) := \begin{pmatrix} P(b_1 = 0 | a_i = a) \\ P(b_2 = 0 | a_i = a) \end{pmatrix} = c_1 \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix} + c_2 \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} + c_3 \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \end{pmatrix},$$

$$c_1 + c_2 + c_3 = 1, \quad 0 \leq c_j \leq 1,$$

де $i = 1, 2$ та $a = 0, 1$.

Оскільки вектори \vec{u} , \vec{v} , \vec{w} задають вершини трикутника на координатній площині, то геометрично умова локальності означає, що усі чотири вектори $\vec{P}(a_i = a)$ мають знаходитися всередині цього трикутника.

На відміну від відомих CHSH нерівностей у роботі [3] дана ознака сформульована лише за допомогою умовних імовірностей $P(b_k = 0 | a_i = a)$. Як було показано, саме це дає можливість узагальнити отриманий результат на випадок більшої розмірності гільбертового простору, якому належить квантовий стан.

Список використаних джерел:

1. Acín A. From Bell's Theorem to Secure Quantum Key Distribution / A. Acín, N. Gisin, L. Masanes // Phys. Rev. Lett. 97 — 2006 — 120405.
2. Brunner N. Bell nonlocality / N. Brunner, D. Cavalcanti, S. Pironio, V. Scarani, S. Wehner // Rev. Mod. Phys. 86 — 2014 — 419.
3. Clauser J.F. Proposed Experiment to Test Local Hidden-Variable Theories / J.F. Clauser, M.A. Horne, A. Shimony, R.A. Holt // Phys. Rev. Lett. 23 — 1969 — 880 – 884 c.