

Согласовываемая ретропричинность со свободой воли

Я. Ааронов, Э. Коэн, Т. Шуши (Израиль, США, Великобритания)

Реферат подготовил М.Х. Шульман (shulman@dol.ru, www.timeorigin21.narod.ru)

arXiv:1512.06689v1 [quant-ph] 21 Dec 2015

Accommodating Retrocausality with Free Will

Yakir Aharonov^{1,2}, Eliahu Cohen^{3,1} & Tomer Shushi⁴

¹ School of Physics and Astronomy, Tel Aviv University, Tel-Aviv, Israel. E-mail: elياهو@post@post.tau.ac.il

² Schmid College of Science, Chapman University, Orange, California, USA. E-mail: yakir@post.tau.ac.il

³ H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol, Tyndall Avenue, Bristol, UK. E-mail: elياهو.cohen@bristol.ac.uk

⁴ University of Haifa, Haifa 27019, Israel. E-mail: tomershushi@gmail.com

Editors: First Editor, Second Editor & Third Editor

Article history: Submitted on Month Day, 2014; Accepted on Month Day, 2014; Published on Month Day, 2014.

Известна симметричная во времени формулировка квантовой механики – формализм двойного вектора состояния (two state vector formalism – TSVF), которая, наряду с волновой функцией, эволюционирующей вперед во времени (пре-селекция), использует также волновую функцию, эволюционирующую назад во времени (пост-селекция). Такая комбинация порождает более плодотворное понимание квантовой реальности между двумя проективными измерениями. Эта формулировка породила определенные предсказания, уже проверенные с помощью слабых измерений [10 – 13], которые проясняют информацию о квантовом состоянии без коллапса последнего и, таким образом, не меняют пост-селективной вероятности..

Исследуется возможность сочетания концепции свободы воли с теорией ретропричинности. Обсуждается замкнутая петля причинности, которая возникает из-за взаимодействия между двумя системами с противоположно направленными стрелами времени. Предлагаемое решение вытекающих отсюда известных парадоксов причинности основывается на термодинамической нестабильности прошлого.

Переходя к квантовой реальности, подобный парадокс может быть решен за счет квантовой неопределенности, маскирующей свободу воли. Обсуждается понятие “силы” информации, когда термины “сильная информация” и “слабая информация” связываются с сильным (проективным) или слабым значением. Когда информация о будущем событии скрывается за квантовым

индетерминизмом, то это не может противоречить существованию свободы воли. Аналогично, скрытая информация, например, доступная при слабых измерениях, не нарушает принципа причинности. Существование свободы воли в этих симметричных во времени моделях ассоциируется с динамическим понятием времени.

Ссылки:

- [1] Wheeler JA, Feynman RP. Interaction with the absorber as the mechanism of radiation. *Reviews of Modern Physics* 1945 17(2–3): 157–161. doi: 10.1103/RevModPhys.17.157.
- [2] Hoyle F, Narlikar JV. A new theory of gravitation. *Proceedings of the Royal Society of London-Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 1964 282(1389): 191–207. doi: 10.1098/rspa.1964.0227.
- [3] Cramer JG. The transactional interpretation of quantum mechanics. *Reviews of Modern Physics* 1986 58(3): 647–687. doi:10.1103/RevModPhys.58.647.
- [4] Aharonov Y, Bergmann PG, Lebowitz JL. Time symmetry in the quantum process of measurement. *Physicst Review* 1964; 134(6): B1410. doi:10.1103/PhysRev.134.B1410.
- [5] Aharonov Y, Cohen E, Gruss E, Landsberger T. Measurement and collapse within the Two-State-Vector Formalism. *Quantum Studies: Mathematics and Foundations* 2014; 1(1-2):133–146. <http://link.springer.com/article/10.1007/s40509-014-0011-9>.
- [6] Russell P, Deery O. *The philosophy of free will: essential readings from the contemporary debates* New-York: Oxford University Press, 2013. <https://books.google.co.uk/books?id=qEVpAgAAQBAJ>.
- [7] Georgiev D. Quantum no-go theorems and consciousness. *Axiomathes* 2013; 23 (4): 683–695. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10516-012-9204-1>.
- [8] 't Hooft G. The free-will postulate in quantum mechanics. arXiv preprint [quant-ph/0701097](http://arxiv.org/abs/quant-ph/0701097) 2007.<http://arxiv.org/abs/quant-ph/0701097>.
- [9] 't Hooft G. The cellular automaton interpretation of quantum mechanics. A view on the quantum nature of our universe, compulsory or impossible? arXiv preprint [arXiv:1405.1548](http://arxiv.org/abs/1405.1548) 2007. <http://arxiv.org/abs/1405.1548>.
- [10] Aharonov Y, Albert DZ, Vaidman L. How the result of a measurement of a component of the spin of a spin-1/2 particle can turn out to be 100. *Physical Review Letters* 1988 60(14): 1351–1354. doi:10.1103/PhysRevLett.60.1351.
- [11] Tamir B, Cohen E. Introduction to weak measurements and weak values. *Quanta* 2013 2(1): 7-17. doi:10.12743/quanta.v2i1.14.
- [12] Aharonov Y, Cohen E, Elitzur AC. Foundations and applications of weak quantum measurements. *Physical Review A* 2014 89(5): 052105. doi:10.1103/PhysRevA.89.052105.
- [13] Aharonov Y, Cohen E, Elitzur AC. Can a future choice affect a past measurement's outcome? *Annals of Physics* 2015 355: 258–268. doi:10.1016/j.aop.2015.02.020.
- [14] Elitzur AC, Cohen E, Shushi T. The too-latechoice experiment: Bell's proof applied to a time-reversed setting. Forthcoming. <http://www.ijqf.org/wps/wp-content/uploads/2015/07/Elitzur-IJQF-paper-2.pdf>.
- [15] Gisin N, Ribordy G, Tittel W, Zbinden H. Quantum cryptography. *Reviews of Modern Physics* 2002 74(1): 145–195. doi:10.1103/RevModPhys.74.145
- [16] Bennett C, Brassard G. Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing. in *Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing* 1984 175–179. <http://ci.nii.ac.jp/naid/20001457561>
- [17] Bousso R, Susskind L. Multiverse interpretation of quantum mechanics. *Physical Review D* 2012 85(4): 045007. doi:10.1103/PhysRevD.85.045007.

- [18] Deutsch D. The structure of the multiverse. *Proceedings of the Royal Society of London-Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 2002 458(2028): 2911–2923. doi:10.1098/rspa.2002.1015.
- [19] Bars I. Survey of two-time physics. *Classical Quantum Gravity* 2001 18(16): 3113. DOI:10.1088/0264-9381/18/16/303.
- [20] Bars I, Terning J, Nekoogar F, Krauss LM. Extra dimensions in space and time pp. 67–87 Heidelberg: Springer, 2010. doi:10.1007/978-0-387-77638-5.
- [21] Carlini A, Frolov VP, Mensky MB, Novikov ID, Soleng HH. Time machines: the principle of selfconsistency as a consequence of the principle of minimal action. *International Journal of Modern Physics D* 2012 4(05): 557–580. doi:10.1142/S0218271895000399.
- [22] Novikov ID. Time machine and self-consistent evolution in problems with self-interaction. *Physical Review D* 1992 45(6): 1989-1994. doi:10.1103/PhysRevD.45.1989.
- [23] Lloyd S, Maccone L, Garcia-Patron R, Giovannetti V, Shikano Y. Quantum mechanics of time travel through post-selected teleportation. *Physical Review D* 2011 84(2): 025007. doi:10.1103/PhysRevD.84.025007.
- [24] Aharonov Y, Popescu S, Tollaksen JM. Each instant of time a new universe. In *Quantum Theory: A Two-Time Success Story*, Struppa DC, Tollaksen JM (editors), pp. 21–36. Milan: Springer, 2014. 10.1007/978-88-470-5217-8_3.