

Идеализм Беркли в отношении свойств в ортодоксальной квантовой механике и его приложения в квантовой гравитации¹

Маркун Кабболет²

В этой заметке показано, что ортодоксальная квантовая механика (ОКвМ) влечет за собой идеализм Беркли в отношении свойств (ИБвОС³): квантовый объект «имеет» количественное значение свойства только при наблюдении этого свойства. Этим утверждается, что ИБвОС ставит под вопрос развитие теории гравитации в рамках ОКвМ, в плане того, как может квантовый объект начать искривлять пространство-время, если он не имеет собственной энергии при отсутствии наблюдения?

Знаменитое *esse est percipi* («существовать, значит, быть воспринимаемым»), выдвинутое Беркли в его книге «Трактат о принципах человеческого знания» (1710) означает, что объект существует только, если он наблюдается. Хотя эта идея в настоящее время считается, по меньшей мере, маловероятной, цель этой короткой заметки (I), показать, что некоторая форма идеализма Беркли вызывается к жизни ортодоксальной квантовой механикой (ОКвМ), и (II), обсудить, какое это имеет значение для развития квантовой теории гравитации.

Если мы посмотрим на онтологию «кванта», то, конечно, ОКвМ не отрицает, что квантовый объект *существует* в отсутствие наблюдения. Состояние квантового объекта представлено волновой функции ψ с нормой $\|\psi\|=1$, что означает: если мы поищем квантовый объект во всем пространстве, то мы его обязательно найдем. Теперь по определению, «полнота» теории подразумевает, что каждый объект, определенно предсказываемый теорией должен иметь соответствие [аналог] в физической реальности [1]. Следовательно, если мы рассматриваем ОКвМ как полную теорию, то с ее точки зрения квантовый объект с волновой функцией ψ , для которой $\|\psi\|=1$, имеет аналог в физической реальности, а это означает, что он существует.

Чтобы добраться до идеализма Беркли, мы должны взглянуть на постулаты ОКвМ, ведущие речь о свойствах. Что касается свойств, которые имеют более

¹ Berkelian Idealism Regarding Properties in Orthodox Quantum Mechanics, and Implications for Quantum Gravity. Marcoen J.T.F. Cabbolet. <http://arxiv.org/abs/1506.08056>

Перевод: Олег Кириллов.

² E-mail: Marcoen.Cabbolet@vub.ac.be

³ Berkelian idealism regarding properties (BIRP). Примеч Перев.

одного возможного значения⁴, мы получим следующее следствие, которое ранее было замечено Мюллером в [2]:

Следствие 1. *ОКвМ влечет идеализм Беркли в отношении свойств (ИБвОС). То есть, при отсутствии специальных приготовлений, квантовый объект находится в суперпозиции собственных состояний оператора \hat{X} и «имеет» соответствующее свойство X с количественной величиной x_j , только как результат измерения свойства X .*

Доказательство. Это следствие вытекает непосредственно из двух постулатов ОКвМ: Стандартный Постулат Свойства (СПС⁵) и проекционного постулата (ПП):

Постулат 2. (СПС) *квантовый объект «имеет» свойство X с количественным значением x_j , если и только если он находится в собственном состоянии $|x_j\rangle$ соответствующего оператора \hat{X} [3].^{6 7}*

Постулат 3. (ПП) *если при измерении наблюдаемого свойства X квантового объекта получается результат x_j , то сразу же после измерения квантовый объект находится в собственном состоянии $|x_j\rangle$, соответствующего оператора \hat{X} [4].*

Итак, с одной стороны, СПС запрещает говорить, что квантовый объект «имеет» определенное значение свойства, когда он *не находится* в собственном состоянии соответствующего оператора, то есть, когда он находится в суперпозиции собственных состояний оператора. С другой стороны, СПС говорит, что для квантового объекта «иметь» количественное значение свойства x_j означает, что он *должен находиться* в собственном состоянии $|x_j\rangle$, и, учитывая, что ПП является единственным постулатом ОКвМ, который говорит нам о том, как квантовый объект может получить необходимое собственное состояние $|x_j\rangle$, то мы приходим к выводу: для того чтобы квантовый объект находился в собственном состоянии

⁴ Например, если мы измеряем положение электрона, то полученное значение является одним из целого ряда возможных значений.

⁵ the Standard Property Postulate (SPP). *Примеч Перев.*

⁶ Использование операторов для представления наблюдаемых свойств было подвергнуто критике в [5]; Однако, это замечание касается ОКвМ.

⁷ СПС, в плане словосочетания «только если», был подвергнут критике [6]. Тем не менее, СПС, в приведенной формулировке, важен для ОКвМ: если мы уберем часть «только если», то мы выйдем за рамки ОКвМ. Это замечание об ОКвМ с СПС, как указано.

$|x_j\rangle$, он должен быть наблюдаемым с количественным значением x_j свойства⁸. Следовательно, ОКвМ влечет за собой ИБвОС.

Этот ИБвОС отражает существенный аспект природы квантов, и конечно, остается целым и невредимым, когда мы делаем релятивистские поправки: это касается *значений* наблюдаемых свойств, но не *сущности* квантов, как описывает ОКвМ.

ИБвОС ставит под вопрос развитие теории гравитации в рамках ОКвМ и проблема в том, что концептуально трудно поместить принцип кривизны пространства-времени в рамки контекста ОКвМ. Дело в том, что именно в общей теории относительности (ОТО), пространство-время искривляется из-за энергии объектов (частиц), что выражается уравнениями поля Эйнштейна. Итак, пусть мы хотим сформулировать этот принцип в рамках ОКвМ, и мы считаем, - как в ОТО, что пространство (или пространство-время) не должно быть физическим объектом (эфир). Тогда, с одной стороны, значение метрического тензора g в пространственно-временном событии (\vec{x}, t) не является свойством «квантового объекта»: для любого наблюдателя H , пространство-время «имеет» определенный метрический тензор g в пространственно-временном событии (\vec{x}, t) независимо от того, измеряется он или нет, и, следовательно, кривизна имеет значение в этом событии *даже в отсутствие измерения*. Но, с другой стороны, квант не может «иметь» собственную энергию (или гравитационную массу), которая и должна быть причиной этой кривизны, до тех пор, пока энергия не измерена. Это проблема. Конечно, чисто прагматически может получить уравнение, с помощью которого получается кривизна, например, по ожидаемым значениям энергий квантов, но суть в том, что это было бы **концептуально не согласовано**: кванты **не имеют** свойства в отсутствие измерения – это проблема. Поэтому мы вынуждены констатировать, что не возможно разработать концептуально согласованное расширение ОКвМ, охватывающее гравитацию.

⁸ Некоторые квантовые физики утверждают, что в определенных случаях квантовый объект, находящийся в суперпозиции собственных состояний может попасть в собственное состояние в результате временной эволюции: эти особые случаи исключены условием «при отсутствии специальных приготовлений» в Следствии 1.

References

- [1] A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, *Phys. Rev.* 47(10), 777-780 (1935)
- [2] F.A. Muller, *Philosophy of Matter*, syllabus of the Erasmus University Rotterdam (unpublished), p. 129 (2011)
- [3] F.A. Muller, M.P. Seevinck, *Brit. J. Phil. Sci.* 58, 595-604 (2007)
- [4] J. Von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics* (Princeton University Press, Princeton), pp. 347-348 (1955)
- [5] M. Daumer, D. Dürr, S. Goldstein & N. Zanghi, *Erkenntniss* 45, 379-397 (1997)
- [6] F.A. Muller, *Circumveiled by Obscuritads. The nature of interpretation in quantum mechanics, hermeneutic circles and physical reality, with cameos of James Joyce and Jacques Derrida*, arXiv:1406.6284 [physics.hist-ph] (2014)