

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

В защиту квантового идеализма

М.А. Попов

Квантовая физика рассматривается в контексте философии идеализма.

PACS numbers: 01.55.+b, 01.70.+w

Содержание

1. Введение (1382).
2. Варианты опровержения квантового идеализма (1382).
 - 2.1. Опровержение в форме Ландау – Лифшица.
 - 2.2. Опровержение в форме Курта Готтфрида.
 - 2.3. Опровержение в форме ван Кампена.
3. Решающий эксперимент (1383).
- Список литературы (1384).

1. Введение

Некоторые характеристики квантовых частиц не могут существовать без экспериментатора. Соответственно эксперимент (а не просто "измерение") представляет естественное состояние квантового мира.

Однако, согласно А. Эйнштейну, такой "квантовый солипсизм" (термин А. Эйнштейна, см. [1]) представляет собой "рискованную игру с реальностью — с реальностью как с чем-то независимым от того, что установлено экспериментом" [2].

В прямом противоречии со своим собственным идеализмом (см., например, "Замечание относительно взаимоотношения между теорией относительности и идеалистической философией" К. Гёделя [3] и современные исследования проблемы псевдотензора в общей теории относительности [4]), А. Эйнштейн (подобно тому как это ранее делал В. Ленин [5]) предполагал, что физики должны верить в то, что определенные характеристики квантовых частиц могут существовать независимо от экспериментатора, даже если квантовые эксперименты доказывают обратное [6].

Парadox запутывания, сформулированный Эйнштейном, Подольским и Розеном в 1935 г. [7], не был, однако, способен остановить развитие квантового идеализма в физике. И сегодня, когда эффект Эйнштейна – Подольского – Розена (в котором между относительно далеко удаленными и не взаимодействующими в настоящее время частицами существует сильная корреляция) [8] является обычным лабораторным опытом, мы можем, наконец, всерьез рассматривать квантовый солипсизм (но не берклианство вообще) как направление экспериментального идеализма современной науки.

М.А. Попов (M.A. Popov). The Royal Institute of Philosophy, 14 Gordon Square, WC1H OAG, London, United Kingdom
Tel. (44-0207) 326-21-49. Fax (44-0207) 383-40-61, (44-0798) 602-61-08
E-mail: j.garvey@royalinstitutephilosophy.org,
j.armstrong@langfordgreen.demon.co.uk

Статья поступила 21 мая 2003 г.

Согласно Э. Шрёдингеру (1961), "научное знание образует часть идеалистической подосновы (background) человеческой жизни" [9], которая возвышает человека от состояния невежества до истинной гуманности.

Таким образом, несмотря на то что несовершенство квантового идеализма является нежелательным и неприятным свойством современного экспериментального идеализма в науке, мы, тем не менее, можем ожидать, что традиционный тривиальный "материализм" в квантовой физике не может преобладать *всегда*. Так или иначе, эволюция научного знания подходит поразительно близко к идеалистической картине природы.

2. Варианты опровержения квантового идеализма

Определенные характеристики квантовых частиц не могут существовать без экспериментатора. Таким образом, эксперимент представляет собой естественное и фундаментальное состояние квантовой материи.

Однако весьма затруднительно *не* думать об экспериментальном квантовом результате как имеющем отношение к некоторым "предсуществующим" (т.е. существовавшим еще до эксперимента), "локально реальным" или "скрытым" свойствам "объективной" реальности, которая должна существовать без экспериментатора.

Такого рода когнитивные затруднения традиционно выражаются посредством различных форм опровержения квантового идеализма, выводимых обычно из установок антиидеализма, основанных на соображениях здравого смысла. В 1990 г. Джон Белл в своей стимулирующей (последней) статье "Против "измерения" [10] выделил три основных формы опровержения квантового идеализма в современной квантовой механике.

2.1. Опровержение в форме Ландау – Лифшица

Эта форма опровержения является вполне ясной и хорошо определенной. В согласии с Беллом, в опровержении Ландау – Лифшица (ЛЛ-опровержении), следуя Н. Бору, подчеркивается, что квантовая механика требует для ее формулировки некоторых "классических понятий", таких, как "классический аппарат", "классическое измерение", "классическая несущественность присутствия внешнего наблюдателя" (*inhumanity*), а также небольшого количества квазиклассической математики.

Исходя из этого, мы можем сформулировать ЛЛ-опровержение следующим образом.

ШАГ 1. Принципиально невозможно сформулировать основные понятия квантовой механики без использования классической механики.

ШАГ 2. Возможность квантового описания движения электрона требует также присутствия физических объектов,

которые с достаточной степенью точности подчиняются классической механике.

ШАГ 3. В этом контексте "классический объект" обычно называется "аппаратом", а о его взаимодействии с электроном говорят как об "измерении" [11, с. 3].

ШАГ 4. Таким образом, под "измерением" в квантовой механике понимается любой процесс взаимодействия между классическим и квантовым объектами, происходящий независимо от наблюдателя [11, с. 3].

ШАГ 5. Следовательно, даже если квантовое измерение связано с тем обстоятельством, что динамические характеристики электрона обнаруживаются только как результат измерения, тем не менее, "очевидно", что измеряемая величина имеет сама по себе определенное предсуществующее значение, независимое от измерения [11, с. 3].

Рассмотрим, следуя [10], математическую систему, состоящую из двух частей: классической (аппарат) и квантовой (электрон).

Состояния аппарата описываются квазиклассической волновой функцией $F_n(z)$, где индекс n соответствует "результату измерения", т.е. показаниям аппарата g_n , z обозначает множество его координат.

Пусть $F_0(z)$ — волновая функция начального состояния аппарата, соответственно $W(q)$ — волновая функция электрона. Тогда начальная волновая функция всей системы как целого представляет собой произведение

$$W(q)F_0(z).$$

Таким образом, после измерения мы получаем сумму $\sum A_n(q)F_n(z)$, где $A_n(q)$ — функции от q .

"Классическая" природа аппарата в этом контексте означает, что в любой момент величина g ("показание" аппарата) имеет некоторое определенное предсуществующее значение.

"Это позволяет говорить, что состояние системы аппарат + электрон после измерения будет в действительности описываться не всей суммой, но только одним членом этой суммы, который соответствует "показанию" g_n аппарата" [11, с. 22], или $A_n(q)F_n(z)$.

Отсюда Ландау и Лифшиц устанавливают следующую "объективную" теорему (для "объективной" физики без наблюдателя).

Теорема. $A_n(q)$ пропорционально волновой функции электрона после измерения [11, с. 22].

2.2. Опровержение в форме Курта Готтфрида

Весьма амбициозная, инновативная, нередко озадачивающая и ориентированная на теорию декогеренции форма опровержения квантового идеализма развита К. Готтфридом в 1966 г. и уточнена им в 1991 г. (в ответ на критику Белла и уже после его смерти) [12, 13].

Как хорошо известно, фон Нейман в его "Математических основаниях квантовой механики" (1955 г.) разделил наш мир на три части: 1, 2 и 3, где 1 — система, которая наблюдается, 2 — измеряющий инструмент и 3 — та часть мира, которая ассоциируется с самим наблюдателем [14]. Фон Нейман показал, что "граница может быть с равным успехом проведена как между 1 и 2 + 3, так и между 1 + 2 и 3" [14, с. 421].

В противоположность фон Нейману К. Готтфрид предположил, что базовая глобальная структура Мира как целого (W) представляет собой сумму

$$W = S + R,$$

где S — квантовая система, а R — остальной мир, из которого осуществляются измерения над S . Таким образом, внутри такого Мира как целого существование физика-наблюдателя не является необходимым.

Такой вывод К. Готтфрида основывается, однако, на очень "земной" философии: "Физика, в противоположность

иным занятиям, требующим непомерных усилий, представляет собой изучение воспроизводимых явлений. В микромире является эмпирическим фактом, понятным без помощи какой-либо теории, что лишь поведение ансамбля в общем случае воспроизводимо, тогда как поведение индивидуальных систем таким не является. До поры до времени было возможно ввести предположение, что существуют скрытые переменные, которые, если их обнаружить, устроят необходимость статистики на фундаментальном уровне. Однако эксперименты, инспирированные неравенством Белла, закрыли возможность такого выхода, так как они запретили все теории скрытых переменных, кроме тех, в которых скрытые переменные нелокальны. Следовательно, статистическая теория микрокосмоса — это все, что остается искать теоретической физике" [13, с. 36].

2.3. Опровержение в форме ван Кампена

Это "перфекционистский" (отчасти также догматический) способ опровержения квантового идеализма, предполагающий, что квантовая механика представляет собой "совершенно логичную, самосогласованную физическую теорию, которая может быть понята рационально" [15, с. 17], без какого-либо ощущения иррациональности.

Согласно ван Кампену, иррациональное ощущение составляет главную проблему современной квантовой физики, потому что "оно привело к таким причудливым "интерпретациям" как теории скрытых переменных, разума наблюдателя, многих миров и модификациям в стиле Жирарди. Они не нужны и бесполезны для понимания квантовой механики. Джон Белл, Роджер Пенроуз и другие, пишущие для широкой публики, оказывают плохую услугу науке, покрывая квантовую механику мистической аурой" [15, с. 17].

"Перфекционистский" канон квантовой механики включает, таким образом, следующие совершенные дефиниции во вкусе позднего ван Кампена:

1) квантовая механика имеет дело с феноменами, наблюдаемыми и записываемыми макроскопическим аппаратом. Чтобы аппарат был чувствителен к микроскопическому событию, он приводится в метастабильное состояние. Соответственно событие вызывает переход в стабильное состояние и тем самым теряет неисчезаемость записи [15];

2) "макроскопическая система" представляет собой квантовую систему, обладающую таким количеством степеней свободы, что индивидуальные собственные состояния и собственные значения этой системы теряют смысл;

3) "измерение" включает взаимодействие между объектом и аппаратом и описывается уравнением Шредингера для составной системы [15];

4) необходимо делать различие между коллапсом волновой функции и коллапсом вероятности. К сожалению, использование матрицы плотности толкает к смешиванию этих видов коллапса [15, с. 17];

5) коллапсы происходят независимо от наблюдателя, как только наблюдатель сделал выбор эксперимента;

6) волновая функция — это математический инструмент для вычисления вероятностей. Вероятности можно сравнивать с наблюдениями, только повторяя эксперимент много раз.

Отсюда, как заключение, — "квантовая механика может быть понята рационально", без какого бы то ни было ощущения иррациональности [15].

3. Решающий эксперимент

В своей основной философской работе "Основания идеализма" Сергей Николаевич Трубецкой (1862–1905 гг.) дал систематический анализ фундаментальных находок философского идеализма в терминах науки начала XX века.

В частности, он показал, что основное предположение всех подлинных идеалистов, начиная со школы элеатов и кончая Гегелем, содержится в следующей *формуле*:

"Нет никакого сомнения, что все наше знание начинается с опыта. Однако мы не знаем реальности вне сознания, ибо мы знаем только реальность, которая есть в сознании. Вещи не могут существовать, следовательно, без сознающего разума".

Как следствие, мы должны допустить, что не существует объекта без субъекта познания, "вещь в себе" (не мыслимый и не выражимый абсолютно независимый объект) не может существовать. То, что мы не можем мыслить, не может и существовать и т.д. [16, с. 597–613].

Как хорошо известно, чтобы проверить эту *формулу*, И. Кант развел идею так называемых "психологических самоэкспериментов", в которых экспериментатор пытается вообразить произвольный объект вне пространства и времени [16]. Следуя Канту, С.Н. Трубецкой сделал попытку использовать своего рода "мысленные эксперименты" для того, чтобы доказать *формулу*. В частности, он предположил, что мы не можем вообразить существование неорганической Вселенной без наблюдателя. Нет сомнения, что современная наука может помочь нам в реконструкции начальной истории Вселенной без разумного наблюдателя. Такое описание представляет собой описание некоторого воображаемого наблюдателя, но не наблюдателя подлинного, живущего в эпоху зарождения Вселенной [16, с. 606].

В 1935 г. А. Эйнштейн, Б. Подольский и Н. Розен впервые в мировой истории идеализма вывели из антиидеализма экспериментально проверяемые следствия, делающие возможным решающий эксперимент [7].

Мы можем описать такой "ЭПР-эксперимент" в терминах Дэвида Бома как квантовый эксперимент, в котором покоящаяся частица, не имеющая спина, распадается на две идентичные частицы (частица 1 и частица 2) со спинами 1/2. Так как импульс сохраняется, частицы разлетаются в противоположных направлениях. А в силу того, что спин сохраняется, два спина должны давать в сумме нуль. Следовательно, если спин частицы 1 при измерении оказывается направленным "вверх" (т.е. в положительном направлении относительно некоторой оси), то спин частицы 2 должен быть направлен "вниз" (т.е. в отрицательном направлении той же оси). Это обстоятельство было использовано Эйнштейном, Подольским и Розеном, чтобы доказать (методом от противного) существование "локальной реальности", независимой от сознания наблюдателя.

В середине 1960-х Джон Белл показал, что можно реально осуществить ЭПР-эксперимент. Он показал, что если мы измеряем спин частицы 1 относительно одного направления, а спин частицы 2 относительно другого, то результаты будут коррелированы. Например, если мы измеряем спины обеих частиц относительно одного и того же направления, то спин частицы 2 будет направлен вниз, когда спин частицы 1 направлен вверх. Таким образом, они коррелированы (или, точнее, антикоррелированы). Однако если спины измеряются вдоль различных направлений (осей), то корреляция ослабевает [17].

In defence of quantum idealism

M.A. Popov

The Royal Institute of Philosophy,

14 Gordon Square, WC1H 0AG, London, United Kingdom

Tel. (44-0207) 326-2149. Fax (44-0207) 383-4061, (44-0798) 602-6108

E-mail: j.garvey@royalinstitutephilosophy.org, j.armstrong@langfordgreen.demon.co.uk

Quantum physics is discussed in the context of the philosophy of idealism.

PACS numbers: **01.55.+b, 01.70.+w**

Bibliography — 18 references

После открытия Белла было осуществлено несколько ЭПР-экспериментов: Дж. Клаузером и С. Фридманом (1972 г.); А. Аспектом, Ж. Далибаром и Дж. Роджером (1982 г.); Г. Вейхсом, Т. Йенивейном, Х. Саймоном, Г. Вайнфуртером и А. Цайлингером (1998 г.) [18].

Результаты ЭПР-экспериментов имеют фундаментальное философское значение.

1. ЭПР-эксперименты доказали, что невозможно найти такую "локальную реальность" в квантовой физике, которая была бы независима от сознания физика-наблюдателя.

2. Таким образом, квантовый идеализм как форма философского идеализма стал направлением экспериментальной науки впервые во всемирной истории идеализма.

3. Это означает, что впервые в ее очень долгой (многотысячелетней) истории идеалистическая философия в XXI веке имеет точные экспериментальные аргументы, которые принципиально (!) не могут быть отвергнуты невежественными правительствами, популярными реалистами и антифилософами без новых и более точных экспериментов.

Благодарности. Предлагаемая статья представляет адаптацию и развитие идей, содержащихся в моем сообщении "Космические науки и идеализм", представленном на Всеобщем космическом конгрессе-2002 (IAF-COSPAR, Хьюстон, Техас, 10–19 октября 2002 г.). Я признателен всем участникам нашей специальной сессии 1-0023-02 за полезные комментарии и интерес к теме.

Список литературы

1. Einstein A, in *Louis de Broglie: Physicien et penseur* (Paris: Michel, 1953)
2. "Letter by A. Einstein to E. Schrödinger dated 22 December, 1950", in Pais A "Subtle is the Lord....": *The Science and the Life of Albert Einstein* (Oxford: Oxford Univ. Press, 1982) p. 143
3. Gödel K "Remark about the relationship between relativity theory and idealistic philosophy", in *Albert Einstein, Philosopher-Scientist* (The Library of Living Philosophers, Vol. 7, Ed. P A Schilpp) (Evanston, Ill.: Library of Living Philosophers, 1949) p. 555
4. Логунов А А, Лоскутов Ю М, Мествишивили М А УФН **155** 369 (1988)
5. Ленин В И *Материализм и эмпириокритицизм; Критические заметки об одной реакционной философии* (М.: Госполитиздат, 1946)
6. "Letter by A. Einstein to M. Besso, 24 July 1949", see Ref. [2] p. 463
7. Einstein A, Podolsky B, Rosen N *Phys. Rev.* **47** 777 (1935)
8. Pan J-W et al. *Nature* **421** 721 (2003)
9. Schrödinger E *Science and Humanism; Physics in Our Time* (Cambridge: Univ. Press, 1951) p. 9
10. Bell J *Phys. World* **3** (8) 33 (1990)
11. Ландау Л Д, Либниц Е М *Квантовая механика: Нерелятивистская теория* (М.: Наука, 1974)
12. Gottfried K *Quantum Mechanics* (New York: W.A. Benjamin, 1966)
13. Gottfried K *Phys. World* **4** (10) 34 (1991)
14. von Neumann J *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics* (Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1955)
15. van Kampen N G *Phys. World* **4** (12) 16 (1991)
16. Трубецкой С Н "Основания идеализма", в кн. *Сочинения* (Под ред. П П Гайденко) (М.: Мысль, 1994)
17. Greenberger D, Zeilinger A *Phys. World* **8** (9) 33 (1995)
18. Weihs G et al. *Phys. Rev. Lett.* **81** 5039 (1998); quant-ph/9810080(v1)

Received 21 May 2003