ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 530.1; 159.955

А. Н. Верхозин

КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ СОЗНАНИЯ — ПУТИ СТАНОВЛЕНИЯ

Рассматривается предложенная М. Б. Менским интерпретация квантовой механики, основанная на многомировой интерпретации Эверетта и на отождествлении сознания наблюдателя с разделением альтернатив. Обсуждаются спорные места этой концепции.

Ключевые слова: квантовая механика, проблема измерения, волновая функция, запутанное состояние, многомировая интерпретация, сознание, разделение альтернатив.

В своей нобелевской речи академик В. Л. Гинсбург назвал 30 наиболее важных, по его мнению, проблем физики начала 21-го века. Отдельно он выделил три великие проблемы: «… во-первых, вопрос о возрастании энтропии, необратимости и стрелы времени; во-вторых, это проблема интерпретации нерелятивистской квантовой механики. В-третьих, это вопрос о редукции от живого к неживому, т. е. вопрос о возможности объяснить происхождения жизни и мышления на основе одной только физики» [1]. Оказывается три проблемы Гинзбурга тесно связаны между собой. В редакции проф. М. Б. Менского [2, С. 158] эти проблемы обозначены так.

1. Интерпретация квантовой механики: что происходит при измерении?
2. Феномен жизни и редукционизм: что такое жизнь с точки зрения физики?
3. Стрела времени: откуда берётся необратимость?

Как видим, изменён порядок — второй вопрос у Гинзбурга стал первым, а первый — третьим. И это, как мы далее увидим, не случайно.

В 1957 году американский физик Хью Эверетт предложил так называемую многомировую интерпретацию квантовой механики. Проф. М. Б. Менский называет эту интерпретацию «*самой интересной и самой радикальной*». Поясним кратко её суть. Пусть система находится в суперпозиционном состоянии:

$$\Psi_\Sigma = c_1\Psi_1 + c_2\Psi_2 + \ldots + c_N\Psi_N = \sum_{i=1}^{N} c_i\Psi_i \,. \qquad (1)$$

Условие нормировки:

$$\sum_{i=1}^{N} |c_i|^2 = 1 \,.$$

Квадрат модуля коэффициента c_i определяет вероятность того, что при измерении система будет обнаружена в состоянии, описываемом волновой функцией Ψ_i. Согласно копенгагенской трактовке, волновая функция при этом коллапсирует, т. е. мгновенно обращается в нуль для всех компонент суперпозиции, кроме

одной. По Бору и Гейзенбергу происходит *редукция состояния* или *коллапс волновой функции*, т. е. волновая функция претерпевает *необратимое изменение*. По Эверетту же коллапс волновой функции вообще не происходит никогда.

Дело в том, что любое квантовомеханическое измерение (рис. 1) «расщепляет» Вселенную на реально существующие классические макроскопические копии, каждая из которых отвечает возможному её состоянию.

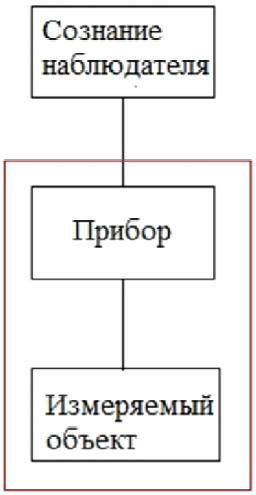

Рис. 1. Схема квантового измерения

Прибор и измеряемый объект представляют собой единую квантовую систему. На рис. 1 эта система выделена красным прямоугольником. При измерении прибор *запутывается* с измеряемым объектом, возникает новое суперпозиционное состояние системы «*прибор+измеряемый объект*». Под «прибором» мы понимаем измерительную аппаратуру плюс органы чувств наблюдателя (глаза, уши и т. д.).

Пусть до измерения прибор находится в состоянии Φ_0. Измеряемая система — в состоянии (1). Сложная составная система *факторизована*. Поэтому её состояние до измерения описывается волновой функцией

$$\Psi_0 = \psi \cdot \Phi_0 = c_1\psi_1\Phi_0 + c_2\psi_2\Phi_0 + \ldots \qquad (2)$$

Если в процессе измерения окажется, что измеряемый объект находится в одном из состояний ψ_i, а прибор окажется в состоянии Φ_i, то состоянию составной системы можно охарактеризовать волновой функцией $\psi_i\Phi_i$ ($i = 1, 2, 3, \ldots$). Значит, до измерения составная система находится в суперпозиционном запутанном состоянии, которое описывается волновой функцией

$$\Psi = c_1\psi_1\Phi_1 + c_2\psi_2\Phi_2 + \ldots \qquad (3)$$

Таким образом, в процессе измерения составная система переходит из состояния Ψ_0 в состояние Ψ. Если наблюдатель осознал, что измерение произошло, он должен описывать составную систему формулой (3), а если он к тому же осознал результат измерения, то состоянию составной системы надо приписать одну из волновых функций $\psi_i\Phi_i$ в зависимости от результата.

Сложная составная система «прибор+измеряемый объект» эволюционирует дальше по законам обратимой линейной квантовой механики, согласно уравнению Шрёдингера. Её волновая функция представляет собой когерентную суперпозицию, компоненты которой разделяет сознание наблюдателя. Необратимость, сопровождающая квантовое измерение, присутствует только в его сознании.

В каждой из эволюционных ветвей реализуются те или иные возможности, содержащиеся в исходной суперпозиции. Каждая компонента квантовой суперпозиции представляет собой отдельную и равноправную классическую реальность. Вселенная расщепляется на ряд вселенных-ветвей, каждая из которых соответствует своему возможному исходу события. То, что мы воспринимали как коллапс, означает, что наше сознание выбрало определённый путь через эти ветви, и поэтому наблюдается один набор результатов вместо другого из огромного числа других возможностей. Другие копии нашего сознания наблюдают другие возможные исходы в других вселенных-ветвях. В практическом плане данная концепция совпадает с копенгагенской. Последнее обстоятельство даёт повод позитивистски настроенным специалистам не принимать многомировую интерпретацию всерьёз, считая её слишком экзотической.

При рассмотрении идеи Эверетта надо иметь в виду, что слово «существование» может употребляться в двух смыслах. Объект может существовать во времени и пространстве. Например, мы говорим: существует Земля или существует электромагнитное поле и т. д. Но возможно существование *в чисто логическом смысле*. Это предполагается всегда, когда говорится о существовании, например, целых чисел, электромагнитной теории, самого пространства и времени или миров Эверетта. Поэтому считать концепцию Эверетта контринтуитивной нет оснований.

В настоящее время многомировая интерпретация активно обсуждается в связи с космологическими проблемами. «*Многомировая интерпретация представляет собой естественный выбор для квантовой космологии, которая описывает вектор состояния для Вселенной в целом. Нет ничего более макроскопичного, нежели Вселенная. Она может априори не иметь классических подсистем. В ней может не быть «внешнего» наблюдателя*» [3]. Среди сторонников её много известных учёных. Допускают многомирие Дж. Уилер, Р. Фейнман, Е. Вигнер, Д. Дойч, С. Хокинг, М. Тегмарк, А. Шимони, в России — проф. М. Б. Менский и многие другие.

В 2000 г. М. Б. Менский дополнил концепцию Эверетта представлением о тождестве разделения альтернатив и сознания. Такую интерпретацию он называет *Расширенной концепцией Эверетта* (РКЭ) или *Квантовой концепцией сознания* (ККС). Разработке этой идеи посвящён ряд его работ, из которых назовём [2, 4, 5]. РКЭ не только объясняет классический характер альтернатив, но и необычные проявления сознания, возникающие в пограничной ситуации (во время сна или транса), когда становится возможным доступ к другой альтернативной классической реальности. Квантовая эволюция в данной концепции обратима, поэтому все моменты времени в квантовом мире эквивалентны. Впечатление от течения времени возникает лишь в сознании наблюдателя.

В предисловии к статье М. Б. Менского «Концепция сознания в контексте квантовой механики» [4] В. Л. Гинзбург пишет: «*Не понимаю, почему так называемая редукция волновой функции как-то связана с сознанием наблюдателя. Например, в известном дифракционном опыте электрон проходит через щели и затем на экране (фотопластинке) появляется «точка», т. е. становится из-*

вестно, куда попал электрон … Разумеется точки на экране наблюдатель увидит и на следующий день после осуществления опыта, и при чём здесь какая-то особая роль его сознания, мне непонятно». Далее читаем: *«Если описывать состояние электрона после его взаимодействия с атомами в фотопластинке с помощью волновой функции, то эта функция будет, очевидно отлична от первоначальной и, скажем, локализована в «точке» на экране. Это и называют обычно редукцией волновой функции».* Однако, Гинзбург относился к изучению основ квантовой механики с большим вниманием, предоставляя страницы редактируемого им журнала «Успехи физических наук» учёным, взгляды которых совершенно не соответствовали его собственным.

Сознание, согласно словарям, это высшая форма отражения действительности, категория для обозначения ментальной (умственной) деятельности человека по отношению к самой этой деятельности (осознание своего «Я»). Сознание является предметом изучения таких дисциплин, как философия, психология, нейробиология. Сознание тесно связано с мышлением, но не следует смешивать эти термины. Мышление — отражение объективной действительности в понятиях, суждениях, умозаключениях. Поэтому сознание — необходимая предпосылка для мышления.

Существует три направления, пытающихся объяснить сущность сознания и мышления. Идеалисты утверждают, что сознание и мышление первичны, и объекты физического мира не существуют вне их восприятия. Наиболее последовательно этот тезис был развит епископом Дж. Беркли, утверждавшим, что «быть — значит быть воспринимаемым». Материалисты (например, Ф. Энгельс) считают сознание свойством высокоорганизованной материи — мозга. Сторонники же психофизического параллелизма утверждают, что процессы, протекающие в мозгу, параллельны событиям, характеризующим мыслительные процессы, и подчеркивают, что связь между ними — именно параллельная, а не причинно-следственная. Очевидно, что ККС снимает противоречие между идеалистическим и материалистическим подходом.

Проблема сознания и мышления тесно связана со старинной и всё ещё не решённой проблемой создания искусственного интеллекта. Тест Тьюринга (1950) предложен для решения вопроса, может ли машина мыслить? Вот его стандартная формулировка: «Человек взаимодействует с одним компьютером и одним человеком. На основании ответов на вопросы он должен определить, с кем он разговаривает: с человеком или с компьютерной программой. Задача компьютерной программы — ввести человека в заблуждение, заставив сделать неверный выбор». Пока ни одна вычислительная машина не прошла это тест.

Роль наблюдателя и сознания в квантовой механике подчёркивалась уже отцами-основателями этой науки (Паули, Бор и др.). Остаётся, однако, до сих пор не решённым вопрос: является ли само человеческое сознание квантовым феноменом? Иными словами, необходимо ли использовать для его описания квантовую механику?

Проф. М. Б. Менский отвечает на эти вопросы утвердительно: «… *мозг как квантовая система тоже находится в состоянии суперпозиции, различные слагаемые которой соответствуют тому, что наблюдатель видит различные*

альтернативные результаты измерения, различные классические миры. Таким образом, селекция, происходящая в сознании, состоит не в отбрасывании всех классических картин, кроме одной, а в их разделении, в изоляции их друг от друга. Возникает «квантовое расщепление» наблюдателя. Его мозг находится в состоянии суперпозиции, и лишь одна (любая) компонента этой суперпозиции описывает такое состояние мозга, в котором он видит определённую классическую картину, соответствующую определённому результату измерения». И далее: *«Выбор альтернативы, или редукция как необходимый элемент описания квантового измерения можно отождествить с актом «осознавания», т. е. самой примитивной формой работы сознания. При таком отождествлении сознание становится одновременно элементом физики и психологии, т. е. становится границей и осуществляет связь естественнонаучной и гуманитарной культур»* [6].

Есть много противников введения сознания в квантовую механику, но их доводы, на наш взгляд, не убедительны, а за их рассуждениями скрывается банальный позитивизм. Такие специалисты считают (как когда-то считал Н. Бор) некорректным вопрос о том, что происходит *на самом деле* при квантовом измерении? Часто полемика принимает некорректные формы. Так, например, автор [7] сравнивает идею расщепления сознания с шизофренией (!); страстно *доказывает* (?), что измерение — это не явление природы, а операция, связанная с техникой; видит причину квантовомеханических парадоксов в «механицистской натурфилософии» (?) т. д. Но что правда — то правда, и А. И. Липкин прав в одном: большинство физиков мало обеспокоено проблемой «редукции волновой функции», зачастую даже не зная о ней вовсе.

Принимая интерпретацию М. Б. Менского в целом, отметим ряд спорных, на наш взгляд, моментов. В цитируемых статьях вперемешку используются термины «сознание» и «осознание», Разницу чувствует любой, знающий русский язык. Говоря о *сознании*, мы имеем в виду некое таинственное явление, не поддающееся определению. *Осознание* же означает некий процесс (у М. Б. Менского — процесс разделения альтернатив). Именно с осознанием следовало бы связать разделение альтернатив, а не с сознанием. Сам автор РКЭ пишет: «Если вдуматься, то в этой формулировке (отождествляющей сознание с разделением альтернатив, А. В.) два центральных понятия (сознание и разделение альтернатив) на самом деле не определены и в настоящее время не могут быть определены» [2, С. 173]. В таком случае, как справедливо пишет далее автор, объединяя эти два понятия квантовой физики и психологии, мы делаем лишь первый шаг к их точному определению.

Размышляя над ролью сознания в квантовой механике, автор настоящей статьи имел возможность задать несколько вопросов ведущему научному сотруднику Физического института АН РФ, д-р физ.-мат. наук, проф. М. Б. Менскому. Ниже приводится краткая запись этой беседы.

М. Б. Менский: Уважаемый Анатолий Николаевич, это вопросы, которые всегда возникают в связи с Интерпретацией Эверетта (ИЭ), тут специфика моей версии не очень велика. ИЭ контринтуитивна, поэтому она долгое время

не принималась научным сообществом. Сейчас интерес к ней во всём мире очень быстро и с ускорением возрастает, в нашей стране медленнее, чем в других.

Вопрос. Если в результате измерения реализуются все альтернативы в разных мирах Эверетта, то почему наблюдатель оказывается в одном из них?

Ответ. Если говорить на языке «миров Эверетта» (хотя этот язык часто приводит непрофессионалов к недоразумениям), то все миры равноправны, и в каждом из них — двойник, или клон, каждого наблюдателя. Поэтому наблюдатель видит всегда лишь один мир и у него создаётся иллюзия, что существует лишь этот единственный мир. На самом деле существуют они все.

В моей терминологии существует единственный мир, но он квантовый, и у него есть множество различных классических проекций (классических альтернативных реальностей, или альтернатив). Суть ИЭ Эверетта можно сформулировать как положение, что альтернативы разделяются в сознании. Тогда сознаются все альтернативы, но раздельно, так что субъективно создаётся ощущение, что существует лишь одна из них.

Вопрос. Почему сознание делает именно такой выбор? Ведь альтернативы могут быть для наблюдателя совершенно равноценны (опыт может быть морально и эмоционально нейтральным). Например, если я бросаю монету, и выпадает в моём мире орёл, а в параллельном решка, то почему именно я наблюдаю орла, а не решку?

Ответ. Согласно оригинальной ИЭ, миры (или альтернативы) характеризуются вероятностями. С соответствующей вероятностью наблюдатель ощущает вокруг себя тот или иной мир (или ту или иную альтернативу).

Согласно моей версии, эти обычные квантовомеханические вероятности — это объективные вероятности. Но наблюдатель может по своему выбору модифицировать эти вероятности, то есть субъективные вероятности разных миров (альтернатив), характеризующие выбор данного наблюдателя, могут отличаться от объективных вероятностей.

Разумеется, далеко не все люди обладают способностью таким образом влиять на то, какую из альтернативных реальностей они будут переживать. Обладают такой способностью или люди, этим одарённые, или те, кто в себе эту способность выработал при помощи специальной тренировки.

Если человек обладает такой способностью, то всё же для того, чтобы она проявилась, необходимо, чтобы 1) одна из альтернатив была для него жизненно важна, и чтобы 2) он верил, что его желание действительно может увеличить вероятность того, что субъективно он увидит именно эту альтернативу. Примером этого является молитва искренне верующих. Если человек очень искренно молится и при этом верит, что Бог ему поможет, то он будет переживать ту альтернативную реальность, в которой его желание исполняется.

Важно понимать, что объективно существуют все альтернативы (все эвереттовские миры), и в каждом мире имеются двойники всех наблюдателей. То есть если вы возьмёте любую альтернативную реальность и спросите, переживает ли её произвольно выбранный наблюдатель, то ответ всегда утвердительный.

В случае бросания монеты как раз всё ясно. Действуют объективные вероятности (обычные законы естественных наук). В случае монеты орёл или решка выпадут с вероятностью ½. Интересна противоположная ситуация и вопрос, может ли человек повлиять на то, выпадет ли орёл или решка. Принципиальный ответ — да, может. Но условия для этого трудно выполнить, потому что ситуация не такая, что от того, как ляжет монета, зависит жизнь и смерть. Если же искусственно создана такая ситуация, то человек может повлиять на результат. Возникает то, что описано у Лермонтова в «Фаталисте».

Опыты, имеющие целью подтвердить влияние наблюдателя на события, проводятся многими. Результаты, как правило, состоят в небольших искажениях статистики и потому не очень убедительны. Но это так и должно быть. На самом деле в полном смысле объективно доказать такие явления принципиально нельзя. Но те люди, которые с ними сталкивались, субъективно сильно мотивированы в том, чтобы в них верить.

Это новый уровень понимания субъективного аспекта квантовой механики. Подробности можно найти в моей последней книге [2].

Автор выражает благодарность проф. М. Б. Менскому за высказанные замечания и обсуждение затронутых в статье проблем.

Литература

1. Гинзбург В. Л. Нобелевская лекция // УФН. 2004. Т. 174. С. 1240.
2. Менский М. Б., Сознание и квантовая механика: Жизнь в параллельных мирах (Чудеса сознания — из квантовой механики), Век–2, 2011. 320 с.
3. Zurek W. H. Decoherence and the Transition from Quantum to Classical. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://xxx.lanl.gov/abs/quant-ph/0306072
4. Менский М. Б. Концепция сознания в контексте квантовой механики // Успехи физических наук. 2005. Т. 175. № 4. С. 413–435.
5. Менский М. Б. Феномен сознания с точки зрения квантовой механики. Электронный ресурс. URL: http://www.intelros.ru/pdf/metafizika/03_2012/07.pdf
6. Менский М. Б. Квантовая механика, сознание и мост между двумя культурами // Вопросы философии. 2004. № 6. С. 64–74.
7. Липкин А. И. Миф об особой роли сознания наблюдателя в квантовой механике. Электронный ресурс. URL: http://philosophy.mipt.ru/publications/works/lipkin/philsci/a_3vzyrl.html?xsl:print=1

Об авторе

Верхозин Анатолий Николаевич — заведующий кафедрой общей физики ФГБОУ ВПО Псков ГУ, д-р. физ.-мат. наук, профессор.

A. N. Verkhozin

QUANTUM THEORY OF CONSCIOUSNESS — THE WAY TO BECOMING

The proposed by M. B.Mensky interpretation of quantum mechanics, based on the many-worlds interpretation of Everett and on the identification of the observer's consciousness and selection of alternatives is considering. Controversial areas of this concept is discussed.

Keywords: quantum mechanics, measurement problem, wave function, entangled states, many-world interpretation, consciousness, selection of alternatives.