

О роли сознания в воображаемых и реальных физических экспериментах

Шрёдингер ходит по дому в поисках своей нагадившей кошки, а она спряталась в ящике — не жива и не мертва.

Анекдот

Эмоциональным стимулом для написания этой статьи стало недоумение, испытанное мной при чтении фантастического романа Теда Косматки «Мерцающие» (2015). Главный герой — физик, который повторяет эксперимент, описанный в лекциях Ричарда Фейнмана по квантовой механике. Электроны направляются на металлическую пластину с двумя щелями и затем попадают на экран, на котором наблюдается картина интерференции. «Надо было навести электронную пушку так, чтобы электроны с равной вероятностью попадали в каждую щель <...> Установка растянулась на всю длину комнаты, заняв и столы. В стальной перегородке были прорезаны две щели. С дальней ее стороны, в прямоугольной камере со второй парой щелей, стоял фосфоресцентный экран. Когда в него попадут фотоны, он будет светиться»¹. Я не знаю, кто перепутал электроны с фотонами — автор или переводчик, но допустим, это опечатка. Удивительно другое — то, что интерференция электронов должна была наблюдаться на щелях, *прорезанных* в металлической пластине. Всякий, кто изучал физику, должен здесь удивиться. Для наблюдения волновых свойств электронов размеры щелей должны быть сопоставимы с длиной волны электрона, и прорезать такие щели невозможно. Поэтому вместо них обычно используются *кристаллы*.

Например, Луи де Бройль так описывает открытие дифракции электронов в 1927 г.: «Дэвиссону и Джермеру, сотрудникам лаборатории «Белл-телефон» в Нью-Йорке, выпала честь открытия дифракции электронов на кристаллах.

¹ Косматка Т. Мерцающие / пер. Г. Соловьевой. М. : АСТ, 2017. С. 56–57.

Бомбардируя кристалл никеля пучком моноэнергетических электронов, они твердо установили, что электроны дифрагируют как волны, и показали, что длина этих волн в точности совпадает с той, какую дают формулы волновой механики»². В первом эксперименте по дифракции одиночных электронов, осуществленном в 1948 г. Леонидом Михайловичем Биберманом, Николаем Гавриловичем Сушкиным и Валентином Александровичем Фабрикантом, также использовались «кристаллики окиси магния, нанесённые на коллоидную плёнку»³.

«Не мог Фейнман рассказывать о таком опыте», — подумал я и решил найти первоисточник. И действительно, в третьем томе «Фейнмановских лекций по физике» описан подобный эксперимент, но Фейнман специально предупреждает: «Не пытайтесь проделать этот опыт <...> Этот опыт никогда никто так не ставил. Все дело в том, что для получения интересующих нас эффектов прибор должен быть чересчур миниатюрным. Мы с вами ставим сейчас «мысленный эксперимент», отличающийся от других тем, что его легко обдумать»⁴. Аналогично, Лев Давидович Ландау и Евгений Михайлович Лифшиц начинают изложение квантовой механики с обсуждения волновых свойств электрона и описания того же опыта: «Насколько глубоко противоречит это явление обычным представлениям о движении, лучше всего видно из следующего мысленного эксперимента, представляющего собой идеализацию опыта с электронной дифракцией от кристалла. Представим себе непроницаемый для электронов экран, в котором прорезаны две щели...»⁵.

² Бройль Л. де. Революция в физике. М. : Атомиздат, 1965. Гл. 4. Дифракция электронов. URL: https://www.e-reading.club/chapter.php/21315/47/de_Broijl%27_-_Revoluciya_v_fizike.html (дата обращения: 12.11.2017).

³ Дифракция одиночных поочередно летящих электронов // Успехи физических наук. Т. XXXVIII, вып. 4. 1949. С. 571. URL: https://ufn.ru/ufn49/ufn49_8/Russian/r498e.pdf (дата обращения: 12.11.2017).

⁴ Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 3: Излучение. Волны. Кванты. URL: http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=314 (дата обращения: 12.11.2017).

⁵ Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика в 10 т. Т. 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория). 3-е изд. М. : Наука, 1974. С. 14. URL: <https://www.math.purdue.edu/~eremenko/dvi/LL.pdf> (дата обращения: 12.11.2017).

Справедливости ради следует сказать, что реальный опыт с электронами и щелями в металлической пластинке возможен. Реальный опыт осуществил в 1961 г. Клаус Йёнсон. Он разработал специальную методику изготовления медной фольги с необходимым количеством микроскопических щелей, основанную на том, что «слой полимеризованного гидрокарбоната образуется на мишени электронного луча, если в системе присутствуют органические молекулы»⁶. В условиях вакуума на стеклянную пластинку осаждается тончайший (0,02 мк) слой серебра, затем с помощью направленного электронного луча на нем печатаются микрополоски полимеризованного гидрокарбоната размером 50 на 0,5 мк, после чего пластинка помещается в электролит и покрывается слоем меди толщиной 0,5 мк. В ходе этого процесса медь осаждается на серебре, но не на гидрокарбонате. Когда слой меди отделяется от серебра, образуется медная фольга со щелями необходимого качества, на которой можно наблюдать рассеивание электронов. Итак, подобный опыт возможен, но щели *не прорезаются*.

«Но и что тут такого? — скажете вы. — Подумаешь, еще один научно-фантастический роман, автор которого не очень разбирается в науке?» Но мне кажется, дело не в отдельном авторе или его романе. В последнее время намечается тенденция, суть которой вот в чем: *порождать и поддерживать мифы о науке, выдавая мысленные эксперименты за реальные или делая из реальных экспериментов выводы, которые из них не следуют*. И главный из этих мифов — представление об активной роли сознания в разрушении состояния квантовой суперпозиции (на языке разных теоретических интерпретаций этот процесс может называться коллапсом или редукцией волновой функции, переходом системы в наблюдаемые собственные состояния, измерением, декогеренцией и т. п.). Из многочисленных экспериментов известно, что установка детекторов, позволяющих фиксировать путь, по которому летят отдельные электроны, фотоны или другие частицы, уничтожает картину интерференции. Некоторые авторы из этого

⁶ Jönsson C. Electron diffraction at multiple slits (1961)// American Journal of Physics 42, 4. 1974. P. 5. URL: <http://www.iesleonardo.alacant.es/Departamento-fisica/Luz/Jonsson.pdf> (дата обращения: 15.11.2017).

делают выводы, что дело не в детекторах, а в сознании наблюдателя. Например, в романе *Косматки* герои убеждаются, что не «датчик вызывает исчезновение волновой функции, а сознательный наблюдатель»⁷. Все это — завязка романа, в которой как бы никакой особой фантастики нет, настоящая фантастика как бы начинается потом, когда выясняется, что сознание далеко не каждого человека обрушивает волновую функцию. То есть многие читатели могут подумать, что влияние нашего сознания на квантовые процессы — это научная реальность. Абсолютное большинство современных физиков так не считает. Однако популярная литература оказывает большее воздействие на умы, чем статьи в физических журналах. Ее читает большее количество людей. Читатель неявным образом предполагает, что автор фантастического романа или научно-популярной книги, ссылаясь на историю уже существующей науки, не будет ее перевирать. Таковы были правила игры в XX веке. Но сейчас все изменилось, и авторы больше не отвечают за свои слова.

Например, известный биолог Роберт Ланца в 2009 г. опубликовал книгу «Биоцентризм», в которой высказывает мировоззренческую идею о том, что если бы не было жизни и присущего ей сознания, то Вселенная находилась бы в состоянии суперпозиции, т. е. была бы совсем другой. Одно из обоснований — это ссылка на эксперименты в квантовой механике, которые якобы доказывают необходимость сознательного наблюдения для перехода системы из состояния квантовой суперпозиции в одно из классических собственных состояний. Ланца на протяжении отдельной главы подробно описывает различные варианты эксперимента с последовательно испускаемыми парами запутанных фотонов-близнецов, один из которых направляется на двойную щель, после чего фиксируется детектором, а другой направляется по альтернативному пути сразу на другой детектор. Также устанавливается счетчик совпадений, позволяющий учитывать синхронное попадание фотонов в оба детектора. Статистическая обработка информации с детекторов позволяет сделать вывод о наличии либо отсутствии интерференции. Когда система не

⁷ *Косматка Т.* Мерцающие. С. 68.

включает в себя средства обнаружения того, через какую из двух щелей проходит фотон, интерференция наблюдается. Если использовать поляризованный свет и перед каждой щелью разместить четвертьволновую пластину (quarter wave plate), изменяющую поляризацию фотонов, то можно определить щель, через которую проходит каждый конкретный фотон. Вследствие этого фотоны будут вести себя как частицы, и интерференции не будет. Если на пути запутанного фотона также разместить поляризатор, он будет уничтожать информацию, необходимую для работы счетчика совпадений. Вследствие этого определить щели, через которые проходят фотоны будет невозможно, и картина интерференции возобновится⁸.

Что доказывает подобный эксперимент? Прежде всего то, что на волновое или корпускулярное поведение фотона влияет не только возможность измерить его координаты, но и возможность измерить координаты его запутанного близнеца. Один из вариантов эксперимента показывает, что фотон может «узнать» о возможности измерить путь его близнеца еще до того, как близнец реально попал в детектор. Из этого следует реальность нелокальных взаимодействий между запутанными частицами. Это даже ставит под сомнение наше представление об однонаправленном времени. Но это никак не доказывает, что условием перехода от волнового к корпускулярному поведению фотона является появление информации о его пути *в сознании человека-наблюдателя*. Между прочим, Ланца описывает эти эксперименты со ссылкой на статью «Double-slit quantum eraser» Стивена Уолборна и его коллег из Федерального университета Минас-Жерайс (Бразилия)⁹. Название статьи можно примерно перевести как «Квантовый ластик с двойной щелью». Если эту статью прочесть, то можно убедиться, что авторы эксперимента *ничего*

⁸ Lanza R., Berman R. Biocentrism. How Life and Consciousness are the Keys to Understanding the True Nature of the Universe. Dallas, TX: Benbella Books, 2009. Ch. 8. The most amazing experiment. P. 61—81; Ланца Р. Биоцентризм. Как жизнь создает вселенную. СПб.: Питер, 2015. Гл. 7: Самый потрясающий эксперимент.

⁹ Walborn S. P. et al. Double-slit quantum eraser // Physical review A, Vol. 65, 033818. 2002. URL: <http://laser.physics.sunysb.edu/~amarch/eraser/Walborn.pdf> (дата обращения: 17.11.2017).

не пишут о том, что роль ластика, «стирающего» интерференцию фотонов, в их эксперименте играет сознание. Интерференцию вызывает наличие или отсутствие определенного оборудования в системе, техническая организация эксперимента. Как же обосновывает свою идею о роли сознания в этом эксперименте Ланца? А никак! Он просто описывает эксперимент, а затем заключает: «Не имеет значения, как именно мы построим эксперимент. Наш разум, а также наличие или отсутствие в нем определенных знаний — вот единственный фактор, определяющий как себя поведут эти кванты света или частицы материи»¹⁰.

Приведу еще один пример воспроизводства мифа о роли сознания в подобных экспериментах. В октябре 2017 в Институте философии РАН состоялся круглый стол «Буддизм и наука», на котором ведущие российские нейрофизиологи, психологи и философы поделились своими впечатлениями от встречи с Далай-ламой. После этого коротко выступили некоторые из присутствующих, в том числе старший научный сотрудник Института системного анализа РАН, кандидат психологических наук Анатолий Петрович Супрун. Он решил поговорить о роли сознания в квантовой механике и сказал, в частности, следующее: «...Редукция происходит тогда, когда происходит наблюдение. Вот это первое, то что поразило физиков. То, что именно когда факт измерения становится фактом сознания, тогда происходит редукция. Никаких других объяснений физических нет и не может быть»¹¹. Сказано это было со ссылкой на «Математические основы квантовой механики» Иоганна фон Неймана. Супрун, конечно, не сам это придумал. То, что фон Нейман писал о необходимости сознания для коллапса волновой функции — это еще один миф, живущий на просторах интернета.

Обычно при обсуждении данного вопроса ссылаются на последнюю главу «Математических основ квантовой механики», посвященную математическому описанию процесса

¹⁰ Ланца Р. Биоцентризм. Как жизнь создает вселенную. СПб. : Питер, 2015. Гл. 7. Самый потрясающий эксперимент.

¹¹ Круглый стол в Институте философии. Буддизм и наука. 31.10.2017. URL: https://www.youtube.com/watch?time_continue=18&v=weqJIPMdK3E (17.11.2017).

измерения. Фон Нейман пишет, что связанный с измерением процесс субъективного восприятия «выводит нас из внешнего физического мира или, правильнее, вводит в неконтролируемую, так в каждом контрольном опыте уже предполагаемую, мысленную внутреннюю жизнь индивидуума (ср. ниже). Однако имеется, несмотря на это, фундаментальное для всего естественнонаучного мировоззрения требование, так называемый принцип психофизического параллелизма, согласно которому должно быть возможно так описать в действительности внефизический процесс субъективного восприятия, как если бы он имел место в физическом мире, — это значит сопоставить его последовательным этапам физические процессы в объективном внешнем мире, в обычном пространстве <...> Пусть измеряется температура <...> Однако в любом случае, сколь далеко ни продолжали бы мы вычисления — до ртутного сосуда термометра, до его шкалы, до сетчатки или до клеток мозга, — в некоторый момент мы должны будем сказать: а это воспринимается наблюдателем. Это значит, что мы всегда должны делить мир на две части — наблюдаемую систему и наблюдателя. В первой из них мы можем, по крайней мере принципиально, сколь угодно подробно исследовать все физические процессы; в последней это бессмысленно. Положение границы между ними в высшей степени произвольно. Так, в приведенном выше примере мы видели четыре разных возможности; следует специально подчеркнуть, что наблюдатель в рассматриваемом смысле ни в коей мере не идентифицируется с телом настоящего наблюдателя, — в приведенном примере мы в одном случае причислили к наблюдателю даже термометр, в то время как в другом не включили его глаза и нервные пути. То, что такую границу можно переместить сколь угодно далеко внутрь организма действительного наблюдателя, и составляет содержание принципа психофизического параллелизма. Однако это обстоятельство ничего не меняет в том, что при каждом способе описания эта граница должна быть где-нибудь проведена, если только все не проходит впустую, т. е. если сравнение с опытом должно быть возможным. Ибо опыт может приводить только к утверждениям этого типа — наблюдатель испытал определенное (субъективное) восприятие, но никогда не к утверждени-

ям таким, как: некоторая физическая величина имеет определенное значение»¹².

Я привел такую большую цитату, чтобы показать: фон Нейман действительно понимает измерение, как процесс, в котором участвует субъективный наблюдатель. В частности, его понимание «измерения» отличается от принятого большинством отечественных физиков. Например, Ландау и Лифшиц так пишут об измерении влияния электрона или другого квантового объекта на классический объект: «В этой связи “классический объект” обычно называют “прибором”, а о его процессе взаимодействия с электроном говорят как об “измерении”. Необходимо, однако, подчеркнуть, что при этом отнюдь не имеется в виду процесс “измерения”, в котором участвует физик-наблюдатель. Под измерением в квантовой механике подразумевается всякий процесс взаимодействия между классическим и квантовым объектами, происходящий помимо и независимо от какого-либо наблюдателя»¹³. Но фон Нейман *ничего не говорит, по крайней мере явным образом, о невозможности коллапса волновой функции без участия сознания*. Он просто не обсуждает эту проблему. Его проблема иная: как математически описать эксперимент, осуществляемый физиком в лаборатории. Вопрос о том, что может или не может происходить без участия физика, не формулируется.

Про фон Неймана можно сказать, что он *имплицитно предполагает возможность* активного участия сознания в коллапсе волновой функции, но не более того. Тогда кто и когда сформулировал эту идею явным образом? Существует еще один *миф* — что это был Эрвин Шрёдингер. Якобы он придумал эксперимент с «котом», чтобы обсудить роль сознания в переходе от суперпозиции к собственным состояниям. Кошка Шрёдингера в своих блужданиях по русскоязычному интернету успела сменить пол и превратиться в кота, это косвенным образом свидетельствует о том, что Шрёдингера мало кто читал. Статья «Die gegenwärtige Situation in der Quanten-

¹² Нейман И. фон. Математические основы квантовой механики / пер. с нем. М. К. Поливанова и Б. М. Степанова ; под ред. акад. Н. Н. Боголюбова. М. : Наука, 1964. С. 307–308.

¹³ Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика в 10 томах. Том 3. С. 15.

mechanik» (1935)¹⁴, в одном из абзацев которой он описывает свой знаменитый мысленный эксперимент, на русский язык никогда не переводилась. Видимо, большинство русскоязычных авторов пересказывают англоязычные интерпретации, в которых «Eine Katze» представлена как «a cat», что в свою очередь переводится как «кот». Но, судя по всему, и в английском переводе¹⁵ статью Шрёдингера мало кто читал. Иначе бы понимали, что он вообразил адскую машину (Höllenmaschine), чтобы *показать абсурдность предположения о том, что кошка в ящике может находиться в состоянии суперпозиции* — наполовину жива и наполовину мертва. А ведь иногда еще задают вопрос: «Может быть все дело в том, что в интерпретации Шрёдингера у кошки нет сознания? Вот если бы она обладала сознанием, тогда бы она обрушила волновую функцию и находилась бы в одном из собственных состояний — была бы либо мертвой, либо живой?» Я думаю, что подобные вопросы некорректны, поскольку основаны на ложной предпосылке. Независимо от того, обладает кошка сознанием или нет, в нашем мире¹⁶ она может быть только в одном из собственных состояний.

Но кто же из физиков, если не фон Нейман и не Шрёдингер, впервые явным образом высказал идею о необходи-

¹⁴ Schrödinger E. Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik. Teil 1 // Naturwissenschaften. Band 23, 1935, doi:10.1007/BF01491891. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01491891> (дата обращения: 17.11.2017).

¹⁵ Schrödinger E. The present situation in quantum mechanics: A translation of Schrödinger's «cat paradox» paper / Trans. John D. Trimmer). URL: http://hermes.ffn.ub.es/luisnavarro/nuevo_maletin/Schrodinger_1935_cat.pdf (дата обращения: 17.11.2017).

¹⁶ Если взять за основу многомировую интерпретацию Хью Эверетта, реальность можно понять как суперпозицию альтернативных миров, но тогда не только кошка Шрёдингера, но и каждый из нас пребывает в состоянии суперпозиции, имея сознательный доступ лишь к одной из многих реальностей. Проблема сознания в этом случае будет формулироваться несколько иначе: не эквивалентно ли сознание выбору одной из реальностей, в который на бессознательном уровне мы пребываем одновременно. Так вопрос ставит Михаил Борисович Менский (см.: *Менский М. Б. Сознание и квантовая механика: жизнь в параллельных мирах (Чудеса сознания — из квантовой реальности)*. Фрязино: Век 2, 2011).

мой активной роли сознания? Судя по всему, это были Фриц Лондон и Эдмонд Бауэр. В статье «Теория наблюдения в квантовой механике» (1939) они пишут, что само по себе объединение (coupling) квантовой системы с измеряющим прибором «еще не является измерением. Измерение происходит, лишь когда положение указателя *наблюдается*. Именно это приращение в знании, получаемое в ходе наблюдения, дает наблюдателю право выбирать между различными компонентами смеси, предсказываемой теорией, отбрасывая ненаблюдаемые компоненты, а затем приписывать объекту новую волновую функцию, соответствующую тому чистому состоянию (pure case), которое было обнаружено. Мы отмечаем существенную роль, которую играет сознание наблюдателя в этом переходе от смеси к чистому состоянию. Без его эффективного вмешательства новая функция никогда не была бы получена»¹⁷.

Обратите внимание, что Лондон и Бауэр не приводят каких-либо новых эмпирических фактов и не предлагают даже мысленных экспериментов. Они лишь явным образом формулируют еще один вариант копенгагенской интерпретации квантовой механики. Вариант, который будоражит воображение и привлекает внимание читателей в наибольшей степени, про который часто упоминают, ссылаясь на авторов копенгагенской интерпретации — Нильса Бора и Вернера Гейзенберга, но к которому ни Бор, ни Гейзенберг отношения не имеют.

Следующий шаг в этом направлении делает Юджин Вигнер. В сборнике под ред. Джона Ирвинга Гуда «The Scientist Speculates: An anthology of partly-baked ideas» (1961)¹⁸, он публикует статью «Заметки по вопросу о соотношении сознания и тела», которая затем была многократно переиздана. Вигнер пишет, что «невозможно сформулировать законы квантовой механики полностью согласованным способом без

¹⁷ London F., Bauer E. The Theory of Observation in Quantum Mechanics (1939) // Quantum Theory and Measurement / Ed. by J. A. Wheeler and W. H. Zurek. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1983. P. 251.

¹⁸ Обратите внимание, что в самом названии сборника прямо указывается, что представленные в нем идеи «спекулятивные» и «недопеченные». К сожалению, этот сборник найти в сети не удалось, поэтому буду цитировать Вигнера по другому изданию.

отсылки к сознанию»¹⁹. Согласно Вигнеру, впечатление (*impression*) от взаимодействия с измерительным прибором изменяет вероятности получения различных возможных впечатлений при последующих взаимодействиях. «Другими словами, получаемое при взаимодействии впечатление, также называемое *результатом наблюдения*, модифицирует волновую функцию системы. Более того, модифицированная функция, в целом непредсказуема до того, как полученное при взаимодействии впечатление вошло в наше сознание: именно осознание этого впечатления изменяет волновую функцию, потому что оно изменяет нашу оценку вероятностей получения различных впечатлений, ожидаемых в будущем»²⁰.

Здесь я позволю себе заметить, что Вигнер, так же как ранее Лондон и Бауэр, совершает ошибку в рассуждении. Или просто занимает философскую позицию, называемую солипсизмом. Вследствие того, что физический эксперимент всегда подготавливается физиком (суть подготовки — в первоначальном измерении состояния системы), который затем делает предсказания о поведении системы и проверяет их в ходе эксперимента, Вигнер делает вывод о том, что волновая функция характеризует исключительно экспериментальные процессы. Квантовая механика в этом варианте интерпретации предстает как теория, описывающая не фундаментальные взаимодействия в природе вообще, а исключительно физические эксперименты, проводимые в лаборатории. Получается, например, что наше знание о результатах столкновения частиц в ускорителях ничего не говорит нам о том, как ведут себя сталкивающиеся частицы в целом. Если такую логику распространить на другие науки, получится, что бактерии размножаются только в чашках Петри, а планеты движутся только тогда, когда наблюдаются в телескоп.

Вигнер предлагает мысленный эксперимент, в котором собственные состояния системы, наблюдаемые не самим фи-

¹⁹ *Wigner E. P. Remarks on the mind-body question (1961) // Symmetries and Reflections. Scientific Essays of Eugene P. Wigner. Bloomington & London: Indiana University Press, 1967. P. 172. URL: http://www.informationphilosopher.com/solutions/scientists/wigner/Wigner_Remarks.pdf (дата обращения: 17.11.2017).*

²⁰ Там же. P. 175—176.

зиком, а «его другом», проявляются либо в наличии вспышки света, либо в ее отсутствии. Физик спрашивает друга, была ли вспышка света, и на этом основании фиксирует результаты наблюдения. В теории волновая функция может быть применена физиком для описания суперпозиции объединенной системы «квантовая система плюс друг физика». Но физик может спросить друга о том, что он чувствовал в ходе эксперимента, и узнать, что друг наблюдал или не наблюдал вспышку еще до того, как был опрошен. Из этого следует, что система пришла в собственное состояние в момент наблюдения друга, а не тогда, когда его опрашивал физик. Следовательно, описывать суперпозицию «квантовая система плюс друг физика» не имеет смысла. Но если заменить «друга» «некоторым простым физическим аппаратом, таким как атом, который может быть, а может и не быть возбужден вспышкой света, это различие будет иметь наблюдаемые следствия и нет никакого сомнения, что $b(\psi_1, \chi \psi_1) + v(\psi_2, \chi \psi_2)$ описывает свойства объединенной системы правильно, а предположение, что волновая функция равна либо $\psi_1, \chi \psi_1$, либо $\psi_2, \chi \psi_2$, описывает ее неправильно»²¹. Это ключевой момент: Вигнер не сомневается, что система с измерительным прибором, способным зафиксировать одно из ее дискретных состояний, но не обладающим сознанием, будет пребывать в состоянии суперпозиции, в то время как наблюдатель с сознанием переведет систему в одно из собственных состояний. Вигнер не сомневается, и не обсуждает вопрос о том, как это можно проверить. Но если усомниться, вопрос должен быть задан так: *можем ли мы поставить эксперимент, в котором роль сознания в коллапсе волновой функции (или декогеренции квантовой системы) будет проверена однозначно.*

В качестве примера того, как этот вопрос обсуждается в современной науке, приведу статью исследователей из Франкфурта-на-Майне Шан Ю и Данко Николича «Квантовая механика не нуждается в сознании» (2011)²². Они фор-

²¹ Wigner E. P. Remarks on the mind-body question (1961). P. 180.

²² Yu Sh., Nikolić D. Quantum mechanics needs no consciousness // URL: <http://www.danko-nikolic.com/wp-content/uploads/2011/10/Yu-and-Nikolic-Qm-and-consciousness-Annalen-Physik.pdf> (дата обращения: 17.11.2017).

мулируют фальсифицируемую гипотезу об активной роли сознания в коллапсе волновой функции: если наблюдатель не осознает результаты измерения, то коллапс волновой функции не происходит. Осознание операционализируется как возможность дать вербальный отчет о результатах измерения. Предлагается следующая версия эксперимента с двойной щелью, в котором может быть проведена данная гипотеза. Лазер генерирует одиночные фотоны, проходящие через двойную щель и попадающие в нелинейный оптический кристалл, расщепляющий каждый первоначальный фотон на два запутанных фотона. Кристалл состоит из двух участков. Участок А этого кристалла находится за левой щелью, участок В — за правой щелью. После кристалла один из запутанных фотонов («сигнальный») проходит сквозь линзу, собирающую фотоны на детекторе D_0 , а другой («свободный») проходит сквозь призму. «Свободные» фотоны, образованные в участке А, направляются призмой на детектор D_1 , а образованные в участке В — на детектор D_2 . При такой организации эксперимента основная гипотеза конкретизируется следующим образом: на детекторе D_0 должна наблюдаться картина интерференции, если экспериментатор не имеет возможности сделать отчет о том, на какой из детекторов (D_1 или D_2) направляются «свободные» фотоны. Такая возможность сделать отчет будет отсутствовать, если 1) детекторы D_1 и D_2 будут выключены; 2) детекторы D_1 и D_2 будут работать, но результаты не будут записываться и не будут доступны экспериментатору; 3) результаты работы D_1 и D_2 не будут записываться, но будут непосредственно наблюдаться экспериментатором, который не сможет осознать наблюдаемый результат из-за того, что его сознание в момент наблюдения будет отвлечено (предлагается целый список психологических приемов отвлечения сознания).

Авторы сами не проводили подобный эксперимент, но они утверждают, что первые две возможности уже проверены в реальных экспериментах, проводимых другими учеными. В частности, ссылаясь на статью Леонарда Мандела с соавторами «Индукцированная когеренция и неразличимость в оптической интерференции» (1991), они утверждают, что интерференция уничтожается, если информация о пути фо-

тона в принципе может быть получена, даже если реального измерения никто не проводил. Чтобы убедиться в верности такой интерпретации, можно заглянуть в соответствующую статью: «Нет никакой разницы, производится или нет это дополнительное измерение с помощью детектора D_i в действительности, и даже находится ли детектор D_i на месте. Для стирания интерференции достаточно, чтобы оно могло быть сделано, и чтобы путь фотона был бы определяем в принципе»²³. В других исследованиях информация о пути электрона сохранялась только в виде состояния отдельного атома. И даже если эта информация реально не считывалась, только тот факт, что она могла быть считана, приводил к исчезновению интерференции²⁴. Из этого следует, что гипотеза об активной роли сознания в коллапсе волновой функции может считаться *опровергнутой*.

Итак, широко распространенное в популярной литературе представление о том, что именно сознание исследователя, а не техническая сторона организации эксперимента, приводит к коллапсу волновой функции — это миф. Что же может лежать в основе воспроизводства этого и других подобных мифов? Один из механизмов их воспроизводства заключается в том, что мысленные эксперименты представляются в качестве реальных. Другой механизм заключается в том, что из описаний реальных экспериментов делаются выводы, которые из них не следуют. Третий механизм заключается в ссылке на мнение авторитетных людей, хотя оно никогда не было подтверждено эмпирически. Как следствие, многие люди верят в активную роль сознания, якобы подтвержденную квантовой механикой, хотя большинство современных физиков не разделяет это убеждение.

²³ Zou X. Y., Wang L. J., Mandel L. Induced coherence and indistinguishability in optical interference // Physical Review Letters. 1991. Vol. 67. N. 3. P. 321. URL: http://quantmag.ppole.ru/Articles/Mandel_p318_1.pdf (дата обращения: 18.11.2017).

²⁴ Eichmann U. et al. Young's interference experiment with light scattered from two atoms // Physical Review Letters. 1993. Vol. 70. 2359-2362. URL: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.70.2359>; Dürr S, Nonn T, Rempe G. Origin of quantum-mechanical complementarity Nature.1998. 395, 33–37. URL: <https://www.st-andrews.ac.uk/~kd1/PH5015/Rempe.pdf> (дата обращения: 18.11.2017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бройль Л. де.* Революция в физике. М. : Атомиздат, 1965. URL: https://www.e-reading.club/chapter.php/21315/47/de_Broil%27_-_Revoluciya_v_fizike.html (дата обращения: 12.11.2017).
2. Дифракция одиночных поочередно летящих электронов // Успехи физических наук. Т. XXXVIII, вып. 4. 1949. URL: https://ufn.ru/ufn49/ufn49_8/Russian/r498e.pdf (дата обращения: 12.11.2017).
3. *Косматка Т.* Мерцающие / пер. Г. Соловьевой. Москва : АСТ, 2017.
4. Круглый стол в Институте философии. Буддизм и наука. 31.10.2017. URL: https://www.youtube.com/watch?time_continue=18&v=weqJIPMdK3E (дата обращения: 17.11.2017).
5. *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Теоретическая физика в 10 т. Т. 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория). 3-е изд. М. : Наука, 1974. URL: <https://www.math.purdue.edu/~eremenko/dvi/LL.pdf> (дата обращения: 12.11.2017).
6. *Ланца Р.* Биоцентризм. Как жизнь создает вселенную. Санкт-Петербург : Питер, 2015.
7. *Менский М. Б.* Сознание и квантовая механика: жизнь в параллельных мирах (Чудеса сознания — из квантовой реальности). Фрязино : Век 2, 2011.
8. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Т. 3: Излучение. Волны. Кванты. URL: http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=314 (дата обращения: 12.11.2017).
9. *Нейман И. фон.* Математические основы квантовой механики / пер. с нем. М. К. Поливанова и Б. М. Степанова ; под ред. акад. Н. Н. Боголюбова. Москва : Наука, 1964.
10. *Lanza R., Berman R.* Biocentrism. How Life and Consciousness are the Keys to Understanding the True Nature of the Universe. Dallas, TX: Benbella Books, 2009.
11. *Dürr S, Nonn T, Rempe G.* Origin of quantum-mechanical complementarity Nature. 1998. 395, 33–37. URL: <https://www.st-andrews.ac.uk/~kd1/PH5015/Rempe.pdf> (дата обращения: 12.11.2017).
12. *Eichmann U. et al.* Young's interference experiment with light scattered from two atoms // Physical Review Letters. 1993. Vol.70, 2359-2362. URL: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.70.2359> (дата обращения: 18.11.2017).
13. *Jönsson C.* Electron diffraction at multiple slits (1961)// American Journal of Physics 42, 4. 1974. URL: <http://www.iesleonardo.alacant.es/Departamento-fisica/Luz/Jonsson.pdf> (дата обращения: 15.11.2017).
14. *London F., Bauer E.* The Theory of Observation in Quantum Mechanics (1939) // Quatum Theory and Measurement / Ed. by

J. A. Wheeler and W. H. Zurek. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1983.

15. Schrödinger E. Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik. Teil 1 // Naturwissenschaften. Band 23. 1935, doi:10.1007/BF01491891. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01491891> (дата обращения: 17.11.2017).

16. *Schrödinger E.* The present situation in quantum mechanics: A translation of Schrödinger's «cat paradox» paper / Trans. John D. Trimmer). URL: http://hermes.ffn.ub.es/luisnavarro/nuevo_maletin/Schrodinger_1935_cat.pdf (дата обращения: 17.11.2017).

17. *Walborn S. P.* et al. Double-slit quantum eraser // Physical review A, Vol. 65, 033818. 2002. URL: <http://laser.physics.sunysb.edu/~amarch/eraser/Walborn.pdf> (дата обращения: 17.11.2017).

18. *Wigner E. P.* Remarks on the mind-body question (1961) // Symmetries and Reflections. Scientific Essays of Eugene P. Wigner. Bloomington & London: Indiana University Press, 1967. URL: http://www.informationphilosopher.com/solutions/scientists/wigner/Wigner_Remarks.pdf (дата обращения: 17.11.2017).

19. *Yu Sh., Nikolić D.* Quantum mechanics needs no consciousness // URL: <http://www.danko-nikolic.com/wp-content/uploads/2011/10/Yu-and-Nikolic-Qm-and-consciousness-Annalen-Physik.pdf> (дата обращения: 17.11.2017).

20. *Zou X. Y., Wang L. J., Mandel L.* Induced coherence and indistinguishability in optical interference // Physical Review Letters. 1991. Vol. 67. N. 3. P. 321. URL: http://quantmag.ppole.ru/Articles/Mandel_p318_1.pdf (дата обращения: 18.11.2017).