

Квант, или Великий спор о реальности

Севальников А.Ю.

Кумар М. Квант: Эйнштейн, Бор и великий спор о природе реальности». М.: «АСТ», 2013.

Формальный аппарат квант механики на данный момент, если отсчитывать время с появления гипотезы кванта Макса Планка, насчитывает уже более ста лет. Несмотря на столь почтенный возраст, до сих пор не прекращаются дискуссии вокруг этой теории. Квантовая механика стоит во многом особняком ото всех других теорий. Во-первых, создавалась она на протяжении почти трех десятков лет. Во-вторых, она не имеет одного «отца-основателя», а насчитывает таких более двух десятков теоретиков, которые радикально расходились во взглядах на рождающуюся теорию. И, в-третьих, самое главное, она ниоткуда фактически не выводится. В отличие, скажем, от классической механики, специальной или общей теории относительности она не имеет на данный момент постулатов, принципов, откуда бы естественным образом вытекали ее уравнения. Они фактически угаданы, и отражают странную картину атомных явлений. В истории развития представлений о квантовой реальности, можно выделить, пожалуй, три этапа. Первый связан с ее рождением, с пиком дискуссий вокруг ее оснований в конце 20 годов XX века. Второй приходится на середину 60- годов прошлого века. И третий мы переживаем в настоящее время, связанный с недавним экспериментальным подтверждением ее основ, яркой демонстрации ее непротиворечивости, и широким внедрением квантовых технологий, таких как квантовая телепортация, квантовая криптография, и началом развития квантовых компьютерных технологий. Весьма примечательным событием на этом фоне явилось появление книги, в которой ярко и захватывающим образом отражена история дискуссий вокруг понятия квантовой реальности от начала ее развития и до настоящего дня.

В 2013 году издательство «АСТ» при поддержке Фонда некоммерческих программ «Династия» издала книгу Манжита Кумара «Квант: Эйнштейн, Бор и великий спор о природе реальности». Книга известного британского журналиста, имеющего научные степени в области физики и философии, посвящена проблеме

понимания реальности в квантовой теории. Несмотря на то, что тема является одной из сложнейших в современной физике, книга читается как триллер, а еще лучше сказать, как детектив. Только такой детектив, где на месте следователя, раскрывающего загадки запутанного преступления, в книге находятся две группы физиков, ведущие поиск трудноуловимого понятия реальности.

Вопросы о причинности, детерминизме, а также споры о том, существует ли Луна, пока ее никто не наблюдает, еще со времен Платона и Аристотеля прочно находились в юрисдикции философии, однако с появлением квантовой механики эти темы сделались предметом жарких дискуссий самых выдающихся физиков XX столетия. «Никогда еще не велись столь глубокие интеллектуальные споры, - утверждал писатель и ученый Ч.П. Сноу. - Жаль, что их сущность не может стать общим достоянием». Как представляется, Манжиту Кумару, автору блестяще написанной книги, удалось показать суть этих дискуссий. А спорить было о чем! Квантовая механика открыла ряд удивительных вещей, которые неизменно подтверждаются в экспериментах, но решительно расходящиеся с нашими обыденными представлениями о реальности. Действительно, как можно, например, понять, «что электрон в атоме, находившийся в определенном месте, поглотив квант энергии, может, как по волшебству, оказаться на новом месте, не появляясь в каком-либо промежуточном месте... Это казалось невероятным, равнозначным тому, что тело, вдруг исчезнувшее в Лондоне, в то же мгновение не менее неожиданно появилось бы в Париже, Нью-Йорке или Москве». Школьникам до сих пор рассказывают, что атом похож на миниатюрную Солнечную систему, где электроны, так же как и планеты вращаются вокруг ядра, но еще в 1925 году Гейзенберг понял, что электрон в атоме вообще не имеют орбиты. Оказалось, что микромир лишен непрерывности и «не является съезжившейся копией большого мира людей». По словам Гелл-Манна, дерзкий мир кванта – это «мистическая, сбивающая с толку дисциплина, которую никто из нас по-настоящему не понимает, но все знают, как ею пользоваться».

Вот по поводу понимания квантовой механики физики и раскололись на два лагеря. Одни из них, ведомые Альбертом Эйнштейном и Эрвином Шредингером, старались перенести понятия классической реальности - однозначную причинность, однозначность и локальность, настолько, насколько это было возможно и в атомную физику. Главным здесь должно было оставаться то, что каждая причина однозначно порождает свое следствие, независимо от того, наблюдаем мы за явлением или нет.

Вторые, во главе с Нильсом Бором и Вернером Гейзенбергом, очень быстро поняли, что новая физика ведет к неклассическому понятию реальности. Наблюдаемое явление зависит от способа проведения эксперимента, более того, конкретные наблюдаемые параметры проявляются с определенными вероятностями. Бор и Гейзенберг ввели два принципа, характеризующие особенности квантовой реальности. В жарких дискуссиях весной 1927 года, сначала Гейзенберг сформулировал принцип неопределенности, а две недели спустя Бор принцип дополнительности. Согласно первому принципу акт измерения точной координаты микрочастицы делает невозможным определение ее импульса в этот же самый момент, и наоборот. Соотношение неопределенности Бора навело на мысль, что этот принцип показывает, до какой степени два дополняющих друг друга, но взаимоисключающих классических понятия (либо волна, либо частица) могут, не приводя к противоречиям, использоваться в квантовом мире одновременно. Квантовые объекты имеют одновременно и корпускулярную, и волновую природу, но в данный момент можно наблюдать только одну из сторон реальности, причем наблюдаемое в эксперименте зависит от способа его проведения.

Оба принципа были неприемлемыми для Эйнштейна. И после долгих, безуспешных попыток показать ошибочность квантовой теории, им с сотрудниками в 1935 году был сформулирован знаменитый ЭПР-парадокс, показывающий по мысли Эйнштейна неполноту новой теории. Они сформулировали определение реальности, и далее, ими была предложена схема эксперимента, проведение которого должно недвусмысленно ответить на следующую альтернативу:

1) квантово-механическое описание реальности посредством волновой функции неполно или,

2) когда операторы, соответствующие двум физическим величинам, не коммутируют, эти величины не могут одновременно быть реальными.

В КМ механике предполагается, что волновая функция действительно дает полное описание физической реальности для системы, которой она соответствует. Эйнштейном с сотрудниками было показано, что такое предположение противоречит принятым им определению реальности. Более того, предположение о полноте квантовой теории приводило к выводу о возможности «призрачного действия на расстоянии». Измерение, произведенное в точке А, могло привести к мгновенному изменению физической ситуации в точке В, как бы далеко она не находилась.

Эйнштейн считал, что это противоречит теории относительности, и соответственно никак не мог этого признать. Дело встало за *experimentum crucis*. Неизвестно сколько бы физики могли бы идти к такому эксперименту, если бы в 1964 году сторонник Эйнштейна Джон Стюарт Белл не смог найти и доказать теорему, получившая впоследствии его имя. С этого момента философская проблема облачилась в четкие математические формулы. Беллом были получены неравенства, проверка которых помогала однозначно отличить случай классической реальности от реальности квантовой. На сцену квантовой арены выдвинулись теперь экспериментаторы.

В 1982 году Алан Аспе показал, что неравенства Белла нарушаются, а, следовательно, более чем в полувековом споре между сторонниками Эйнштейна и Бора, поле боя однозначно осталось за последними. Квантовая механика, как бы она не была чужда и непонятна для здравого рассудка, неизменно подтверждается от эксперимента от эксперименту. Засвидетельствовано и «призрачное действие на расстоянии», с которым так боролся Эйнштейн. Оно проявляется в таком явлении, как квантовая телепортация, что находит уже применение в целом ряде устройств, вплоть до квантового компьютера. Тем не менее, Великий спор не окончен. Окончательно он разрешится, видимо, только тогда, когда физики поймут, что же скрывается по ту сторону кванта, и что представляет из себя эта неуловимая квантовая реальность. Манжит Кумар ничего не говорит, что может представлять из себя эта квантовая реальность, оставляя вопрос открытым. На арену теперь обязаны выдвинутся философы. Можно смело утверждать, что точка в Великом споре пока еще не поставлена...