

# ОНТОЛОГИЯ НАУКИ

*А.А. Гриб*

## **Квантовый индетерминизм и свобода воли**

Как известно, одной из особенностей квантовой физики, отличающей ее от классической физики, является квантовый индетерминизм, или отсутствие лапласовского детерминизма. Споры по поводу квантового индетерминизма возникли уже в 1927 г., когда Эйнштейн предложил свой знаменитый двухщелевой эксперимент с электронами и заявил, что он не верит, что «Бог играет в кости».

Суть двухщелевого эксперимента, поставленного значительно после предложения Эйнштейна, состоит в следующем. Имеется источник электронов. Электроны летят один за другим в некотором направлении и попадают на экран с двумя щелями. Если электрон пролетит через какую либо из щелей в этом экране, то он летит дальше и наталкивается на второй экран, где и регистрируется. Квантовая механика описывает электрон с помощью волновой функции, определяющей вероятность попадания электрона в ту или иную точку второго экрана. Характерной особенностью этого описания является экспериментальное предсказание интерференции электронов, проявляющейся в том, что максимумы вероятностей оказываются не только напротив отверстий в первом экране, как это имеет место для пули, но и посередине между ними, как это происходит для световых волн.

Волновая функция определяет вероятность поведения электрона. В те точки, где она равна нулю, электрон не попадает вообще. В тех точках, где она больше, частота попадания многих электронов с такой же волновой функцией больше. Там, где она меньше, часто-

та меньше. Тем самым знание волновой функции позволяет предсказать частоты попадания электронов в те или иные точки второго экрана, но не позволяет предсказать, куда попадет отдельный электрон из разрешенных ему волновой функцией точек второго экрана.

Если волновую функцию, используя популярный сегодня образ, понимать как «программу» поведения электрона, то можно сказать, что эта программа не жесткая. Электрон обладает полной свободой выбора в рамках предоставленного ему волновой функцией множества разрешенных точек. Итак, отдельный электрон может попасть в любую разрешенную точку экрана и предпочтении той или иной точки не имеет никакой причины... Но коллектив электронов с одной и той же волновой функцией, летящих один за другим, уже описывается детерминированно, т.к. частоты определяются жестко волновой функцией. Если бы мы могли спросить у отдельного электрона, почему он предпочитает попасть в определенную точку второго экрана, то он бы ответил: «Так захотелось!». С этой неопределенностью не соглашался Эйнштейн, заявив, что он не верит в то, что «Бог играет в кости!».

Именно в связи с этим Дирак употребил термин «свобода воли электрона», а Артур Эддингтон сказал, что «религия стала возможна после 1927 года». При этом Эддингтон, по-видимому, имел ввиду крушение принципа лапласовского детерминизма и следующего из него опровержения религии, основанной на понятии чуда как случайности, исходящей от личного Бога, отвечающего на молитву человека.

В самом деле, если согласно Лапласу в природе нет случайности, а то, что мы называем случайностью, связано с нашим незнанием (лапласовский детерминизм), то любое чудо может быть объяснено с помощью большего знания или разоблачения шарлатанства с помощью полиции...

Квантовая же механика опровергла принцип лапласовского детерминизма (о следствиях для религиозной философии этого события см. в работе автора [1]) и тем самым изменила наше представление о мироздании. Один из известных физиков Белинфанте в своей книге о скрытых параметрах [2], в частности, заявил, что квантовый индетерминизм можно принять за одно из определений Бога, с чем впрочем вряд ли согласятся многие богословы, считающие определение «Бог — это значит все возможно» лишь достаточно частным определением Бога...

Как развивались события после 1927 г.? Эйнштейн, отказываясь от идеи квантового индетерминизма, стал говорить о необходимости отказа от имеющейся формулировки квантовой механики за счет введения понятия «скрытых параметров» как скрытых на современном уровне развития науки причин, определяющих поведение отдельной квантовой частицы. Наиболее подробно теория скрытых параметров была развита в работах Бома (см. обзор этой теории в [3]).

Долгое время казалось, что спор между сторонниками и противниками существования скрытых параметров, как всякий философский спор, не имеет решения.

Однако это оказалось не так! Решающее значение здесь сыграли теорема Белла и теорема Кошена-Шпекера, доказанные в середине 60-х гг. прошлого века. Опыты же по проверке квантовой механики и несуществования скрытых параметров были поставлены только в 1980-х гг. во Франции Аспеком и др. [4].

Эффект от этих опытов и их результатов был столь велик, что можно понять слова президента Чехии Вацлава Гавела, говорившего: «Коммунистическая утопия рухнула, натолкнувшись на свободу воли...».

Прежде чем прокомментировать теоремы Белла и Кошена-Шпекера, скажем несколько слов еще об одной важной особенности квантовой механики, против которой тоже возражал Эйнштейн, а именно невозможности существования дополнительных свойств квантового объекта независимо от наблюдения.

В математической формулировке квантовой механики важную роль играют соотношения неопределенностей Гейзенберга между координатой и импульсом, энергией и временем, различными проекциями момента количества движения и т.п. Физические величины, удовлетворяющие этим соотношениям, не могут описываться числами, как это имеет место в классической механике. Вместо чисел они описываются операторами или матрицами, которые «не коммутируют» между собой, что означает, что их произведение в одном порядке не совпадает с их произведением в другом порядке. Далее оказывается, что для некомутирующих операторов не существует волновой функции, собственной для обоих операторов сразу. Это же означает, что в природе не существует состояния, когда одновременно сосуществуют обе физические величины,

удовлетворяющие соотношениям неопределенностей Гейзенберга. Если в некоторый момент существует одна величина, то не существует вторая, если существует вторая, то не существует первая. Н. Бор предложил называть такие физические величины дополнительными. Однако в разные моменты времени эти величины можно определить. При этом согласно правилам квантовой механики при их измерениях волновые функции меняются скачком, в частности (при измерениях первого рода) превращаясь в собственные функции операторов измеряемых величин. Скачкообразное изменение волновых функций при измерении получило название «редукции волнового пакета» или «коллапса волновой функции».

Волновая функция в квантовой механике претерпевает два типа изменения во времени:

1) непрерывное изменение согласно уравнению Шрёдингера, имеющее место как при отсутствии взаимодействия, так и при взаимодействиях, не являющихся измерениями;

2) скачкообразное изменение при измерении-наблюдении квантового объекта с помощью какого-либо прибора. С самого начала развития квантовой механики стоит вопрос: почему необходим процесс второго типа, поскольку любое измерение есть тоже физическое взаимодействие частицы с состоящим из частиц прибором?

Эйнштейн не соглашался с этой особенностью квантовой механики и в статье [5], получившей по именам авторов название ЭПР, ввел понятие «элементов реальности», соответствующих дополнительным свойствам квантовых объектов. Отказываясь от математической формулировки квантовой механики ЭПР (Эйнштейн, Подольский, Розен), утверждали, что эти свойства «существуют» одновременно, просто нашими громоздкими приборами мы так сильно действуем на микрочастицу, что сами себе мешаем измерить эти свойства. Нильс Бор же, возражая Эйнштейну в согласии с математическим описанием квантовой механики говорил, что эти свойства не существуют, если они не измеряются. Он говорил, что существует неразложимая цельность между квантовым объектом и прибором, так что приписывать дополнительные свойства объектам без приборов, их измеряющих, нельзя. В связи с этими высказываниями Бора Эйнштейн иронически отвечал, что «он не верит, что Луна не существует, когда на нее не смотрят...».

И вот в 1965 г. Белл доказал теорему о том, что если дополнительные свойства квантовых объектов существуют согласно Эйнштейну, так что квантовая механика допускает существование скрытых параметров, не противоречащих специальной теории относительности, то экспериментально должны быть справедливы неравенства Белла [6]. Квантовая механика и копенгагенская интерпретация Бора приводит в некоторых случаях к нарушению этих неравенств. Эксперименты по проверке неравенств Белла [см. 3] показывают их нарушение.

Итак, дополнительные свойства не существуют до наблюдения, так что возможно утверждение, что они «возникают», когда их наблюдают. Имеющаяся ситуация напоминает описанную в детском стихотворении Эммы Мошковской, в котором маленький мальчик спрашивает маму, «куда деваются игрушки из комнаты, когда я из нее ухожу и откуда они появляются при моем приходе?»

Математически «появление» определенного значения дополнительной характеристики выражается уже упомянутой нами редукцией волнового пакета. Именно при этой операции, как мы говорили выше, появляется индетерминизм.

Другой не менее важной теоремой является теорема Кошена-Шпекера. Ее можно сформулировать как утверждение о том, что для квантовых систем, требующих для своего описания использования пространства с размерностью больше или равного трем (частицы со спином 1, атомы ортогелия, многочастичные системы частиц со спином  $\frac{1}{2}$  и т.д.), невозможно ввести функцию истинности, т.е. нельзя про все свойства такой системы сказать истинны они или ложны.. В качестве примера предлагается пример Переса [7]. Имеется частица со спином 1 и рассматриваются 33 направления в пространстве: эти направления построены с помощью 11 троек взаимоперпендикулярных направлений. Каждая тройка соответствует возможности того, что спин частицы будет направлен вдоль одного направления (назовем его «да»-направлением) и, значит, не направлен по двум другим, ортогональным к первому «нет»-направлениям. Так вот оказывается, что невозможно непротиворечиво расставить единицы и нули для всех 33 направлений!

Это означает, что, хотя при измерении мы можем получить положительные ответы при измерении спина вдоль всех 11 направлений (каждый раз при этом возможны 3 разных ответа), мы не

имеем права утверждать, что «до» измерения они имели не просто те же, но вообще какие-либо определенные значения. Понятие «истинности» как отличие «да» от «нет» появляется при измерении и не существует без него.

Эту ситуацию создатели квантовой механики В.Гейзенберг и В.А.Фок выражали словами, что независимо от наблюдения микромир есть мир «объективно существующих потенциальных возможностей». Необычность этой формулировки кроется в соединении слов «объективно» и «возможностей». Дело в том, что обычно возможности существуют не «объективно», но «субъективно» — в нашей голове. Например, нам известно, что в нашем направлении будет стрелять пушка, находящаяся в определенном месте. Зная характеристики пушки, мы можем представить различные «возможные» траектории снаряда. Однако до взрыва недалеко от нашего местоположения все эти траектории существовали лишь в нашей голове, «объективно» же существует лишь одна траектория. Совсем иное представление вводят Гейзенберг и Фок, предполагая некое «объективное» существование потенциальных возможностей, реализующихся как «факты» при измерении. Редукция волнового пакета описывает превращение этой объективно существующей потенциальной возможности (что совсем не то же, что происходит в описанном нами выше примере со стрельбой из пушки!) в объективное событие в пространстве-времени.

В.А.Фок, следуя идее Бора, вводил понятие «относительности к средствам измерения» [8]. При этом он использовал аналогию с теорией относительности. Уже в теории относительности оказывается, что такие свойства, как длина и длительность, перестают быть атрибутами вещей самих по себе, становясь «отношениями» между вещами (или процессами), так что одна вещь называется элементом системы отсчета, а другая изучаемой системой. Поэтому неудивительно, что при изменении одной из них (движении системы отсчета с другой скоростью) меняется «отношение» к изучаемой системе, как бы далеко она ни находилась. Длина предмета и длительность процесса и есть такие «отношения» (что, кстати, соответствует взглядам Лейбница на пространство и время) и в этом смысле «не существуют» безотносительно системы отсчета.

Прибор в квантовой физике соответствует системе отсчета в теории относительности, что отражено и в его математическом описании как оператор измеряемой величины с ортонормированным

базисом собственных функций. Однако имеется и одно важное отличие от теории относительности. В теории относительности тела (линейки и часы), образующие систему отсчета и исследуемые тела, длину которых мы измеряем, принадлежат одному и тому же физическому миру, описываемому классической физикой. Поэтому структура множества отношений между этими телами есть обычная структура булева множества с обычными теоретико-множественными операциями объединения и пересечения. В квантовой же физике прибор описывается классически, что означает математически, что ему сопоставляется множество только коммутирующих операторов. У прибора отсутствуют дополнительные характеристики, а у наблюдаемой системы они есть! Наблюдаемая система или квантовый объект – это множество некоммутирующих операторов или матриц. Прибор же выдает нам некоторые числа в качестве результатов – собственные числа этих матриц.

Отсюда ясно, почему невозможна «необъективная» квантовая физика позитивистского толка, когда зависимость квантовых свойств от наблюдателя, используя некоторые замечания Бора, интерпретируют следующим образом. Квантовых объектов просто нет как объектов. «Существуют» только классические тела – приготовляющий и измеряющий приборы. Экспериментатор с помощью манипуляций с ускорителем приготовляет «волновую функцию» как запись его манипуляций, а затем регистрирует с помощью искровой камеры и т.д. некоторые следствия своих манипуляций. Поэтому «квантовый объект» – это название для отношения между классическими приборами. Но отношения между классическими объектами образуют булево множество и не ведут к математике гильбертова пространства и операторов в нем, как это должно быть в квантовой физике, что и является главным возражением к предлагаемой интерпретации.

Итак, приходится предположить существование «скрытой квантовой реальности» и объектов в ней, познаваемой нами с помощью приборов, проецирующих эту реальность на наш классический мир. Тогда следует сказать, что наша Вселенная не есть «универс», но «мультиверс» – совокупность совершенно различных миров-микромира и макромира, онтологически имеющих разную природу. Здесь, однако, возникает вопрос о разной природе квантового объекта и прибора. Разве прибор не есть совокупность

тех же атомов – квантовых объектов? Разве классическая физика не есть следствие более широкой квантовой механики? Но тогда не есть ли Вселенная «квантовый универс»?

Что касается первого вопроса, то ответ на него положительный. Что касается второго вопроса, то здесь ясного ответа нет, и в связи с теорией измерений сохраняется ситуация, отмечаемая в учебнике Ландау и Лифшица [9], когда приходится говорить о том, что наблюдения в квантовой механике требуют существования отдельного классического мира, из самой же только квантовой механики, основанной на уравнении Шрёдингера как единственном уравнении эволюции во времени, наблюдаемой физики мы не получим... Но, если прибор состоит из квантовых частиц, то к нему, как и к исследуемой системе, применимо уравнение Шрёдингера, описывающее взаимодействие прибора и системы и никакой редукции волнового пакета (являющейся неунитарной операцией в отличие от унитарной эволюции по уравнению Шрёдингера) не получится.

Что же ответственно за редукцию? Один из ответов, являющийся, на наш взгляд, наиболее непротиворечивым, был предложен одним из создателей математического аппарата квантовой механики И. фон Нейманом [10]. Согласно фон Нейману, за редукцию ответственно сознание наблюдателя, получающее информацию о микрообъекте.

Проанализируем процесс измерения как процесс получения такой информации. Имеется микрообъект, прибор, глаз наблюдателя, его мозг и... «сам» наблюдатель или его «абстрактное Я». Любой процесс познания предполагает разделение на субъект познания и объект познания. Между объектом наблюдения в квантовой механике и прибором можно провести в разных местах, как в пространстве, так и во времени, границу «объект–прибор». Можно включить используемый прибор (например, искровую камеру) в исследуемый объект вместе с микрочастицей, но тогда прибором станет глаз наблюдателя и его мозг. Результат наблюдения должен быть тем же, что и в случае проведения этой границы между камерой и частицей. Однако глаз и мозг тоже состоят из квантовых частиц, так что границу «наблюдатель–объект» можно провести и дальше внутри наблюдателя, но избавиться от субъекта нельзя. Этот субъект тем отличается от объекта, что он не объективирован

и ничем (никаким уравнением и т.п.) не описывается. Именно это абсолютное Я наблюдателя, осуществляющее познание с помощью мозга, глаза, искровой камеры, и ответственно за редукцию волнового пакета и придание значений «истинно–ложно» свойствам квантовых объектов. Принцип “передвижения границы”, позволяющий переносить границу «наблюдатель–объект» не только в пространстве, но и во времени, позволяет субъекту познания придавать значения истинности квантовым свойствам не только в момент наблюдения, но и до этого момента в прошлом, лишь бы прибор хранил эту информацию. Наблюдатель в этом случае скажет о показании прибора: «было» зафиксировано такое-то значение физической величины».

При этом от прибора требуется, чтобы, рассматриваемый как прибор, он описывался согласно детерминистским законам классической физики только коммутирующими наблюдаемыми. Если же он рассматривается как квантовая система, то его взаимодействие в прошлом с микрообъектом с последующей редукцией при акте наблюдения глазом в другой момент времени должно приводить к тому же результату, что может быть продемонстрировано математически.

Итак, классичность прибора связана не с тем, что он полностью описывается классической физикой, а с тем, что наблюдатель для получения информации использует из всех возможных его свойств только те, что описываются коммутирующими операторами (классически). Дальнейший анализ показал, что требование классичности связано с булевой (дистрибутивной) логикой нашего сознания.

Для «классических» объектов всегда может быть определена функция истинности и проведено различие «истинно–ложно», так что возможно утверждение, что эти свойства им присущи «объективно» и сознание не играет никакой роли. Иная ситуация с квантовыми объектами. Сознание не просто фиксирует объективно присущие объектам «истинно это и ложно то», но и создает эти «истинно» и «ложно».

Эта активная роль сознания как не только различающего, но и создающего «истинно» и «ложно», есть новая черта квантовой физики.

В связи с интерпретацией фон Неймана квантовой физики Вигнером был сформулирован так называемый парадокс вигнеровского друга. Если определенные свойства квантовых объектов

создаются сознанием наблюдателя, то почему разные наблюдатели наблюдают (или создают) один и тот же физический мир и наблюдают одинаковые значения характеристик микрообъектов?

В качестве ответа предлагается философское утверждение, достаточно ясно сформулированное А.Шопенгауэром [11], о том, что субъект познания только «один» и к нему вообще неприменимо понятие числа. В самом деле, я, рассуждая об окружающем меня мире, все в нем, включая людей с их психикой, рассматриваю как объекты и потому для меня, конечно, они (другие наблюдатели) должны видеть то же, что и я.

Но точно так же рассуждает и другой наблюдатель.

Абсолютное Я наблюдателя не совпадает со мной как Андреем, Натальей или Александром. Я как Андрей – это уже объект, и манерой величия было бы заявлять, что это Андрей производит редукцию во всей Вселенной. Абсолютное Я не совпадает с эмпирическим я, с теми или иными физическими и психологическими особенностями человека.

Итак, «мультиверс» оказывается квантовым миром как объектом и абсолютным субъектом, не являющимся частью объективно-го мира в силу самой природы познания.

Может быть поставлен вопрос, почему абсолютный субъект предпочитает пользоваться классическими свойствами для получения информации о микрообъектах? Как мы уже говорили выше, это связано с наличием функции истинности для классических объектов, а значит, и с самой возможностью «осознания» чего-либо субъектом познания. С другой стороны, это связано и с особенностями первого прибора, используемого мной для познания окружающего мира: моего тела, имеющего макроскопическую природу. У макроскопических объектов, состоящих из большого числа микрочастиц, как показали недавние исследования, явления «декогеренции», существуют особые характеристики (классические наблюдаемые), для которых квантовые свойства интерференции очень быстро затухают. Для них становится верным обычный принцип лапласовского детерминизма и законы классической физики. Декогеренция для своего появления обязательно требует разделения большой квантовой системы на две – подсистему и окружение, по которому производится усреднение. Поэтому Джон Белл в свое время задавал вопрос, что это такое в природе, что говорит:

«я – подсистема, а ты – окружение и для описания “своих” свойств я усредню характеристики окружения?» Как нам представляется, такое разделение мира на две части совпадает с введением границы «прибор–объект». Абсолютный субъект познания использует макроскопическую систему, отделяет ее от окружающего мира, интересуясь теми характеристиками прибора как квантовой системы, которые в силу свойства декогеренции описываются классически. Макроскопичность тела наблюдателя может быть оправдана и с точки зрения биологической эволюции, т.к. биологически важные характеристики этого тела должны вести себя предсказуемо для достаточно долгой жизни этого тела.

Теперь вернемся к проблеме свободы воли и квантового детерминизма, что особенно актуально в связи с уточненной формулировкой теоремы Кошена-Шпекера, под названием «теорема о свободе воли», сформулированной Кошеном и Конвеем [12].

С точки зрения интерпретации фон Неймана «причиной» индетерминизма в квантовой теории является субъект познания, производящий измерения. Здесь, как ни странно, возникает некоторая близость с точкой зрения на случайность при наличии лапласовского детерминизма, согласно которой случайность есть непознанная необходимость и есть следствие нашего сознания. Разница, однако, в том, что, если согласно Лапласу, случайность есть следствие несовершенства нашего сознания, устраняемого при большем познании, то согласно квантовой механике случайность есть следствие активности нашего сознания, неустраняемой никаким «усовершенствованием». При этом возникает, однако, вопрос: действительно ли это активность «нашего» сознания? Абсолютный субъект не совпадает с «нашим» эмпирическим я, как мы об этом говорили выше, наше эмпирическое я лишь причастно к нему, поскольку без этой причастности невозможно никакое познание.

Здесь мы опять можем вспомнить как высказывание Эддингтона о возможности религии после 1927 г., так и несколько измененную мысль Белинфанте о том, что квантовый индетерминизм можно назвать если не Богом, то его атрибутом. Уместно также вспомнить известное изречение Сёрена Киркегарда о том, что Бог не объект, это абсолютный субъект и познается Он субъективно. Подобная богословская точка зрения должна вести к мысли Н.А.Бердяева о Боге как «бездне свободы» и, если угодно, ничем не детерминированно-

го произвола. Впрочем, Шопенгауэр называл эту «бездну свободы» не Богом, а «мировой волей». Но кроме случайности, наблюдаемой нами в микромире и обусловленной в конечном счете сознанием, есть еще другая случайность, проявляющаяся в макромире и в первую очередь в нашем теле, которую мы называем свободой воли и связанная с чувством ответственности за наши поступки. Эта свобода воли есть свойство нашего эмпирического я, а не абсолютного Я... Именно я как Андрей с этим телом ответственен за тот или иной поступок. С другой стороны, я не чувствую никакой ответственности за распад ядра урана или попадание электрона в ту или иную точку экрана. Следуя фон Нейману, мы должны были бы сказать, что это «разделение ответственности» обусловлено несовпадением эмпирического я и абсолютного субъекта.

Не есть ли, однако, наша свобода воли следствие квантового индетерминизма, поскольку наше эмпирическое я причастно Я абсолютному? Если это так, то мозг или какие-либо другие части нашего тела обладают дополнительными квантовыми характеристиками, осознаваемыми сознанием, т.е. в отличие от остальных макротел неживого мира, мы, а возможно и все живое, измеряем не только макроскопические наблюдаемые. Что это за наблюдаемые, пока неизвестно.

Некоторые авторы считают, что это измерения, связанные с туннельным эффектом при возбуждении нейронов мозга, меняющие вероятности этих переходов [13], другие [14] придают особое значение свойствам так называемых микротубул и т.д.

Убедительных доказательств существования этих квантовых свойств мозга, подобных свойствам микрочастиц, пока нет.

В заключение обсудим некоторые философские и богословские особенности излагаемой интерпретации квантовой физики. Мы уже упомянули имя Шопенгауэра, который, согласно его же утверждениям, следовал Канту. Кант в своих работах «Критика чистого разума» и «Критика практического разума» дал некоторое решение проблемы противоречия между свободой воли человека и необходимостью. Суть его решения состоит в следующем. Человек имеет ощущение свободы воли и связанной с ней ответственностью за свои поступки. Эта ответственность состоит в убеждении, что имеется выбор между тем или иным поступком и результат выбора определяется только человеком. С другой стороны, если

мы начнем анализировать с помощью нашего разума тот или иной поступок, то мы сможем найти причину того или иного предпочтения как следствие воспитания, нетрезвого состояния или еще чего-либо подобного. Поэтому внимательный анализ устраняет свободу воли. Тем самым возникает антиномия между свободой воли и необходимостью. С одной стороны, мы имеем ощущение свободы воли, с другой стороны разум говорит, что ее нет. С этой ситуацией мы регулярно встречаемся в юриспруденции, когда на суде прокуратура настаивает на свободе воли и вменяемости подсудимого, защита же приводит оправдательные причины совершенного преступления... Кант разрешает антиномию в своей философии дуализма между миром вещей в себе и миром вещей для нас. Существуют априорные формы нашего познания окружающего мира. Эти формы не есть свойства познаваемого мира, но являются формами созерцания нашим разумом действительности. Этими формами являются пространство, время и причинность. Познавая что-либо нашим разумом, мы обязательно опишем эту действительность в терминах пространства, времени и причинности, поскольку так устроен наш разум. Однако действительному миру вещей в себе эти формы не присущи. Мир вещей в себе и мир явлений (мир для нас) — разные миры.

Здесь имеется близость с мультиверсом: миром квантовых объектов и миром приборов. Что, однако, в квантовой физике аналогично миру вещей в себе и миру вещей для нас?

Мир вещей в себе, недоступный нашему разуму, согласно Канту и Шопенгауэру, не является полностью недоступным для нас. Дело в том, что я сам являюсь наиболее близкой ко мне вещью в себе. Так вот, чувство свободы воли и ответственности, как и моральный закон, с ними связанный, есть свойство меня как субъекта и как вещи в себе. Однако, когда я начинаю анализировать себя, для этого превратив себя из субъекта в объект познания, я с неизбежностью наброшу на себя сеть причинности и не увижу свободы воли, что, однако, не значит, что ее нет. Недоступное разуму доступно чувству. Во всем этом есть как аналогия, так и различие с ситуацией в квантовой физике.

Когда прибор присоединяется к субъекту познания и не рассматривается как квантовый объект, он принадлежит классическому миру и ответственен за редукцию волновой функции как

вторжения свободы индетерминизма в материальный мир, когда же граница переносится далее к глазу наблюдателя, прибор описывается детерминистски, редукцию же производит внешний по отношению к прибору наблюдатель. Так что в этом случае квантовый мир есть аналог мира вещей для нас с его детерминизмом, а мир приборов – мир вещей в себе, поскольку за ним скрывается абсолютный субъект познания. Классичность или булева логика сознания здесь аналогичны свойствам «эмпирического я», признающего свою ответственность за поступок и в то же время «объясняющего» его совершение теми или иными мотивами, принадлежащими внешнему миру. Имеется, однако, важное отличие. Будучи людьми эпохи просвещения, Кант и Шопенгауэр были заигнотизированы принципом причинности и не думали, что неустранимая случайность может быть обнаружена в объективном феноменальном мире, ё как это произошло в квантовой физике. Поэтому антиномия между вещью в себе и вещью для нас как антиномия (или расщепление) между разумом и чувством уже не обязательны. Хотя источник случайности находится внутри нас в абсолютном субъекте, эта случайность объективируется вне нас, проявляясь в особом поведении микрообъектов.

Наконец отметим, что неймановская интерпретация квантовой физики, говорящая об особой роли сознания, позволяет дать некоторый ответ на вопрос о существовании у людей свободы воли и без особых гипотез о необычных квантовых свойствах мозга, отличающего его от других макротел. Сам вопрос о человеческой свободе воли можно сформулировать так. Чем отличается мозг от остальных макротел, описываемых классической физикой? Ответ очевиден. Живой мозг отличается от остальных макротел наличием сознания, как-то с ним связанным. Но тогда мозг, согласно обсуждаемой нами интерпретации, может выступать в двух ролях. Он может выступать как прибор, описываемый классически, с помощью которого мы получаем информацию о внешнем мире. Но он, так же будучи составлен из микрочастиц, является квантовым объектом с некоммутирующими наблюдаемыми. И вот тут возникает принципиальная разница между ним и остальными макротелами. Дело в том, что макромир мы описываем классическими величинами и узнаем о дополнительных характеристиках микрочастиц всегда опосредованно через громоздкие приборы. Иная ситуация с

взаимоотношением сознания и мозга. Можно думать, что сознание настолько тесно связано с мозгом вплоть до «отождествления себя с телом», что ему не нужны никаких посредников – приборов для измерения дополнительных характеристик мозга как квантового объекта. Граница при этом проводится уже между мозгом и сознанием, способным задавать разные дополнительные вопросы о квантовых свойствах мозга без «конструирования» сложных приборов (см. в связи с этим возможное решение проблемы телепатии как непосредственной регистрации волновой функции сознанием без опосредующего прибора в [15].) При этом за счет изменения волновой функции мозга будет производиться «управление» мозгом. Квантовый индетерминизм проявит себя как чувство свободы воли. В отличие от измерений, опосредованных прибором, при измерениях как непосредственном осознании квантовых свойств не происходит никакой передачи энергии от прибора к исследуемому объекту, т.к. сознание не есть-какое либо поле с физическими характеристиками. Его единственное свойство – это различение истинного от ложного. Измерения, не предполагающие обмен энергией присутствуют, и в обычной квантовой механике. Это так называемые отрицательные эксперименты Реннингера. Например, имеется источник частиц, окруженный сферой с дырой, помещенной внутри другой сферы, покрытой, как и первая сфера, веществом, светящимся при попадании частицы. Если на первой сфере не появилось вспышки, то это значит, что частица пролетела через дыру. Согласно квантовой физике при этом произошла редукция волнового пакета и характеристики частицы изменились, хотя передачи энергии дыре не произошло. Другим примером являются эксперименты типа Эйнштейна, Подольского, Розена с двумя частицами. В этих экспериментах изменение волновой функции одной частицы происходит как следствие измерения над другой удаленной от первой частицей тоже без физического взаимодействия с первой частицей. Само квантовое управление может происходить по схеме, предложенной Сквайрсом [13]. Пусть имеется очень малая вероятность какого-либо квантового процесса, например туннельного перехода иона из одного нейрона в другой. Если организму «выгоден» этот переход, то он произойдет несмотря на малую вероятность. С точки зрения нашей гипотезы эта реализация маловероятных процессов может происходить следующим образом.

Сознание осознает положение иона со столь большой точностью, что его импульс согласно соотношению неопределенностей оказывается достаточно большим для проникновения за барьер с большой вероятностью.

Для внешнего наблюдателя, однако, все это управление будет полностью скрыто. Внешний наблюдатель, сознание которого отделено от исследуемого им мозга другого человека, будет видеть только обычный макрообъект, описываемый классической физикой. Некоммутирующие наблюдаемые этого макрообъекта будут недоступны для него, так же как они недоступны при изучении стола или стула, поскольку из-за свойства декогеренции [16] только с помощью очень сложных и несуществующих сегодня приборов, способных регистрировать очень малые промежутки времени, можно надеяться на их регистрацию. Конечно, можно надеяться, что свобода воли как управление вероятностями микропроцессами частиц (атомов и молекул) мозга, не настолько скрыто, чтобы быть недоступным внешнему наблюдателю, и может проявляться как корреляция психических и физических процессов. Но механизм этого управления на языке актов измерения сознанием свойств мозга останется в принципе недоступным внешнему наблюдателю, т.к. «чужого сознания» он видеть с помощью физических приборов не может... Более того, аналогия с экспериментами Эйнштейна, Подольского, Розена указывает на особое свойство «квантовой конспирации» актов измерения. Как известно, если имеются два наблюдателя над системой из двух частиц и один из них за счет измерений меняет волновые функции как первой так и второй частицы, то другой наблюдатель не может увидеть это изменение. Чтобы обнаружить такое изменение, нужно встретиться с первым наблюдателем и сравнить свои наблюдения [17]. Если же такое сравнение не делается, то передача информации от первого наблюдателя ко второму невозможна. Итак, никаких изменений частот случайных событий внешний по отношению к мозгу наблюдатель не заметит. «Квантовая конспирация» управления измерениями происходит так, что некоторая упорядоченность случайных событий скомпенсируется в следующие моменты времени другой упорядоченностью, так что в среднем все будет определяться детерминированными законами так, как если бы никакого управления не происходило и имелись лишь случайные упорядочения...

Эти акты измерения, впрочем, могут быть осознаваемы психологически как «я хочу это или то». Но психологическая сторона мозга оказывается полностью закрыта для нейрофизиолога, наблюдающего только процессы возбуждения и торможения, обусловленные внешними возмущениями и описываемые классической физикой.

И здесь мы оказываемся очень близки к Канту с его разрешением антиномии свободы воли и необходимости. С одной стороны, свобода воли есть как психологический факт, но с другой стороны, ее нельзя доказать с помощью внешнего наблюдения. Так ли это на самом деле, должно показать дальнейшее исследование мозга как физической системы и психофизической проблемы как проблемы взаимоотношения сознания и мозга.

Несколько слов о богословских проблемах. Как известно, большинство богословов (см. например [18]) говорят о том, что Бог определяет само «бытие» вещей и процессов, отделяя бытие от небытия, что является одним из определений творения из небытия. Здесь есть близость с введением функции истинности абсолютным субъектом познания в неймановской интерпретации квантовой физики. Однако Бог определяет бытие не только видимого мира, но и невидимого мира, многими богословами понимаемого как мир идей, математических понятий.

В интерпретации же фон Неймана математический мир, как и квантовый мир некоммутирующих операторов, предполагаются существующими, уже имеющими бытие. Зависимость некоторых черт объективного мира от наблюдателя и его сознания может быть связана с понятием первородного греха в богословии апостола Павла, согласно которому «вся тварь стенает донныне по вине человека» [19].

Вселенная наблюдается нами как полная страданий и враждебной живому случайности по вине наблюдателя как некоего коллективного Я-Адама. Абсолютный субъект неймановской интерпретации тогда отождествляется не с Богом, но с универсальным человеком, Бог же выше этого понятия. Первородный грех также определяется как такая особенность нашего сознания, которая делает его достаточно хорошо приспособленным для познания материального мира и плохо приспособленным для познания мира, высшего, чем человек, который мы видим, согласно апостолу Павлу, «как бы сквозь тусклое стекло».

Именно этот грех приводит к различию между для всех очевидным физическим опытом и субъективно индивидуальным религиозным опытом. Освобождение от этого греха предполагает изменение самого сознания как некое «покаяние» или «рождение свыше».

Возвращаясь к замечаниям Эддингтона и Белинфанте, отметим, что согласно по крайней мере православным представлениям не всякое случайное есть божественное. Необходимо, как говорили святые отцы, «различение духов». Личный Бог открывается через случайное, и в этом смысле возражение Лапласу и Эйнштейну, основанное на квантовом индетерминизме, остается в силе, но, разумеется, религиозный опыт не сводится к обожествлению случайности.

В заключение приведем несколько строк из беседы Альберта Эйнштейна с Рабиндранатом Тагором [20], в которой Рабиндранат Тагор высказывает мысли, близкие к излагаемой в этой статье концепции.

Тагор говорит:

«Этот мир – мир человека. Научные представления о нем – представления ученого. Поэтому мир отдельно от нас не существует. Наш мир относителен, его реальность зависит от нашего сознания. Существует некий стандарт разумного и прекрасного, придающий этому миру достоверность, – стандарт Вечного Человека, чьи ощущения совпадают с нашими ощущениями».

Далее.

*«Эйнштейн.* Но это значит, что истина или прекрасное не являются независимыми от человека.

*Тагор.* Не являются.

*Эйнштейн.* Если людей вдруг не стало, то Аполлон Бельведерский перестал бы быть прекрасным?

*Тагор.* Да!

*Эйнштейн.* Я согласен с подобной концепцией прекрасного, но не могу согласиться с концепцией истины.

*Тагор.* Почему? Ведь истина познается человеком».

Тагор, однако, не отождествляет Вечного Человека с Богом, что следует из следующего высказывания:

*«Тагор.* Истина, воплощенная в Универсальном Человеке, по существу должна быть человеческой, ибо в противном случае все, что мы, индивидуумы, могли бы познать, никогда нельзя было бы назвать истиной, по крайней мере научной истиной, к которой мы

можем приближаться с помощью логических процессов, иначе говоря, посредством органа мышления, который является человеческим органом. Согласно индийской философии, существует Брахма, абсолютная истина, которую нельзя постичь разумом отдельного индивидуума или описать словами. Она познается лишь путем полного погружения индивидуума в бесконечность. Природа же той истины, о которой мы говорим, носит внешний характер, т.е. она представляет собой то, что представляется истинным человеческому разуму, и поэтому эта истина – человеческая. Ее можно назвать Майей, или иллюзией».

В отличие от традиционной индийской точки зрения Тагора квантовая физика не приводит к столь крайней точке зрения об иллюзорности внешнего мира. Не всем свойствам квантовых объектов значения «истинно–ложно» дает сознание наблюдателя при измерении. Имеются, как и в классической физике, утверждения об истинности таких структур, как алгебра наблюдаемых квантового объекта. Эта алгебра представляется, например, матрицами, и ее истинность не определяется наблюдателем. При измерении наблюдатель в эксперименте видит уже не матрицу, а число, и это превращение матриц в числа осуществляется наблюдателем. Тем самым, хотя и имеется «сдвиг» в сторону индийской точки зрения о том, что истинность и ложность внешнего мира определяются сознанием, но это сдвиг лишь частичный, не для всего «внешнего». Здесь скорее имеется близость с платонизмом. Истинно существует некий, воспринимаемый только математическим разумом квантовый мир математических форм – алгебр наблюдаемых, недистрибутивных решеток и т.д. Его можно также назвать, следуя В.Гейзенбергу и В.А.Фоку, миром «объективно существующих потенциальных возможностей» При измерении происходит, аналогично, например, превращению света в звук, превращение этих математических объектов в физически воспринимаемые результаты наблюдений. Используя популярный индийский образ, можно сказать, что в том сне, который мы называем внешней реальностью, как и в обычном сне, некоторые объекты принадлежат-таки реальному миру, хотя многое определено только относительно сознания. Эти реальные объекты отличаются большей общностью и абстрактностью, что совпадает с платоновской точкой зрения.

### Литература

1. Гриб А.А. Квантовая физика, случай и религиозный опыт. Страницы 8:2. С. 271. М., 2003.
2. *Belinfante F.J.* A Survey of Hidden Variables Theory. Oxford, 1973.
3. *Grib A.A., Rodrigues W.A.Jr.* Nonlocality in Quantum Physics. Kluwer Plenum, N. Y., 1999.
4. *Aspect A., Grangier P. and Roger G.* Experimental test of Bell inequalities using time-varying analysis // *Phys. Rev. Lett.* 1981. 47(7). P. 460.
5. *Einstein A., Podolski B. and Rosen N.* Can quantum mechanical description of physical reality be considered complete? // *Phys. Rev.* 1935. 47, 777.
6. *Bell J.* On the Einstein-Podolski-Rosen paradox // *Physics.* 1965. 1, 195.
7. *Peres A.* Quantum Theory: Concepts and Methods. Kluwer, Dodrecht, 1993.
8. *Фок В.А.* Квантовая физика и структура материи. Л.: ЛГУ, 1965.
9. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Квантовая механика. М.: Наука, 1974.
10. *Нейман И. фон.* Математические основы квантовой механики. М.: Наука, 1964.
11. *Шопенгауэр А.* Мир как воля и представление.
12. *Conway J., Kochen S.* The free will theorem. arXiv:quant-ph/0604079 v1 Apr. 2006.
13. *Squires E.* Conscious Mind and the Physical World. IOP, Bristol, N. Y., 1990.
14. *Penrose R.* Shadows of the Mind. Oxford: Oxford Univ. Press, 1994.
15. *Grib A.A.* EPR paradox, Bell's inequalities and telepathic communication. IMECCC, rp16/95, UNICAMP, Brasil.
16. *Менский М.Б.* Концепция сознания в контексте квантовой механики // УФН. 2005. Т. 175, 4..
17. *Гриб А.А.* Нарушение неравенств Белла и эксперименты по корреляциям на макроскопических расстояниях // Успехи физических наук. 1984. 142. С. 619.
18. *Хеллер М.* Творческий конфликт. О проблемах взаимодействия научного и религиозного мировоззрения. М., 2005.
19. Толковая Библия. Т. 3. К римлянам послание святого апостола Павла. Гл. 1, 20. Стокгольм, 1987.
20. *Эйнштейн А.* Природа реальности. Беседа с Рабиндранатом Тагором // *Эйнштейн А.* Собр. соч. Т. 4. М., 1967.