

**И. Е. Прись** (Минск, Институт философии НАН)

Краткие тезисы выступления и ответы на вопросы

Если истинность квантовой теории подтверждается множеством экспериментов, то дискуссия о реальности вводимых ею объектов далека от завершения. Представляют ли квантовые состояния нечто в объективной реальности и, если да, то каковы особенности этой реальности? И тут возникают, минимум, две языковых проблемы.

Во-первых, в вопросах о реальности обычно подразумевается, что объект (событие) может или существовать (происходить), или нет. Но такая двоичная логика, заложенная в вопросе, сразу же порождает парадоксы в описании квантовых явлений. Возможно, более перспективным было бы вводить различие между модусами существования, например, «актуальное-действительное» и «потенциальное-возможное».

Во-вторых, не определён сам термин «объективная реальность». Если объективность означает независимость от субъекта (я: да это так: независимость от сознания, субъекта, языка, и т. д. Но не путать независимость и абсолютность («абсолютную» независимость). Определённая реальность предполагает точку зрения субъекта, употребление языка и т. д.), тогда что понимать под субъектом, получающим информацию о квантовом состоянии? **(Мой ответ: О «субъекте» можно говорить там, где есть употребление концептов, которые вырабатываются в реальности – следовательно и сам «субъект» вырабатывается в реальности. Измерительный прибор, измеряющий квантовую систему – «субъект». Можно процитировать Бора насчёт роли субъекта и понятия квантового эксперимента)** Любого индивидуума обладающего сознанием, подготовленного физика **(Я: да. Подготовленного физика, корректно применяющего теорию на практике), измерительный прибор (Я: да. Понятие «измерительного прибора» и «наблюдателя» можно рассматривать как одно и то же понятие),** любые макрообъекты или что-то еще? И что скрывается под двумя принципами квантовой механики, о которых говорит Ричард Фейнман (Фейнмановские лекции по физике, Т. 3-4, М., 1977, с. 217): либо событие может произойти несколькими взаимоисключающими способами **(мой ответ: онтологическая неопределённость),** либо мы можем узнать, какая из этих альтернатив осуществляется **(мой ответ: если нет онтологической неопределённости, если есть скрытая предопределённость, то об этом можно узнать. Всякая определённость предполагает (принципиальную) возможность познания (но допускает практическую невозможность познания)).** В двух случаях мы имеем различные правила определения вероятности обнаружения квантового объекта **(мой ответ: Квантовые вероятности отличаются от**

**классических вероятностей).** По самому Фейнману, существование этих двух принципов представляет из себя «крепкий орешек», который «разгрызть человеку не по зубам» (Там же, с. 218). Так ли это?? Что вообще означает понятие существования? **(Мой ответ: реально существует. Понятие существования и реальности можно различать. Но лучше понимать существование (существует) и реальность (реально) как синонимы.)** Можем ли мы вообще говорить о существовании квантовых объектов в пространстве-времени? **(Мой ответ: В нерелятивистской квантовой механике квантовые системы существуют в пространстве и времени. Само пространство-время в квантовой гравитации объект исследования.)**

В связи с этим предлагается сосредоточиться на первой группе вопросов, связанных с проблемой существования (реальности).

**Вопрос 1:** Существуют ли квантовые объекты (вектора состояния) между измерениями (пси-онтическая точка зрения)? Или волновая функция описывает только наше знание (пси-эпистемологическая точка зрения)?

**Ответ:** Мне кажется, что дихотомия пси-онтическая vs пси-эпистемологическая точки зрения ложна. Это дихотомия между метафизическими реализмом и анти-реализмом.

Волновая функция реальна в том и только том смысле, что она описывает («представляет») реальное состояние квантовой системы (отсылает к нему, а не буквально «отражает» его). Как средство описания она идеальна. (Язык, мысли, нормы, концепты – идеальны, а не реальны.) Однако, её реальность «реляционна», «относительна», или, как мы говорим, «контекстуальна». То есть она реальна по отношению к «наблюдателю», который её приготовил (в контексте наблюдателя) в рамках квантового эксперимента, благодаря употреблению квантовой теории и квантовых и обыденных концептов. Для нас всякая устоявшаяся теория, в том числе и квантовая механика, – норма для «измерения» реальности. Её употребление может быть понято в терминах витгенштейновской проблемы следования правилу. «Наблюдатель» и есть такое «употребление» теории, её применение к реальности. Здесь нет никакого субъективизма, никакого вмешательства «субъективного сознания». (Как нам кажется, Бор придерживался сходной точки зрения касательно наблюдателя и квантового эксперимента (явления).)

В общем случае квантовая реальность волновой функции диспозиционная. Волновая функция описывает диспозиционный фон, над которым можно проводить измерения конкретных значений квантовых физических величин. Всякие измерения мы рассматриваем как «невозмущающие» по определению: измерительный инструмент (теория, собственно

измерительный прибор и субъект/наблюдатель, применяющий их) измеряет систему, а не возмущает её. (Мы относим измерительный прибор к категории идеального. Проблема в том, чтобы не смешивать идеальное и реальное.) Но он измеряет не predetermined значения. Измерение контекстуально. Измерение конкретного значения физической величины есть переход в контекст (или, точнее говоря, наблюдатель обнаруживает в контексте), в котором физическая величина имеет определённое значение. Этот переход вероятностный. В результате конкретное значение физической величины реально лишь «реляционно», то есть в контексте наблюдателя, производящего измерение.

Например, в случае ЭПР-парадокса определённая корреляция действительно имеет место, но лишь в контексте измерения. То есть корреляция как таковая, но не корреляция определённая, predetermined. Определённая корреляция не predetermined, но она определена в контексте. В разных контекстах – определены разные (определённые) корреляции. Поэтому так же как и в случае классической причинной детерминистской корреляции в случае квантовой причинной недетерминистской корреляции нет проблемы нарушения локальности.

Квантовые концепты, таким образом, отличаются от классических концептов по способу функционирования. Они идентифицируют реальность в контексте измерения.

Квантовая механика показывает, что традиционные проблемы эпистемологии и метафизики модерна – проблема доступа к реальности, репрезентационализм, проблема вещи-в-себе и доступа к самой вещи, проблема объективной метафизической реальности (а также постмодернистские доктрины – например, конструктивизм, стирания границы между видимостью и реальностью) – ложные проблемы и доктрины.

Нужен подлинный – контекстуальный - реализм, принимающий категориальное различие между идеальным и реальным. Онтология контекстуальна. Познание есть познание реальности, самих вещей (а не вещей-для-нас, «теория-вещь» корреляций или вещей, несущих теоретическую нагрузку).

Таким образом, деконтекстуализированные пси-онтическая и пси-эпистемологическая концепции ложны и даже, строго говоря, бессмысленны.

К тому же пси-эпистемологическая концепция, если она утверждает, что волновая функция несёт в себе лишь информацию (информацию о чём? О квантовой системе?), подразумевает, что информация может быть неполной. Это приводит к неверному представлению о неполноте квантовой теории. Если же речь идёт «просто об информации», о

«видимости явлений», без обращения к онтологии, то такая позиция кажется противоречивой и во всяком случае инструменталистской.

Таким образом, мы отвергаем как метафизическую пси-онтическую позицию, так и метафизическую пси-эпистемическую позицию. Контекстуальный реализм волновой функции синтезирует онтический и эпистемический подходы: познание (информация) есть познание реальности (квантовая информация есть информация о реальной квантовой системе).

Реальное квантовое состояние и определённые значения физических величин существуют лишь для (относительно) «наблюдателя», «взаимодействующего» во время наблюдения с наблюдаемой физической системой.

Квантовая реальность существует до измерения. Но до измерения не существуют определённые квантовые объекты. Точнее говоря, до измерения квантовая определённость очень общая: она задаётся правилом Борна.

Волновая функция не описывает только наше знание. Она укоренена в реальности, подобно правилу приготовления жаркого (пример Витгенштейна), а не формальным правилам игры в шахматы. И вообще никакая физическая теория не может описывать только знание, информацию. Если она «описывает» знание, то есть выражает его, то тем самым она отсылает к реальности, описывает реальность.

**Вопрос 2:** В чем достоинства двухмодусной модели существования: потенциальное-актуальное для описания квантовых явлений?

**Ответ:**

Актуальное предполагает потенциальное. То, что есть, предполагает, что оно могло бы быть другим. На самом деле, прагматический подход позволяет устранить кантовский дуализм актуального и возможного.

Полезно аристотелевское понятие потенции, которое Гейзенберг применяет для понимания онтологии квантовой механики.

Квантовая реальность как диспозиционный фон как раз и есть потенциальность, который актуализируется в результате измерения в виде конкретных значений физических величин.

«Потенциальное» относится к «теории» (теория как норма/правило может быть применена по-разному), а «актуальное» - к её практическому применению (реальному).

**Вопрос 3:** Какие части формализма квантовой теории наиболее адекватно описывают существование квантовых объектов (вектор состояния, операторы поля, комплексная фаза, возможные пути в формализме интегралов по траекториям)?

**Ответ:** В общем случае квантовые объекты – не классические визуальные объекты. Диспозиционный фон, описываемый волновой функцией – квантовый объект. Он реален. Физическая величина, имеющая в результате измерения определённое значение, – квантовый объект. Она реальна. Квантовая физическая величина как таковая (безотносительно к её определённому значению, измеряемому на эксперименте) описывается соответствующим квантовым оператором. Она реальна. Например, относительно свободной квантовой частицы, имеющей определённое значение импульса и неопределённое положение в пространстве, нельзя сказать, что она вне пространства. Оператор положения в пространстве описывает её положение в пространстве, которое диспозиционно (частица может оказаться в любой точке пространства). В этом смысле оператор физической величины реален. (Электрон имеет положение и импульс. Но эти положение и импульс физически интерпретированные некоммутативные операторы, действующие в гильбертовом пространстве волновых функций электрона, описывающих его состояние.)

В квантовой теории поля операторы поля имеют свою собственную реальность в том смысле, что они позволяют идентифицировать, описать те или иные квантовополевые явления.

Объективно (объектно) реально то, что при помощи данных правил, теории мы способны идентифицировать как реальное (а не видимое). То есть реальна любая корректная идентификация объекта в широком смысле (как того, что имеет идентичность) в рамках явления.

**Вопрос 4.** Возникает ли классический мир из квантового мира, и если да – то как?

**Ответ:** классический и квантовый миры – два разных мира, хотя между ними есть соответствия и переходы, а также пограничные (полуклассические) области.

Подобно тому, как квантовый мир не редуцируется к классическому (ни формально-теоретически, ни концептуально, ни онтологически), последний не редуцируется к квантовому (не выводится из квантового). Квантовый мир – расширение (в этом смысле обобщение) классического мира. Квантовые концепты предполагают классические. Например, при измерении мы употребляем классические концепты наряду с квантовыми.

Это позволяет говорить о соответствии, частичной редукции в пограничных областях. Но даже в пограничных областях есть полу-классическая квантовая механика, которая может рассматриваться не как приближённая теория, а как точная теория, имеющая свою онтологию и область применимости.

Декогерентность не позволяет полностью теоретически объяснить переход к классическому миру. Она не решает проблему измерения. В то же время вопрос возникновения классического мира из «более фундаментального» квантового мира можно, как кажется рассматривать в контексте (а не в абсолютном смысле): например, декогерентность, дополненная прагматикой по аналогии с прагматическим устранением проблемы измерения.

**Вопрос 5:** В каком пространстве существуют вектора состояния (суперпозиция)?

**Ответ:** Абстрактный вектор состояния идеален. Это вектор в математическом (или физически интерпретированном) пространстве Гильберта, пусть и с абстрактной физической интерпретацией (то есть вектор физической величины как понятие, а не как сама физическая величина).

Вектора состояния как представляющие реальную квантовую систему в рамках конкретной перспективы, то есть в контексте приготовления, измерения (см. выше), могут рассматриваться как относящиеся к евклидову 3-мерному пространству (в случае нерелятивистской квантовой механики) и эволюционирующие в нашем классическом времени. Равносильно сказать, что квантовая система находится в 3-мерном пространстве и эволюционирует во времени (см. Вопрос 6).

**Вопрос 6:** В каком времени существуют вектора состояния (суперпозиция)?

**Ответ:** См. Ответ на Вопрос 5. Время в нерелятивистской квантовой механике входит в уравнение Шрёдингера в качестве абстрактного параметра. Это не время измерения физической величины. Уравнение квантовой механики можно представить в виде, не содержащем время. Тем не менее время реально. Мы производим измерение в реальный момент времени. Волновая функция реальна по отношению к наблюдателю, производящему измерение. И она эволюционирует по отношению к нему, в его «системе отсчёта» в соответствии с уравнением Шрёдингера в реальном времени. Таким образом, это время наблюдателя, который приготовил волновую функцию (который знает, с какой волновой функцией (с какой квантовой системой) он имеет дело).

В отличие от классической механики, квантовая механика не описывает (пространственно-временные) события (хотя она описывает временные события: волновая функция эволюционирует). Они просто-напросто не имеют в ней смысла. В частности, не имеет смысла говорить об определённых квантовых траекториях. Пространственно-временное квантовое событие возникает лишь в момент измерения положения квантовой частицы.

### На мой взгляд

1. Волновая функция не только предсказательный математический инструмент. В обобщённом смысле она является причиной квантовых корреляций, реальность которых контекстуальна.
2. Классический дуализм «событие» - «факт» (описывающий событие) отвергается. Тем самым отвергается предположение о существовании предопределённых (абсолютных, автономных) событий типа события редукции волновой функции (как некоторого реального процесса), выражаемого на языке волновой функции и правило Борна.
3. Нет никакой необходимости объяснять редукцию волновой функции. Если употребление волновой функции и правила Борна позволяют лишь идентифицировать (в контексте их употребления) тот или иной элемент реальности в виде результата процедуры измерения, нет нужды вводить в игру понятия реального физического процесса редукции и самостоятельного квантового события, отличного от факта его представления.
4. Необходимо принять во внимание логическое различие, «провал» между правилом (теорией, эволюцией волновой функции) и его применением.
5. Известная проблема измерения в квантовой механике не решается и устраняется: «процесс измерения» не есть подлинный процесс. Неверно думать, что в результате измерения, независимо от формализма квантовой механики, что-то происходит, а затем мы выражаем это на языке теории. Независимо от средств идентификации ничего не происходит, не является, то есть не представляет собой явление, не есть данное.
6. Проблема возникает в результате смешения категорий идеального (теории) и реального (применения).
7. Квантовая теория и закон квантовой вероятности не описывают независимую от них автономную определённую реальность. Соответствие между ними того же рода, что и соответствие между правилами приготовления жаркого и приготовленным жарким. Приготовление экспериментальной ситуации является частью применения теории.

8. В известном смысле в контексте идентифицируется именно тот срез реальности, где имеет место (квантовая) корреляция. Как элементы реальности коррелирующие события не возникают; они есть. Возникает лишь их идентификация.

9. Интерпретацию Эверетта можно понять как вводящую в рассмотрение все возможные контексты. Если это понимать в смысле чисто теоретическом, то есть в смысле правила, интерпретация допустима. Субстанциализация правила, однако, то есть метафизическая многомировая интерпретация проблематична. Жослин Бенуа называет такой подход плохим барокко. Кит Файн сказал бы, что в этом случае реальность фрагментирована. Но, на наш взгляд, правильнее сказать, что она контекстуальна. В рамках метафизического представления эта фрагментация выглядит как множественность не взаимодействующих («параллельных») миров.