

Сдвоенность пространства-времени и парадоксы квантовой механики

Duality of space-time and paradoxes of quantum mechanics

Балиев Л.О.

Независимый исследователь

e-mail: baliev@bk.ru

Baliev L.O.

Independent researcher

e-mail: baliev@bk.ru

Аннотация

Большое количество парадоксов, так или иначе связанных с квантовой механикой, побуждает научное сообщество к продолжению поисков их решения. Вопрос, однако, заключается в том, в каком направлении следует продолжать эти поиски: идти в фарватере идей, высказанных еще создателями квантовой механики, или же искать новые нетривиальные пути.

Для решения парадоксов квантовой механики в статье использована недавно разработанная концепция сдвоенности пространства-времени, в рамках которой было введено понятие феноменальной волны вероятности. Показано, что возникающее при этом формальное нарушение принципа каузальной замкнутости физического является следствием проявления особого вида причинности: причинности выбора. На примере парадокса буриданова осла было отмечено, что в основе существующих парадоксальных интерпретаций квантово-механических эффектов могут лежать методические погрешности системного анализа. С позиций концепции сдвоенности пространства-времени дана непротиворечивая и наглядная интерпретация трех важнейших парадоксов квантовой механики: двухщелевого эксперимента, ЭПР-парадокса, и квантового парадокса Зенона.

Ключевые слова: пространство; время; парадокс; вероятность; дискретность; причинность; квантовая механика.

Abstract

A large number of paradoxes one way or another related to quantum mechanics encourages the scientific community to continue searching for their solutions. The question, however, is in which direction these searches should be continued: to follow in the wake of the ideas expressed by the creators of quantum mechanics or to look for new non-trivial paths.

To solve the paradoxes of quantum mechanics, the article uses the recently developed concept of space-time duality, within which the concept of a phenomenal probability wave was introduced. It is shown that the resulting formal violation of the principle of causal closure of the physical is a consequence of a special type of causality: the causality of choice. Using the example of Buridan's donkey paradox, it was noted that the existing paradoxical interpretations of quantum mechanical effects may be based on methodological errors in system analysis. From the standpoint of the concept of space-time duality, a consistent and clear interpretation of the three most important paradoxes of quantum mechanics is given: the double-slit experiment, the EPR paradox, and Zeno's quantum paradox.

Keywords: space; time; paradox; probability; discreteness, quantum mechanics.

Квантовая механика как теория содержит множество парадоксов, в объяснении которых физическое сообщество до сих пор, по прошествии почти века после ее создания, так и не достигло консенсуса. Этот факт сам по себе говорит о том, что эта теория далека от завершения, что не все ее проблемы решены. Вместе с тем, из многих интерпретаций квантовой механики, разработанных в разное время, наиболее приемлемой для физического сообщества оказалась так называемая «копенгагенская интерпретация», выдвинутая одними из создателей квантовой механики Нильсом Бором и Вернером Гейзенбергом в 1927 г. и поддержанная большинством физиков-теоретиков того времени. Для того, чтобы дать объяснение парадоксальному поведению частиц в рамках квантово-механического формализма, авторы интерпретации встали на путь отказа от наглядности и причинности в квантовой механике.

Конечно, тому факту, что создатели квантовой механики избрали именно такой путь ее развития, есть рациональное объяснение. Возьму на себя смелость предположить следующее: в отличие от классической механики, которая развивалась от простых и наглядных моделей и соответствующих им формализмов к описанию (в том числе и формальному) все более сложных механических систем, наглядность которых также развивалась из предшествующих им более простых форм, квантовая механика, в силу специфики обстоятельств своего возникновения, во многом заимствовала формализм у развитых форм классической механики. Но поскольку феноменологически классическая и квантовая механика качественно отличаются друг от друга (детерминированность классической механики и «индетерминированность» квантовой механики), то заимствование у классической механики ее наглядности для квантовой механики оказалось невозможным. В то же время у квантовой механики не оказалось простых форм наглядности, из которых можно было бы наработать формы, соответствующие используемому квантово-механическому формализму. Вследствие этого квантовая механика оказалась вообще лишенной каких-либо форм наглядности.

Ситуация усугублялась еще и тем, что большинство создателей квантовой механики были склонны расценивать отсутствие наглядности не как признак недоработанности теории, а как следствие специфики устройства физической реальности. «Определенные самой природой границы возможности говорить о самостоятельных явлениях находят, по-видимому, свое выражение в формулировке квантовой механики. Однако ее нельзя воспринимать как препятствие для дальнейшего развития; мы должны лишь быть подготовленными ко все более глубокому абстрагированию от обычных требований непосредственной наглядности в описании природы» [1] - утверждал Нильс Бор. Более того, столкнувшись с «индетерминированным» характером квантовой механики, он и его сподвижники парадоксальным образом связали ее с утратой причинности (каузальности) в квантовой механике, аргументируя свою позицию тем, что «вынужденный отказ от представлений классической причинности в атомной физике вызван, если рассуждать абстрактно, лишь тем, что мы не можем говорить о самостоятельном поведении физического объекта вследствие неизбежного взаимодействия его с измерительным прибором» [2] Все это привело к тому, что над квантовой механикой воспарил ореол субъективного идеализма, что, на мой взгляд, совершенно не соответствует гносеологической сути этой теории. Поэтому ключевой вопрос, на который мы должны ответить прежде, чем перейдем к изложению возможностей, связанных с представлениями о сдвоенности пространства-времени, это вопрос о том, насколько корректно сопрягать парадоксальность феноменов квантовой механики с утратой наглядности и причинности (каузальности)?

Для того, чтобы лучше понять проблему, обратимся к известному философскому парадоксу буриданова осла. В этом парадоксе мы сталкиваемся с тем, что цепочка причинно обусловленных событий приводит нас в точку, в которой побудительные силы причин, ведущих к разным исходам, оказались абсолютно равными (сумма факторов причинной обусловленности тождественно равна нулю). С точки зрения физики, это классический случай равновесия действующих сил, при котором не предполагается никакого движения, а, значит, ослаку суждено умереть от голода. Однако, некоторые исследователи указывают на существенное отличие этого парадокса от классического примера с подбрасыванием монетки, когда равенство нулю суммы факторов причинной обусловленности выразится в равновесии монетки на ребре. Это отличие заключается в том, что у ослака в норме имеется интенция к продолжению жизни [3, с.229]. Другой важной особенностью этого парадокса является то, что указанная интенция не является физическим фактором и, следовательно, другими физическими факторами уравновешена быть не может. Таким образом, мы видим, что если рассматривать парадокс буриданова осла только в рамках физической реальности, то он не имеет решения: ослак не сможет сделать выбор и умрет от голода. Но если мы рассматриваем этот же парадокс в рамках некой «расширенной» реальности (или надсистемы по отношению к физической системе), в которую помимо физической включена еще и психическая реальность, то он получает свое решение, а ослак счастливо избегает голодной смерти.

Обратим внимание на то, что если наблюдатель не имеет никаких представлений о психической реальности и при этом имеет возможность экспериментально воспроизвести физические факторы парадокса, то он будет весьма удивлен тем обстоятельством, что ослак все-таки совершит выбор. При этом с точки зрения наблюдателя у него будут все основания для интерпретации результата эксперимента как нарушения причинности. Из этого мы можем сделать вывод, что парадокс буриданова осла не является следствием парадоксальности реальности, но лишь методической ошибкой системного анализа, когда уровень анализируемой системы неадекватен уровню заявленной проблемы.

Этот вывод интересен в основном тем, что позволяет задаться вопросом: нельзя ли распространить подобный вывод на парадоксы квантовой механики (или хотя бы на часть из них)? Это стало бы убедительным аргументом в дискуссии со сторонниками копенгагенской интерпретации. Ответ на этот вопрос будет зависеть от того, удастся ли обнаружить феномен (или даже несколько феноменов), который по своей природе не является феноменом физической реальности, но способен оказывать на нее влияние, приводящее к парадоксальной интерпретации внутри физической реальности.

Такой феномен удастся найти в рамках выдвинутой автором концепции двоечности пространства-времени (КСПВ) [4].

Физическое пространство-время в этой концепции представляет собой счетное множество точек существования, различных на несчетном множестве точек существования метафизического пространства-времени. Это позволяет рассматривать совокупность различных пространств (реальностей) не как простое рядоположение, а как некую связность, обеспечиваемую общностью точек существования. Связность метафизического и физического пространств является ключевой особенностью двоечного пространства-времени, позволяющей построить модель их взаимодействия.

В статье высказано предположение, что для обеспечения возможности движения в дискретном физическом пространстве, в континуальном метафизическом пространстве должны возникать «непрерывные статические сферические волны вероятности» [4, с.30], которые через точки существования различаются и в физическом пространстве. При этом следует обратить внимание на

то, что вероятность в данном случае будет носить феноменальный, а не просто абстрактно-математический характер. Другими словами, термин «волна вероятности» используется здесь не в качестве фигуры речи, а указывает на реальное явление. Но насколько это возможно?

Метафизическая реальность не является материальной уже хотя бы из-за того, что в силу континуальности метафизического пространства-времени для него не существует понятия меры. С другой стороны, нематериальные феномены метафизической реальности могут являться в физической реальности, поскольку множество точек существования, составляющее физическое пространство-время, является подмножеством точек существования метафизического пространства-времени. А это значит, что волна вероятности, будучи нематериальным феноменом метафизической реальности, получает свое существование в физической реальности в виде счетного множества значений, каждое из которых соответствует определенной точке существования. Но не нарушает ли конечность значений волны вероятности, транслируемой в физическое пространство, такого фундаментального свойства метафизического пространства, как отсутствие меры? В самом деле, мы измеряем вероятность в действительных числах величиной от 0 до 1, но в метафизическом пространстве различены только нули и бесконечности. Кроме того, волна вероятности не может не иметь конечного, но не нулевого значения длины волны. Тогда в каком смысле мы можем говорить о волне вероятности как о феномене метафизического пространства? И, наконец, феноменализация волны вероятности наделяет ее статусом причинного актора при том, что сама волна вероятности является феноменом метафизической реальности, а причиненные ею следствия проявляются в физической реальности. Таким образом, мы сталкиваемся с казусом нарушения принципа каузальной замкнутости физического (ПКЗФ). Насколько правомерно допускать такое нарушение?

Начнем с рассмотрения проблемы меры в отношении волны вероятности. Дело в том, что измеряя вероятность в промежутке действительных чисел от 0 до 1, мы, по существу, отображаем бесконечное множество значений вероятности в интервале от 0 до ∞ на привычный нам интервал от 0 до 1. Это ничему не противоречит, поскольку, в силу использования действительных чисел, интервал от 0 до 1 также, как и интервал от 0 до ∞ вмещает в себя бесконечное множество чисел. При этом само значение вероятности формально является отношением мощностей бесконечных множеств (поскольку мощности бесконечных множеств не могут быть измерены, то мы можем говорить об их отношении лишь формально. При этом в каждом конкретном случае эта форма наполняется специфическим содержанием), каждое из которых есть множество одного из исходов того или иного события. Так, например, если событием является подбрасывания игрального кубика, то, строго говоря, для точного определения вероятности того, что в результате подбрасывания сверху окажется та или иная грань кубика, его необходимо подбросить бесконечное число раз. В результате каждая из граней кубика окажется сверху также бесконечное число раз. Но если после каждого броска кубика вносить изменения в таблицу вероятности для каждой грани, величина которой будет подсчитываться как отношение количества выпаданий той или иной грани к общему количеству бросков, то в пределе величина вероятности для каждой грани будет стремиться к своему истинному значению.

По-другому дело обстоит с длиной волны у волны вероятности. Тут надо обратить внимание на то, что волна вероятности, по существу, является нематериальным атрибутом частицы. И в этом смысле ее существование ничем не отличается от существования в физическом пространстве самой частицы. А поскольку существование в физическом пространстве предполагает наличие меры, то нам остается признать, что сам факт различения волны вероятности в физическом пространстве сообщает ей измеримость (меру). Возможно это связано

с тем, что рождение частицы сопровождается формированием определенности ее пространственного положения, а вместе с ним и проявлением определенности исходной точки волны вероятности сопряженной с частицей. И относительно именно этой исходной точки выстраивается мера длины волны вероятности. В этом случае такой мерой должен быть квант физического пространства.

Принцип каузальной замкнутости физического утверждает, что у всякого физического события должна быть только физическая причина и только физическое следствие. Поэтому формально феноменализация волны вероятности безусловно приводит к нарушению ПКЗФ. И хотя сам по себе формализм принципа замкнутости не является содержательным, тем не менее, через него выражается содержание закона сохранения энергии – одного из фундаментальных законов сохранения. Как подчеркивает английский философ М. Велманс: «Если на физические события влияет нематериальный сознательный опыт, то физическая энергия должна получаться из некоего нематериального источника, и в результате общая физическая энергия вселенной увеличится. Точно так же, чтобы физические события влияли на сознательные, энергия должна потребляться из физической вселенной. Однако в соответствии с принципом сохранения энергии, энергия не может ни создаваться, ни исчезать» [5, с. 51]. Поэтому мы будем рассматривать возникшую проблему нарушения ПКЗФ через призму закона сохранения энергии.

В работе [4] было показано, что движение в дискретном физическом пространстве носит случайный характер. Мера случайности перехода частицы из данной точки существования в одну из ближайших к ней задается волной вероятности. При этом необходимо помнить, что волна вероятности причиняет не само перемещение частицы (что неминуемо привело бы к нарушению закона сохранения энергии), но лишь выбор ближайшей точки перемещения. Это говорит о том, что в случае волны вероятности мы имеем дело с особым видом причинности – причинностью выбора, которая предопределяет не физическое событие, а лишь выбор между несколькими эквивалентными с точки зрения физической действительности событиями, которые сами по себе имеют исключительно физические причины. Такой вид причинности оказывается востребованным главным образом благодаря дискретности физического пространства с его неопределенностью траекторий свободного движения.

Поскольку причинность выбора не влияет на формирование условий физических событий (а значит и не нарушает физических законов сохранения), то опасаться нарушения ПКЗФ в связи с волной вероятности нет никаких оснований. Тем не менее неопределенность траекторий свободного движения, а вместе с ними и координат движущихся частиц позволяет говорить об информационной незамкнутости физического в рамках причинности выбора. Например, если частица в заданный момент времени может оказаться либо в одной, либо в другой точке пространства, причем условия для этого формируются причинностью выбора, то каждому положению частицы можно приписать один бит информации, который транслируется из метафизического пространства (в котором формируется причинение) в физическое пространство (в которое является следствие). А если гипотетически предположить, что существует способ менять величину вероятности в рамках причинности выбора (т.е. управлять выбором), то такой механизм, на наш взгляд, может быть положен в основу необъясненного пока феномена психической причинности.

Таким образом, мы можем утверждать, что приписывание метафизическому пространству наличия волн вероятности не противоречит ни его фундаментальным свойствам, ни фундаментальным свойствам физического пространства.

Итак, мы сумели обнаружить в метафизической реальности феномен – волну вероятности, который, не будучи феноменом физической реальности, тем не менее, способен оказывать прямое влияние на поведение объектов физической

реальности. Это дает нам основание предположить, что парадоксы квантовой механики могут быть разрешены, если их рассматривать с учетом сдвоенности пространства-времени.

Теперь на примере одного из самых старых и известных парадоксов квантовой механики – двухщелевого эксперимента, реализуем описанный выше подход к разрешению парадоксов квантовой механики.

Двухщелевой эксперимент («двухщелевой опыт» или «щели Юнга») впервые был проведен задолго до разработки квантовой теории еще в 1801 г. английским физиком Томасом Юнгом. Этот эксперимент был поставлен с целью подтверждения правильности волновой теории света, которая была главенствующей в то время. Естественно, что никакой парадоксальности тогда обнаружено не было. Позднее в связи с разработкой квантовой механики, когда двухщелевой эксперимент стали воспроизводить с отдельными частицами, а не волнами, выявилась парадоксальность его результатов. Антиномичность заключалась в том, что интерференционная картина, получающаяся при прохождении волн через пластину с двумя щелями, качественно не отличается от картины, возникающей при облучении пластины отдельными частицами, например электронами [6, с.204-206]. Никакой внятной интерпретации результаты двухщелевого эксперимента в рамках квантовой механики не получили.

Прежде, чем перейти непосредственно к интерпретации двухщелевого эксперимента с позиции сдвоенного пространства-времени, выскажем несколько гипотез относительно свойств феноменальной волны вероятности:

1. Волна вероятности сопряжена с элементарной бесструктурной частицей. Она возникает при рождении или после взаимодействия частицы и угасает в момент ее взаимодействия или исчезновения.

2. Волна вероятности возникает в континуальном метафизическом пространстве и посредством общих точек существования различается в дискретном физическом пространстве.

3. Волна вероятности возникает и угасает мгновенно (это является следствием свойств метафизического пространства-времени).

4. Волна вероятности обтекает физические объекты и воздействует только на сопряженную с ней частицу.

5. Волна вероятности, как и любая волна, способна интерферировать сама с собой.

6. После возникновения и мгновенного распространения волны вероятности распределение значений вероятности по точкам пространства остается неизменным вплоть до исчезновения волны вероятности (т.е. вплоть до исчезновения или взаимодействия сопряженной с ней частицы). Таким образом, волна вероятности совмещает в себе качества волны и поля.

Модель движения в сдвоенном пространстве-времени [4, с.29] предполагает, что движение там происходит от точки существования к точке существования, причем выбор следующей точки движения из числа ближайших происходит с учетом направления движения и величины волны вероятности в ближайших точках существования. В рамках данной модели движения двухщелевой эксперимент интерпретируется следующим образом.

Частица рождается в источнике частиц и вместе с ней рождается волна вероятности, которая мгновенно распространяется на все пространство и, таким образом, превращается в волнообразное поле вероятности. Поскольку на каждом шаге движения имеется несколько ближайших точек существования, в которые частица потенциально может переместиться, то выбор актуальной точки для перемещения производится в два этапа. На первом этапе определяются ближайшие точки существования, в которые потенциально может переместиться частица. На втором этапе на основе значений волны вероятности в ближайших точках

существования происходит актуализация перемещения частицы в одну из ближайших точек.

Для лучшей наглядности автором была построена вычислительная модель двухщелевого эксперимента с экзистоунами (квазичастицы [4, с.26]), основанная на изложенной выше феноменальной модели. Результаты симуляции двухщелевого эксперимента показаны на рис 1.

На участке между Источником частиц и Пластиной с двумя щелями частицы движутся по «классическим» траекториям, чему свидетельствует распределение частиц на Пластине с двумя щелями (рис. 1б). Однако за Пластиной траектории частиц резко меняют свой характер. Это происходит потому, что после прохождения через щели волна вероятности начинает интерферировать сама с собой. Именно интерференция волны вероятности меняет характер траекторий частиц, и в результате мы получаем распределение частиц на Экране, характерное для волновых процессов (рис. 1в). При этом нет никакой необходимости приписывать волновые свойства самим частицам.

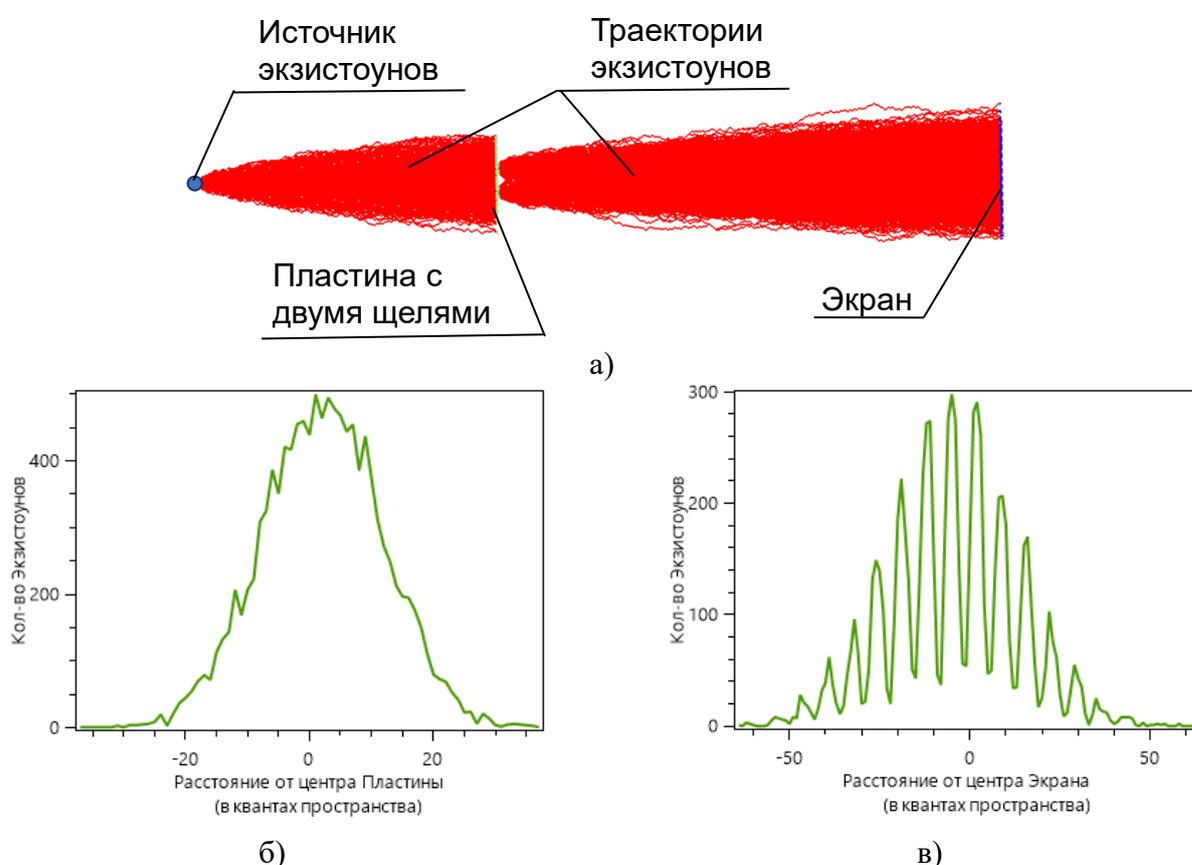


Рис. 1. Численное моделирование двухщелевого эксперимента: траекторий экзистоунов (а), распределение (без сглаживания) экзистоунов на Пластине (б), распределение (без сглаживания) экзистоунов на Экране (в).

При выполнении двухщелевого эксперимента наблюдается еще один интересный парадокс, необъяснимый с позиций квантовой механики. Он заключается в том, что при попытке «подсвечивать» частицы (например, электроны фотонами), прошедшие через щели, с целью получить распределение частиц, проходящих через каждую из щелей в отдельности, волновой эффект пропадает и на Экране мы получаем распределение, характерное для «классических» траекторий [6, с.208-209].

Этот парадокс также легко объясняется в рамках концепции сдвоенности пространства-времени. Дело в том, что при «подсветке» частицы она взаимодействует с фотоном подсветки и в соответствии с гипотезой №1, приведенной выше, первоначальная волна вероятности, которая прошла через щели с последующим эффектом

самоинтерференции, в момент взаимодействия частицы с фотоном исчезает и сразу же появляется новая волна вероятности, связанная с этой же частицей. Но, поскольку частица находится уже за Пластиной с двумя щелями, эффекта интерференции не возникает и частица движется по «классической» траектории.

Таким образом, на примере двухщелевого эксперимента мы показали, что парадоксы квантовой механики могут быть связаны с неверной оценкой локализации феноменов, оказывающих влияние на физическую реальность, и смогли вернуть наглядность и причинность в интерпретацию этого, по-видимому, мнимого парадокса.

Обратим внимание на то, что в отличие от квантовой механики формализм КСПВ позволяет выстраивать случайный набор траекторий из множества возможных (рис. 1а). При этом, в отличие от квантовой механики, в которой нет критериев разделения траекторий на возможные и невозможные, в КСПВ такой критерий есть: свободное движение частицы возможно только по наикратчайшим траекториям между двумя точками, набор которых в каждом конкретном случае определяется свойствами актуальной области дискретного пространства.

Другим отличием формализма КСПВ от формализма квантовой механики является отсутствие в нем волновой функции, вместо которой в случае КСПВ используется «натуральная» волна вероятности. Именно это обстоятельство позволяет вычислять не только вероятность движения частицы через ту или иную точку пространства, но и выстраивать возможные траектории.

Помимо двухщелевого эксперимента КСПВ позволяет раскрыть феноменологию и многих других парадоксов квантовой механики. Кратко опишем два наиболее важных из них:

1. Парадокс нелокальности (принцип неопределенности Гейзенберга, парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена [7]).

Парадокс состоит в том, что, если мы имеем две запутанные частицы, то измерение параметра одной частицы сопровождается мгновенным коллапсом запутанности и предопределяет состояние другой частицы как бы далеко друг от друга эти частицы ни находились.

КСПВ утверждает, что в силу природы возникновения феномен запутанности означает лишь то, что в момент возникновения частицы оказались сопряженными с одной и той же волной вероятности. А поскольку при измерении параметра любой из частиц (т.е. при взаимодействии частицы с системой измерения) волна вероятности исчезает, то *мгновенно* (поскольку волна вероятности является феноменом метафизической реальности) коллапсирует и состояние запутанности, а параметры второй частицы приобретают определенность, которая может быть предсказана заранее. При этом надо понимать, что мгновенно передается не физическое воздействие (физическое воздействие не может быть передано в метафизическом пространстве), а лишь информация о коллапсе запутанного состояния.

На основании этого мы можем сделать вывод, что:

а. Нелокальное поведение квантовых объектов вполне возможно в случае, когда эти объекты сопряжены с одной и той же волной вероятности. Такая нелокальность никак не противоречит принципиальной локальности физической реальности, поскольку является феноменом метафизической реальности. Поэтому опасения Эйнштейна о нарушении принципа локальности в квантовой механике напрасны.

б. Нелокальное поведение квантовых объектов предоставляет теоретическую возможность точного знания двух физических величин, операторы которых не коммутируют. В этом смысле утверждение о неполноте квантовой механики имеет под собой веские основания. Тем не менее, ввод в теорию «скрытых параметров», на наш взгляд, не является решением проблемы.

с. Как минимум в случае запутанных частиц принцип неопределенности Гейзенберга может быть обойден.

2. Квантовый парадокс Зенона [8].

Суть этого парадокса состоит в том, что наблюдение за квантовомеханической системой (например, нестабильной частицей) замедляет ее эволюцию. В предельной формулировке утверждается, что непрерывное наблюдение за квантовомеханической системой останавливает ее эволюцию.

В качестве квантовомеханической системы рассмотрим нестабильную частицу. Какие бы физические обстоятельства ни формировали причину распада частицы, можно утверждать, что эти обстоятельства носят вероятностный характер. При этом нужно понимать, что частица не может распасться в момент рождения, поскольку в этом случае мы бы говорили о рождении продуктов ее распада, а не самой частицы. Это означает, что до момента своего распада частица пройдет по сопряженной с ней волне вероятности некоторое расстояние и обстоятельства распада частицы будут формироваться под определяющим влиянием этой волны. Если в процессе движения частица взаимодействует с системой наблюдения, то в соответствии с гипотезой №1 волна вероятности мгновенно исчезнет и возникнет вновь в точке взаимодействия, воспроизведя положение частицы относительно волны вероятности таким, каким оно было в момент рождения, а значит, процесс формирования причины распада возобновится сначала. Если процедуру наблюдения повторять достаточно часто, то это состояние будет воспроизводиться практически непрерывно, что не позволит частице распасться.

* * *

Несмотря на то, что, как мы убедились, КСПВ позволяет давать объяснение парадоксам квантовой механики, не прибегая к отказу от наглядности и причинности, мы не видим в этой концепции альтернативу квантовой механике. Дело в том, что квантовая механика возникла в результате естественного развития физической науки, которая, как мы знаем, начала свое развитие вовсе не с изучения фундаментальных оснований физики, а скорее с некоей середины – с механики. Это связано с тем, что в то время механика оказалась хорошо проблематизированной и, в то же время, наиболее доступной с точки зрения изучения областью физики. Со временем физика стала расширять область своих интересов как в сторону объектов меньшего масштаба – микрофизика, так и большего – астрофизика. С другой стороны, физическую науку логичнее было бы выстраивать в той последовательности, в которой развивалась сама материя, т.е. от простого к сложному. Попыткой выстраивания физики именно в этой логике и является КСПВ. И сам факт того, что буквально на первом же этапе создания концепции удалось ухватить те особенности физической реальности, которые помогают понять некоторые парадоксальные результаты квантовой механики, вполне оправдывает такую попытку.

Литература

1. Бор Н. Избранные научные труды. В 2т. Т. 2: Статьи 1925–1961 // Теория атома и принципы описания природы / ред. Тамм И.Е., Фок В.А., Кузнецов Б.Г. Москва: Наука, 1970. С. 69.
2. Бор Н. Избранные научные труды. В 2т. Т. 2: Статьи 1925–1961 // Причинность и дополнительность / ред. Тамм И.Е., Фок В.А., Кузнецов Б.Г. Москва: Наука, 1970. С. 208.
3. Sen A. Rationality and Freedom. //Harvard University Press, 2004. 736 с.
4. Балиев Л.О. Метафизические основания физической реальности//Новые идеи в философии. Вып.11 (32) 2023, С.21-34.

5. *Велманс М.* Как отличать концептуальные моменты от эмпирических при изучении сознания // *Методология и история психологии.* 2009. Т. 4. Вып. 3. С. 42—54.
6. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Т.3. М.: Мир, 1967. 238 с.
7. *Einstein A., Podolsky B., Rosen N.* Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? // *Physical review,* 1935. — Vol. 47, Iss. 10. — P. 777—780.
8. *Белинский А.В.* О нарушении причинности в квантовых экспериментах // *Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия.* 2018. № 3. С. 14—25.