

Новый ум голого короля

П.В. Путенихин
m55@mail.ru

(получена 9 апреля 2006; опубликована 15 апреля 2006)

Опровержению локального реализма и утверждению нелокальности квантовой механики уделяется большое внимание. Однако эйнштейновский локальный реализм трактуется однобоко практически всеми авторами, и в первую очередь, Беллом. Одно из таких опровержений локального реализма рассматривает Пенроуз в своей книге «Новый ум короля». На примере его доводов в предлагаемой статье показано, что критикуемая модель локального реализма сформулирована с априорными противоречиями. Поскольку противоречия являются в большей степени искусственными, устранение их не представляет особого труда. Непротиворечивая модель объективного локального реализма заставляет по-новому взглянуть на проблему неполноты квантовой механики по Эйнштейну и поставить под вопрос нелокальность квантовой механики.

Телепортация, нелокальность квантовой механики, квантовая корреляция все чаще в литературе сопровождаются эпитетами «чудо», «магия», причем не в переносном, а в самом прямом смысле. К истокам возникновения таких взглядов на квантовую механику можно по праву отнести парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена (ЭПР-парадокс). Сущность парадокса сводится к отрицанию так называемой нелокальности квантовой механики. Что такое нелокальность квантовой механики, хорошо сформулировал российский физик С.И.Доронин:

«Насчет того, что понимать под нелокальностью в КМ, то в научной среде, я считаю, сложилось некоторое согласованное мнение на этот счет. Обычно под нелокальностью КМ понимают то обстоятельство, что КМ противоречит *принципу локального реализма* (его еще часто называют *принципом локальности Эйнштейна*).

Принцип локального реализма утверждает, что если две системы A и B пространственно разделены, тогда при полном описании физической реальности, действия, выполненные над системой A , не должны изменять свойства системы B ».

Отметим, что основным положением локального реализма в приведенной трактовке является отрицание взаимного влияния друг на друга пространственно разнесенных систем. В.Б.Губин (Л.3) приводит цитату из работы ЭПР:

У проекта ЭПР с двумя подсистемами основание более ясное: "...для наших целей нет необходимости давать исчерпывающее определение (физической. - В.Г.) реальности. Мы удовлетворимся следующим критерием, который считаем разумным. Если мы можем, без какого бы то ни было возмущения системы, предсказать с достоверностью (т.е. вероятностью, равной единице) значение некоторой физической величины, то существует элемент физической реальности, соответствующий этой физической величине." (Л.2, с. 605) И в случае разделенных подсистем основание для вывода - невозможность воздействовать первым измерением на достаточно удаленную часть прежней полной системы: "Никакое разумное определение реальности не должно, казалось бы, допускать этого." (Л.2, с. 611) Весомость последнего предложения многие авторы, пытающиеся сохранить копенгагенскую интерпретацию, принципиально недооценивают или вообще ее не понимают и не осознают.

И здесь наиболее весомым положением эйнштейновского локального реализма признана та же невозможность влияния двух пространственно разнесенных систем друг на друга. Вторым весомым положением эйнштейновского локального реализма здесь является наличие некоего элемента физической реальности, соответствующего измеряемой величине. Необходимо обратить особое внимание на это обстоятельство: одной физической величине ставится в соответствие один элемент физической реальности.

Простую версию парадокса Эйнштейна-Подольского-Розена, принадлежащую Дэвиду Мермину, приводит Роджер Пенроуз в своей книге «Новый ум короля». Поскольку он ссылается в этом описании на Дэвида Мермина, в ниже следующих рассуждениях мы будем просто об этом помнить каждый раз, когда будем говорить о доводах Пенроуза, подразумевая, что это в первую очередь доводы Мермина. Описанный ЭПР мысленный эксперимент поставил проблему полноты квантовой механики и ее локальности. С тех пор опровержению доводов ЭПР были посвящены множество статей и экспериментов. Основным из этих доводов против ЭПР-локальности квантовой механики стали неравенства Белла, доказывавшие, что никакими скрытыми переменными невозможно объяснить результаты квантовых экспериментов и прийти к тем же предсказаниям, какие дает квантовая механика. Хотя описание Пенроуза (Л.1, с.231) является популярным и рассчитано на читателей, не имеющих серьезной подготовки в этой области, это описание в максимально возможной степени отражает суть проблемы. Рассмотрим фрагмент главы «Парадокс Эйнштейна, Подольского и Розена»:

Почему мы не можем моделировать спины наших частиц – электрона и позитрона аналогично тому, как мы поступили в приведенном выше примере с черным и белым шарами, извлекаемыми из ящика? Будем рассуждать на самом общем уровне. Вместо черного и белого шаров мы могли бы взять два каких-нибудь технических устройства E и P , первоначально образующих единое целое, а затем начавших двигаться в противоположные стороны.

В дальнейшем будем называть эти устройства, как и Пенроуз – машина E и машина P . На данном этапе никаких противоречий между квантово-механическими представлениями и локальным реализмом нет.

Предположим, что каждое из устройств E и P способно давать ответ **ДА** и **НЕТ** на измерение спина в любом заданном направлении. Этот ответ может полностью определяться технической начинкой устройства при любом выборе направления –

Здесь также нет противоречий, данное допущение полностью обоснованно и очевидно может быть принято любой моделью локального реализма.

Или, может быть, устройство дает только вероятностные ответы (вероятность определяется его технической начинкой) – но при этом мы предполагаем, что после разделения *каждое из устройств E и P ведет себя совершенно независимо от другого.*

Это можно назвать недосказанностью, неточностью, которые безусловно необходимо отметить. Во-первых, вероятностный ответ должен включать в себя условие: настройки двух машин (устройств E и P) перед разделением принимают строго взаимозависимые состояния, хотя и случайным образом. То есть, если спин одной из машин может быть равновероятно любым, то спин другой – только противоположным первому. Во-вторых, после разделения машины ведут себя хотя и независимо, но состояние своих спинов не изменяют. С такими оговорками (уточнениями) модель также не противоречит локализму. Если же принять полную вероятностную картину поведения машин, то уже на этом этапе будет

получена абсурдная модель локального реализма, не имеющая ничего общего с локальностью Эйнштейна. Действительно, любому ответу машины Е будет соответствовать любой ответ машины Р.

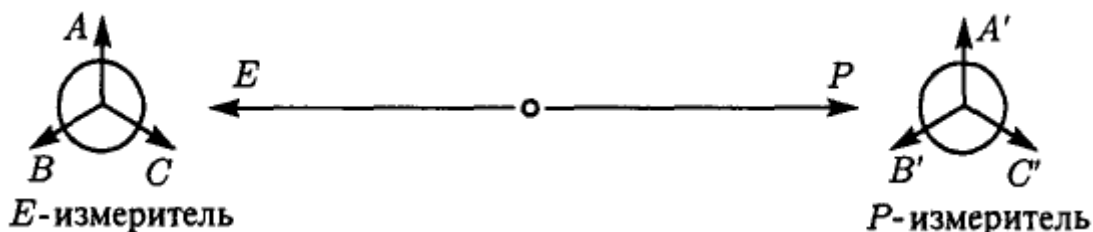


Рис.6.31. Простая версия парадокса ЭПР, принадлежащая Дэвиду Мермину, и теорема Белла, показывающие, что существует противоречие между локальным реалистическим взглядом на природу и результатами квантовой теории. Е-измеритель и Р-измеритель каждый независимо имеет по три настройки для направлений, в которых они могут измерять спины соответствующих частиц (электрона и позитрона)

Поставим с каждой стороны измерители спина, один из которых измеряет спин Е, а другой – спин Р. Предположим, что каждый измеритель обладает тремя настройками для измерения направления спина при каждом измерении, например, настройками А, В, С для измерителя спина Е и настройками А', В', С' для измерителя спина Р.

Пенроуз (и Мермин) называет настройками, как следует из описания, собственно измерители – датчики, каналы измерения. При этом можно согласиться как с наличием именно трех пар этих датчиков (измерителей, настроек), так и с использованием одного датчика в измерителе (измерителя), который может вращаться и занимать одно из трех направлений А, В, С и А', В', С'. При этом оси одноименных датчиков всегда параллельны:

Направления А', В', С' должны быть параллельны, соответственно, направлениям А, В и С. Предполагается также, что все три направления А, В и С лежат в одной плоскости и образуют между собой попарно равные углы, т.е. углы в 120° (рис.6.31). Предположим теперь, что эксперимент повторяется многократно и дает различные результаты для каждой из настроек.

Строго говоря, один из датчиков может быть установлен в направлении А, а другой – в направлении В'. Датчиков может быть и шесть. При этом каждой испущенной источником паре частиц будет соответствовать один акт измерения, в котором сработают только два из шести датчиков – по одному с каждой из сторон.

Иногда Е-измеритель фиксирует ответ **ДА** (т.е. спин направлен вдоль измеряемого направления А, В или С), иногда фиксирует ответ **НЕТ** (т.е. спин имеет направление, противоположное тому, в котором производится измерение). Аналогично, Р-измеритель фиксирует иногда ответ **ДА**, иногда – **НЕТ**. Обратим внимание на два свойства, которыми должны обладать настоящие *квантовые* вероятности:

- (1) Если настройки устройств Е и Р *одинаковы* (т.е. А совпадает с А' и т.д.), то результаты измерений, производимых с помощью устройств Е и Р, всегда *не согласуются между собой* (т.е. Е-измеритель фиксирует ответ **ДА** всякий раз, когда Р-измеритель дает ответ **НЕТ**, и ответ **НЕТ** всякий раз, когда Р-измеритель дает ответ **ДА**).

(2) Если лимбы настроек могут вращаться и установлены случайно, т.е. полностью независимо друг от друга, то два измерителя *равновероятно дают как согласующиеся, так и не согласующиеся результаты измерений.*

Нетрудно видеть, что свойства (1) и (2) непосредственно следуют из приведенных выше правил квантовых вероятностей. Мы можем предположить, что Е-измеритель срабатывает первым. Тогда Р-измеритель обнаруживает частицу, спиновое состояние которой имеет направление, противоположное измеренному Е-измерителем, поэтому свойство (1) следует немедленно.

Чтобы получить свойство (2), заметим, что для измеряемых направлений, образующих между собой углы в 120° , если Е-измеритель дает ответ **ДА**, то Р-направление расположено под углом 60° к тому спиновому состоянию, на которое действует Р-измеритель, а если Е-измеритель дает ответ **НЕТ**, то Р-направление образует угол 120° с этим спиновым состоянием. С вероятностью $\frac{3}{4} = (\frac{1}{2})(1 + \cos 60^\circ)$ измерения согласуются, и с вероятностью $\frac{1}{4} = (\frac{1}{2})(1 + \cos 120^\circ)$ они не согласуются. Таким образом, усредненная вероятность для трех настроек Р-измерителя при условии, что Е-измеритель дает ответ **ДА**, составляет $(\frac{1}{3})(0 + \frac{3}{4} + \frac{3}{4}) = \frac{1}{2}$ для ответа **ДА**, даваемого Р-измерителем, и $(\frac{1}{3})(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}) = \frac{1}{2}$ для ответа **НЕТ**, даваемого Р-измерителем, т.е. результаты измерений, производимых Е- и Р-измерителями, равновероятно согласуются и не согласуются. Аналогичная ситуация возникает и в том случае, когда Е-измеритель дает ответ **НЕТ**. Это и есть свойство (2) (см.с.218).

Итак, описаны основные требования, которым обязательно должны соответствовать результаты экспериментов, независимо от того, что предскажет теория. Эти результаты, конечно, действительно будут получены в эксперименте и их, вне всякого сомнения, предсказывает квантовая механика. Поэтому главной задачей является показать, что локальный реализм в той или иной трактовке либо дает такие же предсказания, и тогда он – правильная теория, либо он дает другие предсказания, и тогда он – теория ошибочная, не соответствующая результатам эксперимента.

Замечательно, что свойства (1) и (2) не согласуются с любой локальной реалистической моделью (т.е. с любой разновидностью устройств рассматриваемого типа)!

Здесь, опережая события, делается утверждение, что любая локальная модель делает предсказания, отличающиеся от приведенных выше, становясь тем самым ошибочной теорией. Ниже мы увидим, что это не так.

Предположим, что у нас есть такая модель. Е-машину следует приготовить для каждого из возможных измерений А, В или С.

Таким образом, одной измеряемой величине – спину сразу же ставится в соответствие несколько «скрытых переменных» машины, каждая из которых несет в себе ответ на одно из измерений. Можно сразу же выдвинуть предположение, делающее такое соответствие абсурдным. Поскольку направлений для измерения спина может быть бесконечное множество, то такую машину, понятно, создать невозможно. То есть последующие рассуждения автоматически делаются ненужными. Вместе с тем такой абсурд должен заставить задуматься на правильности трактовки положений локальности Эйнштейна.

Заметим, что если бы ее следовало готовить только для получения *вероятностного* ответа, то Р-машина (в соответствии со свойством (1)) не могла бы *достоверно* давать результаты измерения, не согласующиеся с результатами измерения Е-машины.

Это не совсем точно, если вспомнить о приведенном выше нашем замечании о сущности вероятностного ответа. Строго говоря, перед разделением машин один из ответов безусловно вероятностный.

Действительно, *обе* машины должны давать свои ответы, определенным образом приготовленные заранее, на каждое из трех возможных измерений. Предположим, например, что эти ответы должны быть **ДА, ДА, ДА**, соответственно, для настроек А, В, С; тогда правая частица должна быть приготовлена так, чтобы давать ответы **НЕТ, НЕТ, НЕТ** при соответствующих трех настройках. Если же вместо этого приготовленные ответы левой частицы гласят: **ДА, ДА, НЕТ**, то ответами правой частицы должны быть **НЕТ, НЕТ, ДА**. Все остальные случаи по существу аналогичны только что приведенным.

«Действительно» должно было означать доказательство утверждения о невозможности получения вероятностного ответа. Однако приведенные Пенроузом (и Мерминым) примеры означают получение таких ответов, включая «все остальные случаи». Действительно, если машина Е приготовлена вероятностно как **ДА, ДА, ДА**, а машина Р приготовлена однозначно зависимо от Е как **НЕТ, НЕТ, НЕТ** – условие (1) соблюдено. Если же «вместо этого» машина Е приготовлена вероятностно как **ДА, ДА, НЕТ**, а машина Р зависимо от машины Е как **НЕТ, НЕТ, ДА**, то условие (1) также соблюдено. Можно продолжить и показать, что для «всех остальных случаев» условие (1) также может быть соблюдено простым приготовлением машин Е и Р. С одним, оговоренным выше, условием: вероятностное состояние относится только к одной из машин, поскольку вторая должна достоверно иметь противоположное значение ответа (который для исследователя также будет вероятностным). Таким образом, условие (1) не является противоречием для критикуемого локального реализма. Вместе с тем повторяю, что полностью вероятностный ответ действительно невозможен, поскольку он автоматически разрушает зависимость между ответами машин.

Попытаемся теперь выяснить, согласуется ли это со свойством (2). Наборы ответов **ДА, ДА, ДА / НЕТ, НЕТ, НЕТ** не слишком многообещающи, так как дают 9 случаев несоответствия и 0 случаев соответствия при всех возможных парах настроек $A/A', A/B', A/C', B/A'$ и т.д.

Одного этого примера уже достаточно, чтобы увидеть неприемлемость данной выбранной для критики модели локального реализма. Действительно, если взглянуть на пары измерений, то сразу же видно полное противоречие и квантовой механике и эксперименту: не могут частицы одновременно с вероятностью 1 иметь направления спинов, например, А и В. Но именно это следует из приведенных наборов. Есть ли смысл рассматривать другие противоречия, уже имея такое неоспоримое и вопиющее? Действительно, ответы **ДА, ДА** означают, что если датчик расположен в направлении А, то он всегда будет давать ответ **ДА**. Если же он расположен в направлении В, то также будет всегда давать ответ **ДА**. То есть все частицы одновременно имеют направление спина и А и В!

А как обстоит дело с наборами **ДА, ДА, НЕТ / НЕТ, НЕТ, ДА** и тому подобными ответами? Они дают 5 случаев несоответствия и 4 случая соответствия. (Чтобы убедиться в правильности последнего утверждения, произведем подсчет случаев: **Д/Н, Д/Н, Д/Д, Д/Н, Д/Н, Д/Д, Н/Н, Н/Н, Н/Д**. Мы видим, что в 5 случаях ответы не согласуются и в 4 случаях согласуются.) Это уже гораздо ближе к тому, что требуется для свойства (2), но еще *недостаточно* хорошо, так как случаев несоответствия должно быть столько же, сколько случаев соответствия! Для любой другой пары наборов возможных ответов,

согласующихся со свойством (1), мы снова получили бы соотношение 5 к 4 (за исключением наборов **НЕТ, НЕТ, НЕТ / ДА, ДА, ДА**, для которых соотношение было бы хуже – снова 9 к 0).

И вновь приведенные рассуждения не могут не вызвать удивление. Как можно с такой серьезностью обсуждать возможность получения соотношения 1 к 1 (равновероятность) в **нечетном** количестве случаев?! Какие бы хитрые настройки мы ни применили, мы никогда не сможем получить из 9 случаев две равные группы.

Не существует набора приготовленных ответов, который могли бы дать квантово-механические вероятности. *Локальные реалистические модели исключаются!*

Если принять во внимание наши предыдущие замечания и чрезмерность доводов по опровержению совершенно нелепой модели, то, казалось бы, можно согласиться с выводом Пенроуза. Однако мы поступим иначе. Попробуем изобрести другую модель локализма, подгоним его свойства под результаты экспериментов и предсказания квантовой механики, придумаем такие условия, при которых вывод Пенроуза станет не столь однозначным. Самый простой и верный путь – это создать такую модель локализма, которая заведомо дает те же предсказания, что и квантовая механика. Вернемся к началу рассуждений Пенроуза:

обе машины должны давать свои ответы, определенным образом приготовленные заранее, на каждое из трех возможных измерений. Предположим, например, что эти ответы должны быть **ДА, ДА, ДА**, соответственно, для настроек А, В, С; тогда правая частица должна быть приготовлена так, чтобы давать ответы **НЕТ, НЕТ, НЕТ** при соответствующих трех настройках. Предположение **ДА, ДА, ДА**, как мы видели выше, ведет к противоречию с квантовой механикой. Введем другое предположение. Предположим, что машины Е и Р настроены так, что в них «зашифровано, записано, сохранено» угол между спином и вертикалью, то есть направление спина. Очевидно, что для сохранения этой настройки машине достаточно всего лишь одной ячейки памяти – одного элемента физической реальности. То есть – это всего лишь одна «скрытая переменная». Вводя такое предположение, мы тем самым расширяем возможности по белловскому выбору фиксированных направлений. Для нашего случая таких направлений может быть неограниченное количество и угол между ними может быть произвольным. Предположим также, что наша машина умеет давать ответ на запрос по любому направлению, для любых соответствующих настроек измерителей (для любых датчиков). И правило, по которому машина дает ответ – это правило квантово – механическое:

$$P = (1/2)(1 + \cos\theta)$$

То есть, вероятность дать ответ **ДА** или **НЕТ** зависит от угла между «запомненной» скрытой переменной и настройкой измерителя (осью датчика). Рассмотрим, какие ответы мы получим от такой машины, для чего будем строго следовать тексту рассуждений Пенроуза:

Чтобы получить свойство (2), заметим, что для измеряемых направлений, образующих между собой углы в 120°, если Е-измеритель дает ответ **ДА**,

то есть направление скрытой переменной машины Е совпало с направлением измерителя Е и ответ **ДА** мы получаем с вероятностью 1.

то Р-направление расположено под углом 60° к тому спиновому состоянию, на которое действует Р-измеритель,

это означает, что для машины Р спин направлен противоположно и угол между ним и ближайшим к этому направлению измерителем составляет 60 градусов.

А если Е-измеритель дает ответ **НЕТ**, то Р-направление образует угол 120° с этим спиновым состоянием.

Это означает, что направление измерителя Е и скрытой переменной строго противоположны и ответ **НЕТ** будет получен с вероятностью 1, направление машины Р совпадает со скрытой переменной, а две других настройки Р-измерителя образуют угол 120 градусов со скрытой переменной машины Р.

С вероятностью $\frac{3}{4} = (\frac{1}{2})(1 + \cos 60^\circ)$ измерения согласуются, и с вероятностью $\frac{1}{4} = (\frac{1}{2})(1 + \cos 120^\circ)$ они не согласуются.

Поскольку мы под **ДА** и **НЕТ** для машины Е предположили значение угла, запомненное в скрытой переменной, являющейся «ответозадающим» механизмом машины, то мы приходим к такому же ответу, как и Пенроуз:

С вероятностью $\frac{3}{4} = (\frac{1}{2})(1 + \cos 60^\circ)$ измерения согласуются.

Действительно, вероятность получить ответ **ДА** измерителем Р определяется углом между его, машины Р, скрытой переменной и ближайшим измерителем, который составляет 60 градусов, то есть вероятность равна $\frac{3}{4}$. Для большей определенности и наглядности назовем эти направления для одного конкретного измерения: если спины направлены вдоль вертикальной оси (измерители А и А'). Измеритель А машины Е покажет **ДА**, а измерители В' и С' покажут **ДА** с вероятностью $\frac{3}{4}$ каждый.

И с вероятностью $\frac{1}{4} = (\frac{1}{2})(1 + \cos 120^\circ)$ они не согласуются.

Действительно, вероятность получить ответ **ДА** измерителем Р также определятся углом между его, машины Р, скрытой переменной и направленными противоположно к ней (вернее, к направлению спина машины Е) измерителями. Для нашего конкретного примера, спин направлен противоположно измерителю А машины Е и с вероятностью 1 даст ответ **НЕТ**. Для машины Р скрытая переменная направлена вдоль измерителя А' и образует с измерителями В' и С' угол 120 градусов. Поэтому эти два измерителя дадут ответ **ДА** (противоположный ответу измерителя А машины Е) с вероятностью $\frac{1}{4}$ каждый.

Таким образом, усредненная вероятность для трех настроек Р-измерителя при условии, что Е-измеритель дает ответ **ДА**, составляет $(\frac{1}{3})(0 + \frac{3}{4} + \frac{3}{4}) = \frac{1}{2}$ для ответа **ДА**, даваемого Р-измерителем,

Посчитаем и мы. Поскольку измеритель А машины Е дал ответ **ДА**, то спин (скрытая переменная) этой машины направлен вертикально вверх, а спин машины Р – вниз. Таким образом, каждый из измерителей машины Р даст, соответственно, совпадающие ответы **ДА** со следующими вероятностями:

А': $(\frac{1}{2})(1 + \cos 180^\circ) = 0$, поскольку направление А' и спина (скрытой переменной) машины Р противоположны;

В': $(\frac{1}{2})(1 + \cos(-60^\circ)) = \frac{3}{4}$, поскольку направление В' и спина (скрытой переменной) машины Р образуют угол минус 60 градусов;

С': $(\frac{1}{2})(1 + \cos 60^\circ) = \frac{3}{4}$, поскольку направление С' и спина (скрытой переменной) машины Р образуют угол 60 градусов;

Таким образом, усредненная вероятность для трех настроек Р-измерителя при условии, что Е-измеритель дает ответ **ДА**, составляет $(\frac{1}{3})(0 + \frac{3}{4} + \frac{3}{4}) = \frac{1}{2}$ для ответа **ДА**, даваемого Р-измерителем, что, как видим, слово в слово совпадает с выводом Пенроуза.

и $(\frac{1}{3})(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}) = \frac{1}{2}$ для ответа **НЕТ**, даваемого Р-измерителем,

Аналогично для не согласующихся ответов. Как мы отметили: поскольку измеритель А машины Е дал ответ **ДА**, то спин (скрытая переменная) этой

машины направлен вертикально вверх, а спин машины Р – вниз. Таким образом, каждый из измерителей машины Р даст, соответственно, несовпадающие ответы **НЕТ** со следующими вероятностями:

A' : $(1\sqrt{2})(1 + \cos 0^\circ) = 1$, поскольку направление A' и спина (скрытой переменной) машины Р совпадают;

B' : $(1\sqrt{2})(1 + \cos 120^\circ) = 1\sqrt{4}$, поскольку направление B' и спина (скрытой переменной) машины Р образуют угол 120 градусов;

C' : $(1\sqrt{2})(1 + \cos(-120^\circ)) = 1\sqrt{4}$, поскольку направление C' и спина (скрытой переменной) машины Р образуют угол минус 120 градусов;

Таким образом, усредненная вероятность для трех настроек Р-измерителя при условии, что Е-измеритель дает ответ **ДА**, составляет $(1\sqrt{3})(1 + 1\sqrt{4} + 1\sqrt{4}) = 1\sqrt{2}$ для ответа **НЕТ**, даваемого Р-измерителем, что, как видим, в точности совпадает с выводом Пенроуза.

Следовательно, мы можем распространить заключение Пенроуза на рассмотренные конструкции ЕР-машин:

т.е. результаты измерений, производимых Е- и Р-измерителями, равновероятностно согласуются и не согласуются. Аналогичная ситуация возникает и в том случае, когда Е-измеритель дает ответ **НЕТ**. Это и есть свойство (2).

Следовательно, эти машины в точности имеют те «два свойства, которыми должны обладать настоящие *квантовые* вероятности». Соответственно, вывод Пенроуза о том, что «*Не существует* набора приготовленных ответов, который могли бы дать квантово-механические вероятности. *Локальные реалистические модели исключаются!*» к данной конструкции, являющейся несомненно локальной реалистической моделью, не относится.

Можно сказать, что рассмотренная Пенроузом модель локализма, локализма по Беллу, является моделью дефектной, поскольку в нее априорно заложено условие множественности скрытых переменных для одной квантовой величины и невозможность давать по каждому из направлений различные значения величины. Если эту модель локализма, очевидно, обоснованно можно назвать белловской моделью локализма, и выведенные Беллом неравенства относятся исключительно к ней, то рассмотренной непротиворечивой модели локализма следует дать собственное имя: объективный локальный реализм (объективный локализм) Эйнштейна. Основанием для этого можно взять приводимые Пенроузом, в частности, такие рассуждения:

«в самом направлении А, вокруг которого электрон «вращается как вокруг оси» до того, как произведено измерение, по-видимому, есть нечто полностью **объективное**. Действительно, мы могли бы остановить свой выбор на измерении спина электрона в направлении А, и электрон должен быть приготовлен так, чтобы достоверно (т.е. с вероятностью 100%) дать ответ **ДА**, если мы случайно угадаем истинное направление спина! Каким-то образом «информация» о том, что электрон действительно должен дать именно такой ответ, хранится в спиновом состоянии электрона» (с.219).

Это признание объективности спина и следует включить в название небелловского локализма. Очевидно, что неравенств Белла применимы к объективному локализму в той же самой мере, что и к квантово-механическим предсказаниям, и говорить о том, что для объективного локализма они не нарушаются, нет оснований.

Заключение

На основании рассмотренного здесь варианта опровержения положений локального реализма сформулируем кратко сущность спора между локальными реалистами и квантово-механическими апологетами. Позиции тех и других изложены исключительно последними, что делает понятным отсутствие веских возражений от локалистов. А суть заключается в подмене понятий:

В положениях локального реализма Эйнштейна нет указаний, что физическая величина «хранится» в квантовой частице в виде набора готовых ответов на все возможные измерения. Напротив, явно просматривается утверждение ЭПР, что одной физической величине соответствует один элемент физической реальности. То есть это совсем другие элементы физической реальности.

Отсюда следует вывод: неравенства Белла и все последующие их применения направлены совсем не на локальный реализм Эйнштейна, а на модель, не имеющую ничего общего с ним, в которой одной физической величине приписывается массив переменных с ответами на все возможные измерения.

Из рассуждений ЭПР и логического анализа кратко описанного ими локального реализма с необходимостью следует, что поведение «элемента физической реальности» физической величины непротиворечиво подчиняется математическому аппарату квантовой механики. Следовательно, предсказания локального реализма Эйнштейна и квантовой механики не только не противоречат друг другу, а полностью совпадают.

Наконец, становится очевидным, что противоречие между локальным реализмом Эйнштейна и квантовой механики сводится к проблеме интерпретации явления, называемого квантовой корреляцией. Приведенная модель объективного локального реализма (объективного локализма) в большей мере является непротиворечивой, нежели квантовая нелокальность. Процессы, происходящие с участием так называемых запутанных частиц, объективный локализм описывает так же точно, как и традиционная квантовая механика, но без использования подпространственных и вне-временных «чудес и магии».

Ссылаться на нарушение неравенств Белла, как на бесспорное опровержение любой модели локального реализма, нет оснований.

Литература

1. Пенроуз Роджер, Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики: Пер. с англ. / Общ. ред. В.О.Мальшенко. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 384 с. Roger Penrose, The Emperor's New Mind. Concerning Computers, Minds and The Laws of Physics. Oxford University Press, 1989.
2. Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н. Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальности полным? / Эйнштейн А. Собр. научных трудов, т. 3. М., Наука, 1966, с. 604-611.
3. Губин В.Б. О методологии лженауки. - М.: ПАИМС. 2004.