

УДК 1:001:37.01

## МНОГОМИРОВАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И МНОЖЕСТВО МИРОВ Н. ГУДМЕНА

© С. В. Власова

*Мурманский государственный технический университет  
183010, Мурманск, ул. Спортивная 13  
тел: +7 (8152) 45 71 25; факс: +7 (8152) 23 24 92  
E-mail: vlasovasv@mstu.edu.ru*

*Проанализированы взгляды на реальность, сформировавшиеся в XX веке в физике и философии, приводящие к необходимости рассмотрения идеи множества реальных миров. Показано, что введение многомировой интерпретации квантовой механики, с одной стороны, и концепции создания «возможных миров» Н. Гудмена, с другой, являются разнонаправленными тенденциями.*

**Ключевые слова:** *соотношение знания и реальности, интерпретации квантовой механики, реальные миры Н. Гудмена.*

### Введение

Квантовая механика, созданная в первой четверти XX в., внесла радикальные изменения в представления физиков и философов о соотношении научного знания и реальности. Формализм квантовой механики (КМ) с момента её создания практически не изменился и никогда серьёзно не оспаривался. В то же время, вопросы о смысле математических законов и процедур КМ, и их взаимосвязь со стоящей за ними реальностью, обсуждались с момента зарождения КМ и продолжают оставаться таковыми до настоящего времени.

Сегодня существует множество интерпретаций КМ, среди которых наиболее известной является Копенгагенская интерпретация (КИ), принимаемая большинством учёных, но имеющая ряд нерешённых проблем. Одна из наиболее серьёзных интерпретационных проблем КИ – это проблема коллапса вектора состояния (или редукция фон Неймана), происходящая в процессе измерения [1]. Её также называют «проблемой измерения в квантовой механике» [2]. Согласно КИ, можно рассчитать изменение функции вероятности с течением времени и тем самым получить вероятность какого-то результата измерений в следующий момент времени. При этом само измерение прерывным образом изменяет функцию вероятности: оно выбирает из всех возможных событий именно то, которое фактически совершилось. Это изменение происходит мгновенно и не описывается уравнением Шредингера. Редукция состояния входит в квантовую механику как один из её постулатов, это часть её формализма.

Опираясь на идею о том, что уравнение Шредингера должно оставаться справедливым и в процессе измерения, Х. Эверетт в середине XX в. предложил интерпретацию, позднее получившую название «многомировой интерпретации» (many-worlds interpretation). Согласно современному варианту «многомировой интерпретации» (ММИ), никакой редукции вектора состояния в процессе измерения не происходит, а различные возможные результаты измерений соответствуют различным классическим реальностям, или классическим мирам. Фактически, «Принимается, что эти реальности, или миры, совершенно равноправны, т.е. ни одна (ни один) из них не более реальна (не более реален), чем остальные» [3]. Как это следует из приведённой цитаты, разработка ММИ квантовой механики породила абсолютно новые идеи и в понимании реальности.

Примерно в те же годы, когда появилась интерпретация Эверетта, Н. Гудмен выдвинул и обосновал идею множества реальных миров. Эти миры возникают в результате того, что наше понимание реальности определяется многими случайными факторами. В итоге каждый конструирует свою реальность, причём реальность, сконструированная одним индивидом, нисколько не хуже реальности другого индивида. В своей книге «Способы создания миров» Н. Гудмен заявляет: «Мы ведём обсуждение в терминах не множественных возможных альтернатив к единственному действительному миру, но в терминах множественных действительных миров» [4].

В связи с тем, что в различных областях культуры, т.е. науке и философии, появились примерно в одно и то же время две значительные концепции, на первый взгляд, явно перекликающиеся между собой, возникает вопрос, не имеют ли эти концепции некий общий корень, не говорят ли они на языке физики и философии об одном и том же. Предлагаемая работа посвящена поиску ответа на этот вопрос.

### **Реальность в копенгагенской интерпретации и в оценке Эйнштейна**

Обратимся вначале к науке и ответим на вопрос, что нового внесла в представление о соотношении знания и реальности квантовая механика. Наиболее выпукло два различных взгляда на физическую реальность проявились в дискуссии между Эйнштейном, Подольским и Розеном (ЭПР), с одной стороны, и Бором (стоящим на позиции КИ), с другой. В самом начале своей статьи [5] ЭПР пишут: «При анализе физической теории необходимо учитывать различие между объективной реальностью, которая не зависит ни от какой теории, и теми физическими понятиями, с которыми оперирует теория. Эти понятия вводятся в качестве элементов, которые должны соответствовать объективной реальности, и с помощью этих понятий мы и представляем себе эту реальность... каждый элемент физической реальности должен иметь отражение в физической теории».

Важно, что элементы физической реальности не могут быть определены при помощи априорных философских рассуждений, они должны быть обнаружены на основе экспериментов. В дальнейшем авторы рассматриваемой работы предлагают использовать следующий разумный критерий: «Если мы можем, без какого бы то ни было возмущения системы, предсказать с достоверностью (т.е. с вероятностью, равной единице) значение некоторой физической величины, то существует элемент физической реальности, соответствующий этой физической величине» [5]. Как следует из приведённой выше цитаты и текста статьи, ЭПР рассматривают реальность как нечто, существующее независимо от сознания человека (в данном случае, от теорий). Человек (его сознание) взаимодействует с этой реальностью посредством опыта, и именно этот опыт (в физике, эксперимент и измерение) позволяет делать заключение о реальности. Важно, что теория оперирует понятиями, которые, согласно ЭПР не только должны соответствовать реальности, но и «каждый элемент физической реальности должен иметь отражение в физической теории». Интересно, что последняя фраза, взятая в кавычки, написана в тексте статьи ЭПР дважды! Очевидно, что ЭПР, высказываясь столь определённо, не сомневаются, что элементы физической реальности могут быть (в полном наборе!) получены в распоряжение физика. ЭПР подчёркивают, что, с одной стороны, «элементы физической реальности должны быть найдены на основе результатов экспериментов», но, с другой стороны, они, без сомнения утверждают, что элементы реальности определяются теоретически.

Итак, ЭПР утверждают, что, сначала на основании теории, с вероятностью, равной единице, мы предсказываем наличие каких-либо физических величин, а затем утверждаем, что элементы физической реальности, соответствующие этим величинам, существуют. Эта

точка зрения подтверждена и в беседе А. Эйнштейна с В. Гейзенбергом весной 1926г., в которой А. Эйнштейн говорил: «Но с принципиальной точки зрения желание строить теорию только на наблюдаемых величинах совершенно нелепо. Потому что в действительности всё ведь обстоит как раз наоборот. Только теория решает, что именно можно наблюдать». В беседе А. Эйнштейн обратил внимание В. Гейзенберга на то, что последний всё время пытается говорить о том, что мы знаем о природе, а не о том, как ведёт себя природа «на самом деле». Далее А. Эйнштейн добавил: «Очень может быть, что Вы и я знаем о природе что-то своё. Но кого это может интересовать?» [6].

Всё вышесказанное вынуждает нас считать, что реальность, согласно мнению А. Эйнштейна, возникает в сознании теоретика, но при этом ему удаётся в теории описывать природу такой, как она есть «на самом деле». Очень важно, что реальность А. Эйнштейна относится, как это следует из беседы с В. Гейзенбергом, не к его личному сознанию («Кого это может интересовать?»), а к некоторому коллективному сознанию физического сообщества, поскольку, выдвигая новую теоретическую концепцию, любой физик опирается на ту реальность (если остаётся в рамках науки), которая уже была выстроена физиками до него, а не строит реальность заново.

Нильс Бор, отвечая ЭПР, заметил, что аргументация, которую они используют, «вскрывает только существенную непригодность обычной точки зрения натуральной философии для описания физических явлений того типа, с которыми мы имеем дело в квантовой механике» [7]. Не вдаваясь в детали, отметим лишь, что критерий физической реальности, предложенный ЭПР, не выдержал критики Н. Бора. Ключевой момент в расхождении взглядов ЭПР и Н. Бора состоял в том, что условия проведения эксперимента (определяющие возможные типы предсказаний будущего поведения системы) составляют существенный элемент описания всякого явления, к которому можно применить термин «физическая реальность», в то время как ЭПР полагали, что волновая функция описывает состояние системы в том смысле, как это принято в классической физике, т.е. в смысле, как отмечает В.А. Фок, чего-то «объективного» и независимого от условий проведения эксперимента [8].

В. Гейзенберг писал, что в период становления квантовой механики копенгагенская группа физиков (Бор, Гейзенберг, Паули и др.) в ходе многочисленных бесед достигла ясности в вопросе о том, что «наглядное пространственно-временное описание процессов, происходящих в атоме, невозможно», а «от представления о протекающих в пространстве и времени объективных процессах определённно надо так или иначе избавиться» [6]. «Новая квантовая теория имела дело, просто говоря, уже не непосредственно с природой, а с нашими знаниями о природе. Поскольку такие знания неизбежно оказываются неполными, то статистический случайный элемент не мог быть устранён из новой теории» [9]. Т.о., согласно КИ, квантовая механика даёт нам некоторое знание о реальности, поскольку мы можем предсказать (с определённой долей вероятности) поведение квантовой системы, но это знание не говорит нам о том, какова же реальность «сама по себе».

### **Реальность в многомировой интерпретации квантовой механики.**

Исходной точкой, послужившей возникновению ММИ квантовой механики, явилась статья Х. Эверетта, вышедшая в 1957 г. В ней автор подчёркивал, что цель его работы – не вступать в противоречие с обычной формулировкой квантовой теории, а предложить более общую трактовку, из которой может быть выведена обычная интерпретация. Вполне естественно, что в новой теории опущены старые постулаты, связанные с измерением. Поводом для разработки новой теории послужил тезис, согласно которому в своей обычной

формулировке КМ не пригодна для систем, не являющихся объектом внешнего наблюдения. Например, это замкнутая Вселенная (а также некоторые другие нерешенные проблемы КМ, которые мы здесь не рассматриваем). В этом случае нет возможности оказаться вне системы и осуществить наблюдение, т.к. формализм обычного подхода опирается на понятие внешнего наблюдения. Для решения такой задачи необходима квантовая механика, которая является внутренней по отношению к замкнутой системе [10].

В теории Эверетта волновая функция рассматривается как основная физическая сущность. Здесь выдвигаются два основных постулата: 1) полная математическая модель изолированной физической системы обеспечивается волновой функцией, которая всюду и всегда описывается линейным волновым уравнением; 2) каждая система, которая подвергается внешнему наблюдению, может рассматриваться как часть большей изолированной системы.

Далее, в работе даётся представление о состояниях сложной системы, определяющихся в терминах состояний составляющих подсистем. Для этого вводится понятие «*соотнесённое состояние*», которое необходимо понимать в том смысле, что состояние одной подсистемы не является независимым, а определяется состоянием остающейся подсистемы, входящей в замкнутую систему. При этом состояния, занятые подсистемами, являются *коррелированными*. Такие корреляции между подсистемами возникают всякий раз, когда они взаимодействуют между собой. В этом случае все процессы измерения должны рассматриваться как взаимодействие между физическими системами, которые порождают сильные корреляции.

Основываясь на изложенных выше исходных положениях теории, Эверетт исследовал поведение сложной системы, состоящей из двух подсистем, и рассмотрел пример, служащий моделью процесса измерения. Он показал, что если время измерения достаточно велико (и выполняются некоторые другие условия), то процесс измерения характеризуется не единственным собственным значением измеряемой величины, а целым набором значений, причём в процессе измерения система остаётся приблизительно в собственном состоянии измерения. В результате Эверетт приходит к следующему выводу: «Полная теория показывает, что все элементы суперпозиции существуют одновременно, и полный процесс совершенно непрерывен» [10].

Очевидно, что полученный результат вступает в явное противоречие с опытом, ведь всегда измеряемый объект находится в определённом состоянии. Чтобы устранить это противоречие, Эверетт рассматривает более подробно, каким образом феномены предстают перед наблюдателем. Полученные результаты дают ему возможность сделать вывод о том, что «Всюду по всей последовательности процессов наблюдения есть только одна физическая система, представляющая наблюдателя, хотя и нет никакого единственного *уникального состояния* наблюдателя. Есть, однако, представление в терминах суперпозиции, каждый элемент которой содержит определённое состояние наблюдателя и соответствующее состояние системы. Т.о., с каждым последующим наблюдением (или взаимодействием), наблюдатель “ветвится” во множество различных состояний. Каждая ветвь представляет собой иной результат измерения и соответствующего собственного состояния системы. Все ветви существуют одновременно в суперпозиции после любой последовательности наблюдений» [10].

Мы видим, что опираясь на разработанную математическую модель, Эверетт смог дать обоснование стандартной процедуре измерения КМ, не используя коллапс волновой функции. Он объяснил, почему в каждом отдельном измерении наблюдатель полагает, что он фиксирует какое-либо собственное значение измеряемой величины. Заметим, однако,

что, разрешив проблему измерения в квантовой механике, теория Эверетта породила новую проблему – проблему расщепления состояний наблюдателя. Дело в том, что согласно эвереттовской интерпретации, в процессе измерения не происходит выбора одного альтернативного варианта из множества возможных (как это имеет место в КИ), а осуществляется расщепление состояния квантового мира на многие классические «реальности», или миры.

Вот как этот процесс разъясняет М.Б. Менский: «Сознание наблюдателя воспринимает различные классические миры независимо друг от друга... Субъективно наблюдатель воспринимает происходящее так, будто существует лишь один классический мир, именно тот, который он видит вокруг себя. Однако, согласно концепции Эверетта, во всех альтернативных мирах имеются как бы “двойники” этого наблюдателя, ощущения которых дают каждому из них картину того мира, в котором “живёт” именно он» [3].

Существует, как мы видим, серьёзная трудность при восприятии такого объяснения процесса измерения. Не удивительно, что даже среди физиков есть люди, неоднозначно воспринимающие такого рода разъяснения. М.Б. Менский полагает, что картина многих миров кажется более фантастичной, чем это есть на самом деле. Более того, она может вводить в заблуждение (и действительно, нередко вводит) тех, кто знакомится с ней, не имея достаточного опыта. Он советует помнить, что никаких «многих классических миров» на самом деле нет: «Есть только один мир, этот мир квантовый, и он находится в состоянии суперпозиции. Лишь каждая из компонент суперпозиции по отдельности соответствует тому, что наше сознание воспринимает как картину классического мира... Каждый классический мир представляет собой лишь одну “классическую проекцию” квантового мира. Эти различные проекции создаются сознанием наблюдателя, тогда как сам квантовый мир существует независимо от какого бы то ни было наблюдателя» [3]. Не все авторы согласны с интерпретацией Менского. Например, Д. Дойч уверен, что множество реальных миров существуют, и это видно из следующей цитаты: «Квантовая теория параллельных вселенных – это не задача, это решение. Это толкование нельзя назвать ненадёжным и необязательным, исходящим из скрытых теоретических соображений. Это объяснение – единственно надёжное объяснение – замечательной и противоречащей интуиции реальности» [11].

### **Затерянная или обретённая универсальная реальность?**

В книге «Способы создания миров» Н. Гудмен разъясняет, почему он обращается к рассмотрению множества реальных миров: «Для “человека с улицы” большинство версий науки, искусства и восприятия некоторым образом отстраивается от знакомого, пригодного к эксплуатации мира, слепленного на скорую руку из фрагментов научной и художественной традиции и своей собственной борьбы за выживание. В самом деле, этот мир чаще всего принимают за реальный, поскольку действительность в мире, подобно реализму в картине, является в значительной степени вопросом привычки» [4]. Согласно Гудмену, «мир» – это то, что описывается «правильными версиями». Он задаётся вопросом: «Разве правильная версия не отличается от неправильной просто применимостью к миру, так, чтобы сама правильность зависела от мира и подразумевала его?». И отвечает на него так: «Мы не можем проверить ту или иную версию, сравнивая её с миром неопианным, неизобразенным, неосознанным». Следовательно, правильными можно назвать те версии мира, которые сообщают нам «нечто» об этом мире. Н. Гудмен считает, что лежащий в основе правильных версий мир – это «затерянный» мир, хотя, как мы видим, и не отрицает его.

Если сравнить позицию философа Гудмена с позицией физика Эйнштейна, то обнаруживается следующее разительное отличие. Эйнштейн признаёт, что он знает о природе что-то своё, но «кого это может интересовать?». Для Эйнштейна важен именно универсальный мир природы, свойства которого коллективный разум многих поколений физиков (и их предшественников), в той или иной степени, познал; это мир, задающий исследователям задачи, для решения которых приходится искать новые теоретические модели и вновь обращаться к этому миру для проверки построенных моделей. Да, конечно, эти модели являются субъектными, т.к. они рождаются в головах конкретных учёных, и, конечно, как говорил А. Эйнштейн, никакой прямой путь не ведёт от эксперимента к теории, но, несмотря на всё это (и многое другое), этот мир природы вовсе не затерян.

Актуальность, а вовсе не «затерянность» универсальной реальности следует и из представлений К. Лоренца, согласно которому всякое познание опирается на взаимодействие познающего субъекта и познаваемого объекта, причём оба одинаково реальны. Опираясь на данные естествознания, Лоренц показал, что наши знания дают возможность создать подлинный образ действительности, пусть и упрощённый, но, все-таки, образ действительности. Если бы это было не так, то вид *homo sapiens* просто не выжил бы. Этот вывод опирается на идеи эволюционной теории познания, согласно которой мозг с его функциями, в особенности с его когнитивными способностями, представляет собой результат биологической эволюции, причём биологически обусловленные когнитивные структуры соответствуют окружающему миру именно потому, что они сформировались в процессе адаптации к нему и обеспечили выживание человека [12]. По Лоренцу, «Наш познавательный аппарат есть предмет реальной действительности, получивший свою нынешнюю форму в столкновении со столь же реальными предметами и в приспособлении к ним. На этом знании и основана наша убеждённость, что всем сообщениям нашего познавательного аппарата о внешней действительности соответствует нечто реальное» [13].

Гудмен считает, что для многих целей правильные описания, изображения и восприятия мира, т.е. «способы, которыми мир существует» или просто версии, можно рассматривать как «наши» миры по той причине, что множество мировых версий автономны и значительны даже безо всякого требования или предположения о возможной сводимости их к некоторой единой основе. Вообще он полагает, что поиск универсального или необходимого начала лучше оставить богословию [4]. Достоинство подхода Гудмена состоит в том, что он не накладывает никаких ограничений относительно того, какие миры являются действительными. Но в любом случае, по Н. Гудмену, строительство миров мы начинаем с некоторой прежней версии (или некоторого прежнего мира), с которой мы имеем дело до тех пор, пока у нас не появится достаточно решимости и навыков, чтобы переделать прежний мир в новый: фактически, создание миров начинается с одной версии и заканчивается другой. С этим, конечно, можно согласиться. Но вот с чем никак нельзя согласиться, – так это с тем, что можно допустить, если не бесконечную, то, по крайней мере, слишком широкую свободу для выбора из множества действительных миров.

Опираясь на предложенное выше рассмотрение, в итоге мы приходим к выводу о том, что возникновение идеи множества реальных миров в творчестве Гудмена никак не связано с процессами, происходящими в физике, а именно, с появлением многомировой интерпретации квантовой механики, и это несмотря на то, что эти события происходили примерно в один и то же период. Более того, можно отметить движение философской мысли Гудмена в направлении, противоположном развитию физики! Развитие физики и биологии в этот период характеризовалось напряжённым поиском всего научного сообщества хоть какой-то возможности сохранить универсальную реальность, хотя бы как референт всех

возникающих идей и моделей. В то же время, подход Н. Гудмена характеризуется, пусть и не отрицанием универсальной реальности, но достаточно небрежным к ней отношением и, фактически, отказом от возможностей её познания. Вопрос, почему в философии и естествознании в середине XX в. возникли такие разнонаправленные тенденции, представляет особый интерес, и будет являться предметом дальнейших исследований автора статьи.

### Заключение

Проанализированы взгляды на реальность, возникшие в XX веке в области физики и философии, приводящие к необходимости рассмотрения множества реальных миров. Показано, что введение многомировой интерпретации квантовой механики, с одной стороны, и концепции создания множества миров Н. Гудмена, с другой стороны, являются разнонаправленными тенденциями.

Установлено, что в многомировой интерпретации квантовой механики Х. Эверетт (и его последователи) рассматривают квантовый мир как некую универсальную реальность, в которой всё происходящее детерминистично. Н. Гудмен и его сторонники, напротив, не придают никакого существенного значения универсальной реальности, считая её «затерянной» среди многих других правильных версий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Cramer John G. The Transactional Interpretation of Quantum Mechanics // *Reviews of Modern Physics*. **1986**. Vol. 58. P. 647–688.
2. Менский М.Б. Квантовая механика, сознание и мост между двумя культурами // *Вопросы философии*. **2004**. №6. С.64–74.
3. Менский М.Б. Концепция сознания в контексте квантовой механики // *Успехи физических наук*. **2005**. №4. С.413–435.
4. Гудмен Н. *Способы создания миров*. М.: Идея–пресс–Праксис, **2001**. 376 с.
5. A. Einstein, B. Podolsky and N. Rozen. Can Quantum–mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? // *Phys. Rev.* **1935**. Vol. 47. P. 777–780. Перев. А.Г. Любиной под ред. В. А. Фока. // *Успехи физических наук*. **1936**. вып. 4. С.440–446.
6. Гейзенберг Вернер. *Часть и целое (беседы вокруг атомной физики)*. М.: Эдиториал УРСС, **2004**. 232 с.
7. Bohr Niels. Can Quantum–mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? // *Phys. Rev.* **1935**. Vol. 48. P. 696–702. Перев. А. Г. Любиной под ред. В. А. Фока. // *Успехи физических наук*, **1936**. вып. 4. С.440–446.
8. Фок В.А. Можно ли считать, что квантово–механическое описание физической реальности является полным. 1. Вступительная статья // *Успехи физических наук*. **1936**. вып. 4. с.440–446.
9. Гейзенберг Вернер. *Философские проблемы атомной физики*. М.: Эдиториал УРСС, **2004**. 192 с.
10. Everett Hugh. «Relative State» Formulation of Quantum Mechanics // *Reviews of Modern Physics*, **1957**. Vol. 29, №3. P. 454–462. Перевод Ю.А. Лебедева
11. Дойч Д. *Структура реальности*. М.–Ижевск: НИЦ «РХД», **2001**. 400 с.
12. Фольмер Г. *Эволюция и проекция – начала современной теории познания / Эволюция, культура, познание*. М.: ИФРАН, **1996**. С. 39.
13. Лоренц К. *Оборотная сторона зеркала*. – М.: Республика, **1998**. 493 с.