

Роль и значение квантовой теории в свете ее последних достижений

С.И. Доронин

(Получена 3 мая 2004; исправлена 12 мая 2004; опубликована 15 мая 2004)

В статье анализируются научные результаты, полученные квантовой механикой за последние годы. Этот период характеризуется значительным расширением области применения квантовой теории и переходом ее непосредственно в сферу практического применения. Значительные успехи обусловлены развитием прикладных направлений квантовой механики: теории декогеренции, теории запутанных состояний, квантовой теории информации. Поскольку квантовомеханическое описание является на данный момент наиболее полным из всех других известных описаний физической реальности, выводы, полученные на его основе, имеют фундаментальное значение и формируют современную концепцию естествознания в целом.

Введение.

Последние достижения квантовой теории

Не так давно, 14 декабря 2000 г., научный мир отметил 100-летний юбилей квантовой механики. Событие это осталось практически незамеченным. Между тем, историческая дата 14 декабря 1900 г., когда на заседании Берлинского физического общества Макс Планк впервые произнес слово “квант”, имеет все основания стать одним из самых значительных событий в истории человечества. С этого дня начинается отсчет того кардинального переворота в научной мысли, который к настоящему времени привел к качественно новым фундаментальным научным достижениям квантовой теории. В результате, к настоящему времени оказалась заложенной основа тем грядущим масштабным и глубоким изменениям во всех сферах общества, которые ожидают нас в недалеком будущем.

Эти неординарные научные достижения были вызваны тем, что в последнее время произошел стремительный переход квантовой механики непосредственно в сферу практического применения. Прежде всего, это касается такого перспективного для практических приложений квантового ресурса, как “*запутанные состояния*” (entangled states).

Запутанность есть особая квантовая форма корреляций составных систем, не имеющая классического аналога. Она возникает в системе, состоящей из двух и более взаимодействующих подсистем (или взаимодействовавших ранее, а затем разделенных), и представляет собой суперпозицию альтернативных (взаимоисключающих с классической точки зрения) состояний, которая не может быть реализована в классической физике. Для таких систем флуктуации отдельных частей взаимосвязаны, но не посредством обычных взаимодействий путем обмена энергией (*классических корреляций*), ограниченных, например, скоростью света, а посредством *нелокальных квантовых корреляций*, когда изменение одной части системы в тот же самый момент времени сказывается на остальных ее частях (даже разделенных в пространстве, в пределе и на бесконечно больших расстояниях).

Математически это выражается в том, что вектор состояния системы, как единого целого, не может быть представлен в виде произведения (тензорного) векторов состояния своих подсистем. В этом случае невозможно разделить систему на локальные объекты и сказать, что вот это – один объект, а вот это – другой. Всегда есть некоторая часть системы,

которая принадлежит обоим объектам в равной степени. Подсистемы переплетены, запутаны между собой подобно сиаемским близнецам, и составляют единое целое, пусть даже в какой-то незначительной своей части. Описание таких систем в рамках “локальной объективной теории”, которая предполагает наличие независимых объектов, становится невозможным. Точнее, классическую физику можно рассматривать как некоторое приближение при описании физической реальности, когда квантовые корреляции незначительны по сравнению с теми классическими корреляциями, на которых мы останавливаем свое внимание, т.е. на тех физических характеристиках системы, которые характеризуют локальный объект. Например, если взять сиаемских близнецов, классическая физика будет способна описать характеристики каждого из близнецов по отдельности и такое описание будет в чем-то достаточно разумным. Но при таком описании невозможно будет учесть самого главного, что такие близнецы неразрывно связаны друг с другом, пусть даже самым незначительным участком своего тела, и не могут, например, перемещаться независимо друг от друга. Хотя, согласно классическому описанию, ничто не запрещает им находиться в разных комнатах. Согласитесь, ценность такого описания сразу резко падает. В отличие от этого, квантовая механика может описать объект и как единое целое, и как отдельные локальные его части. Классическое описание становится при этом частным случаем квантовомеханического описания, когда мы *преднамеренно пренебрегаем* отдельными свойствами всей системы, как единого целого. При таком подходе мы уже будем понимать, с какой целью и для чего мы используем классический подход, не забывая о границах его применимости, и не будем легкомысленно утверждать, что такое описание дает нам исчерпывающую информацию об объекте.

Может сложиться обманчивое впечатление, что поскольку квантовые корреляции в нашем макроскопическом мире незначительны, ими можно полностью пренебречь. Классическая физика так и поступает. Но при этом не учитывается одно существенное обстоятельство – свойства этих корреляций столь необычны, удивительны и всеобъемлющи, что легко могут “перевесить” самые сильные классические корреляции. Пренебрегая квантовыми корреляциями, классическая физика в результате резко ограничивает свои возможности при описании физической реальности, сводя ее практически к бесконечно малой части всей *совокупной квантовой реальности*. Отсюда неспособность классической физики описать огромное количество “сверхъестественных” явлений. Постепенно приходит понимание этого обстоятельства, и на первый план, в качестве самого пристального объекта внимания ученых, выходят квантовые корреляции запутанных состояний системы.

Одно из основных достижений квантовой теории последних лет состоит в том, что был сделан переход к количественному описанию квантовой запутанности. Были введены различные меры запутанности, появилась возможность теоретически рассчитывать эти величины и сопоставлять полученные значения с результатами физических экспериментов.

Необходимость в количественном описании квантовой запутанности была вызвана тем, что в последнее время запутанные состояния стали важным практическим ресурсом для многих новых прикладных дисциплин: квантового компьютеринга, квантовой криптографии, квантовой телепортации, физики квантовых вычислений и др. Запутанные состояния привлекли самое пристальное внимание ученых. Постепенно в качестве самостоятельных разделов квантовой теории выделились ее прикладные направления: теория декогеренции, теория запутанных состояний, квантовая теория информации.

Современных исследователей явление квантовой запутанности привлекает тем, что позволяет целенаправленно задействовать для практических нужд нелокальные квантовые ресурсы системы. Нелокальность является специфической особенностью квантовой запутанности, и ее проявления кажутся “магическими” с точки зрения классической физики.

Контроль и управление степенью квантовой запутанности в системе невозможно реализовать чисто-классическими методами. Поэтому речь идет о создании принципиально новых технических устройств, и запутанные состояния являются многообещающим практическим ресурсом с качественно новыми и неожиданными сферами применения. В настоящее время началась уже коммерческая эксплуатация этого ресурса, например, фирма “MagiQ” (www.magiqtech.com) предлагает покупателям квантово-криптографические системы, которые обеспечивают абсолютную защиту связи, основанную на квантовой запутанности. Символично название этой фирмы, “MagiQ” образовано от слов “Magic” (магия) и первой буквы выражения “Quantum information processing” (обработка квантовой информации). Существуют уже небольшие сети из этих устройств, например, такая сеть организована в пределах Бостонского метро совместными усилиями Бостонского университета, Гарварда и некоторых коммерческих компаний.

Под влиянием практических нужд и ориентируясь на потребности общества в новых перспективных технологиях, наука была вынуждена сделать психологически трудный для себя шаг. Ей пришлось перейти от привычной полуклассической копенгагенской интерпретации квантовой механики, подразумевающей обязательное наличие классического наблюдателя (измерительного прибора) к чисто квантовому подходу, в котором уже не осталось место классическому “пережитку”. И это был поистине революционный шаг.

В результате, квантовый подход к описанию окружающей реальности стал самодостаточной согласованной теорией, построенной из единых общих принципов, логично включающей в себя классическую физику, как частный случай квантового описания.

Еще одно достижение квантовой теории состоит в том, что была теоретически доказана и экспериментально подтверждена возможность “манипуляции” квантовой запутанностью. Мэру запутанности системы можно изменять, как усиливая ее (очищение, дистилляция запутанности), так и уменьшая (разбавление запутанности, декогеренция окружением).

Декогеренция – это физический процесс, который сопровождается уменьшением квантовой запутанности (потерей когерентности квантовых суперпозиций) в результате взаимодействия системы с окружением.

Таким образом, во многом благодаря практическим нуждам, вошли в сферу внимания научного сообщества и стали объектом тщательного (как теоретического, так и экспериментального) исследования важнейшие фундаментальные физические процессы в окружающей нас реальности, которые раньше наука не рассматривала. Пришло понимание, что мера квантовой запутанности системы, ее динамика и физические процессы, ведущие к усилению или уменьшению квантовой запутанности, – это *основополагающие* характеристики системы. А фундаментальность новых (для науки) физических процессов обусловлена тем, что они являются неотъемлемым свойством любого элемента реальности.

Но и это еще не все. За прошедшие сто лет квантовая теория немного “подросла” и достаточно сильно окрепла для того, чтобы приступить к описанию физической реальности в глобальных космологических масштабах. Сейчас уже никого не шокируют названия научных монографий [1] и статей [2] звучащие примерно так: “Декогеренция и появление классического мира в квантовой теории” [1]. При этом слово “appearance” (появление) имеет дополнительный оттенок видимости, призрачного явления, как нечто внешнее, противопоставленное “истинному”, настоящему.

Теория декогеренции сегодня в состоянии предложить космологическую модель возникновения, проявления, “видимости” окружающей нас классической реальности из единого квантового источника.

Приведу отдельные выдержки из титульной страницы сайта [3] Е. Joos-a, известного немецкого ученого-специалиста по квантовой механике, одного из авторов монографии [1], (сохранив выделение автора):

Декогеренция...

- объясняет, почему *кажется*, что макроскопические системы обладают привычными классическими свойствами;
- объясняет, почему некоторые объекты *кажутся* нам локализованными в пространстве;
- объясняет, почему появились ранее противоречивые уровни описания в физике (классический и квантовый).
- Никаких дополнительных классических концепций не требуется для самодостаточного квантового описания.
- Не существует никаких частиц.
- Не существует никакого времени на фундаментальном уровне.
- Существует всего лишь ОДИН основной каркас для всех физических теорий: квантовая теория.

Замечу, что все эти выводы сделаны не на пустом месте. Они отражают и обобщают результаты многолетних научных исследований тысяч и тысяч ученых, подтвержденные многочисленными экспериментами.

Чистые состояния

Обращение квантовой механики к космологическим масштабам не случайно. В настоящее время в квантовой теории наиболее сильно развиты методы, описывающие замкнутые системы, т.е. ***чистые состояния***. Единственным объектом, который в полной мере можно считать замкнутой системой, является весь Универсум, Вселенная в целом, которая является замкнутой системой (и, следовательно, чистым состоянием) по определению – нет ничего, что было бы вне ее. Все другие объекты, какие бы мы не взяли, не будут являться в полной мере замкнутыми системами, и речь может идти в лучшем случае о квазизамкнутых системах (псевдо-чистых состояниях), с различной степенью приближения к чистому состоянию. Такие открытые системы находятся в так называемом смешанном состоянии.

Чистым состоянием (ЧС) называется такое состояние системы, которое может быть описано одним вектором состояния.

Смешанным состоянием называется такое состояние системы, которое не может быть описано одним вектором состояния, а может быть представлено только матрицей плотности.

Ключевой момент в понятии ЧС, состоит в том, что система *в принципе*, пусть даже практически это сделать нереально, но *может быть описана* одной волновой функцией (вектором состояния, волновым вектором). И основное различие между чистым и смешанным состояниями в этом и заключается – есть или нет *принципиальная возможность* полностью описать состояние системы одним вектором состояния. Если это можно сделать – состояние чистое, если нет – то смешанное.

Очевидно, что мы можем описать систему одним вектором состояния только в том случае, если система замкнута (под замкнутостью понимается отсутствие любых корреляций системы с окружением, как классических, так и нелокальных квантовых). Замкнутость – необходимое условие для ЧС, в противном случае, система будет взаимодействовать с окружением, и не может быть полностью описана только одним своим вектором состояния, придется учитывать волновые векторы окружения. Замкнутость – это и достаточное условие для ЧС, поскольку в этом случае вся информация, необходимая для полного описания системы находится в ней самой, и ее достаточно для принципиальной возможности записать вектор состояния всей системы.

В квантовой механике понятия чистого состояния и замкнутой системы – это тождественные понятия. Если квантовая система может быть описана одним вектором состояния, говорят, что она находится в чистом состоянии. Для замкнутых систем такая ситуация имеет место всегда по определению.

Остановимся чуть более подробно на замкнутой системе и зададимся вопросом: “В каком состоянии должны находиться подсистемы, и какие корреляции возможны между ними, чтобы состояние всей системы оставалось замкнутым, т.е. ЧС?”.

Здесь возможны два варианта. Самый простой – когда вся система состоит из подсистем, каждая из которых, в свою очередь, сама является замкнутой. В этом случае каждая подсистема находится в ЧС. Каждая подсистема при этом обладает своим независимым вектором состояния в пространстве с размерностью меньшей, чем размерность всей системы (речь идет о гильбертовом пространстве). В этом случае вся система может быть разложена по независимым подсистемам. Вектор состояния всей системы (и размерность ее гильбертова пространства) будет равен тензорному произведению волновых векторов подсистем. Такое состояние системы называется *сепарабельным*.

Это то, на чем стоит вся классическая физика. Если бы не существовало такого “варианта” чистого состояния, то не существовало бы и классической физики.

Другой вариант ЧС – это когда система находится в когерентной суперпозиции состояний всех ее подсистем.

Обычно, именно этот “вариант” вызывает наибольшие трудности в понимании. Вероятно, потому, что мы не можем непосредственно увидеть и “пощупать” это состояние в окружающем мире, хотя на протяжении всей человеческой истории о нем говорится постоянно. Так что некоторые представления об этом состоянии замкнутой системы мы все же имеем, например, для Вселенной, как замкнутой системы, это Единый Источник классической реальности, Бог, Абсолют и т.п.

В терминах квантовой физики этот случай соответствует ЧС системы, в которой существуют только одни нелокальные квантовые корреляции. Такое состояние в квантовой физике называется чистым запутанным состоянием (ЧЗС).

И самое интересное, что классических корреляций в ЧС нет и быть не может.

Таким образом, ЧС бывают либо сепарабельными, либо ЧЗС. Третьего, как говориться, не дано.

И это не мои домыслы и предположения. Это строгий результат, следующий из основ квантовой теории. Например, об этом достаточно четко сказано в работе [4]. В разделе 2.2. читаем: “Итак, чистые квантовые состояния бывают либо квантово-коррелированными (запутанными), либо вообще некоррелированными”; и далее, в разделе 2.4. еще раз: “Как уже отмечалось, в случае чистых состояний любые корреляции являются квантовыми, т.е. соответствуют запутанным состояниям.”

Напомню, что некоррелированность, т.е. отсутствие вообще каких-либо корреляций, как классических, так и квантовых – это сепарабельные состояния.

Итак, непосредственно из основ квантовой физики следует, что:

- замкнутая система находится в чистом состоянии;
- в замкнутой системе корреляции (и классические и квантовые) между подсистемами могут отсутствовать вовсе (в случае невзаимодействующих подсистем, т.е. сепарабельного состояния);
- в замкнутой системе корреляции между подсистемами могут быть только нелокальными квантовыми (для взаимодействующих подсистем);
- в замкнутой системе отсутствуют классические корреляции между ее подсистемами.

Напомню, что речь идет о произвольных замкнутых системах. И в полной мере эти выводы справедливы только для всего Универсума, как единственной системы, которая является по-настоящему замкнутой.

Здесь у многих сразу же может возникнуть вопрос: “Как же так, мы и окружающие нас объекты – все являемся частью Вселенной, при этом мы классически взаимодействуем с окружением и вовсе не находимся в нелокальном состоянии. Как это сопоставить с тем, что было сказано выше?” Никакого противоречия здесь нет, и квантовая механика также отвечает на этот вопрос. Кстати, отвечая на него, и была введена количественная характеристика запутанности. Все дело в том, что мы и окружающие нас объекты являемся именно частью системы, а классические корреляции отсутствуют во всей системе целиком. Т.е. в пространстве состояний (гильбертовом пространстве) с максимальной размерностью, соответствующем всей системе – классических корреляций нет, но они могут быть между подсистемами в пространствах состояний меньшей размерности.

Попробую пояснить этот момент более простыми словами, в ущерб некоторой строгости в терминологии. В качестве исходного состояния возьмем ЧЗС – его можно рассматривать как состояние с равномерным распределением энергии (замечу, что в этом случае не существует пространства-времени, и состояние нелокальное).

Мы понимаем, что в любой системе с равномерным распределением энергии, (особенно в такой большой как Вселенная, хотя о пространственно-временных размерах тут говорить бессмысленно, и речь может идти лишь о возможном числе различных состояний), неизбежно будут возникать флуктуации (они могут быть и неслучайными, например, как Слово Божие, “команда Орла” у Кастанеды и т.п.). Т.е. будут появляться “сгустки энергии” и, казалось бы, система не может от них избавиться, не сможет избежать их появления, и, как следствие, перестанет быть замкнутой, поскольку сразу начнет взаимодействовать с окружением (если оно есть), т.к. из нее начнет “исходить” энергия от появившегося “сгустка”.

Может ли быть так, чтобы “сгустки энергии” с одной стороны возникали, но и одновременно как бы и не возникали.

Квантовая механика говорит, что может, и объясняет, как это происходит. Ключевой момент, что “сгустки энергии” не должны возникать только в гильбертовом пространстве (ГП) с максимальной размерностью всей системы, но они могут спокойно появляться и существовать в пространствах состояний меньшей размерности. Таким образом, флуктуация, как только она зародилась, сразу же “выпадает” из пространства с максимальной размерностью и выходит из ЧЗС всей системы в “подпространство”. И чем сильнее она “уплотняется”, тем дальше она отходит от Единого Источника, тем меньше размерность гильбертова пространства, в котором она оказывается. Этот процесс может продолжаться вплоть до полной сепарабельности – до минимально- возможной размерности гильбертова пространства для данной подсистемы, определяемой лишь ее внутренними свойствами, которые перестают зависеть от внешнего окружения.

Размерность каждого конкретного пространства состояний (гильбертова пространства) определяется в свою очередь тем энергетическим интервалом, в пределах которого реализуются все возможные состояния данной системы.

В самом простейшем случае предположим, у нас есть некоторая замкнутая система, состоящая только из двух подсистем. Замкнутость, как уже неоднократно говорилось, означает, что система (рассматриваемая целиком, как единое целое) не взаимодействует с окружением, т.е. нет обмена энергией между системой и окружением – нет потока энергии “изнутри” этой системы, и нет потока энергии в эту систему со стороны окружения. Предположим, что наши подсистемы взаимодействуют друг с другом, т.е. обмениваются энергией. От первой подсистемы идет поток энергии ко второй и, наоборот, – от второй к первой. В результате такого обмена энергией эти подсистемы “видят” друг друга как классические локальные объекты, и степень их взаимно- воспринимаемой локальности зависит от интенсивности потоков энергии. Но если рассматривать систему в целом, потоки энергии от двух тел направлены в противоположные стороны и в сумме “уничтожают” друг друга. Что можно рассматривать как одну из трактовок третьего закона Ньютона, который в исходном виде, сформулированном Ньютоном, звучит так: “Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе, взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны”. Рассматривая подсистемы по отдельности, мы имеем градиент энергии (силу), приложенную к одной подсистеме, соответствующий градиент энергии (силу), приложенную к другой подсистеме, но для системы в целом эти силы уравнивают друг друга, т.е. в пространстве состояний большей размерности энергия распределена равномерно.

Для системы в целом внутри нее нет классических объектов, нет никаких энергетических неоднородностей, и нет потока энергии “изнутри” всей этой системы. Если бы мог

существовать сторонний наблюдатель за всей системой, невзаимодействующий с ней при этом, он бы в этой системе не увидел ничего. Для него эта система будет чисто-квантовой, в которой нет никаких классических объектов.

Если продолжить эти рассуждения и рассмотреть весь Универсум, который, очевидно, состоит из взаимодействующих подсистем, то, как уже было сказано, следует вывод о том, что Вселенная, рассматриваемая как единое целое, является чисто-квантовой системой. Вселенная, в целом, находится в чистом запутанном состоянии, или, как говорил Гермес Трисмегист, "мир является невидимым в своей целостности".

Для ситуации, описанной чуть выше, и была введена количественная характеристика запутанности. Было предложено формальное выражение, с помощью которого можно *посчитать* меру запутанности в двухсоставной системе, находящейся в чистом состоянии, (в нашем примере это один образовавшийся "сгусток энергии" и вся оставшаяся часть Вселенной). Мера запутанности между ними может изменяться от единицы – для максимально запутанного состояния, когда подсистема полностью нелокальна, до нуля – для сепарабельного состояния подсистемы, когда она сама является замкнутой системой.

В дальнейшем меры запутанности были обобщены на случаи многосоставных систем, систем с непрерывным энергетическим спектром и для систем, находящихся в смешанных запутанных состояниях. Количественные методы описания квантовой запутанности в этих более сложных случаях еще окончательно не разработаны, но все же есть существенный прогресс и в этих направлениях. Исследования ведутся сейчас чрезвычайно интенсивно, и ситуация меняется очень быстро. Небольшая задержка связана с тем, что гильбертово пространство является пространством чистых состояний, и существующего формализма пока недостаточно для описания смешанных состояний. Одно из решений, например, – это обобщить математический формализм и перейти от гильбертова пространства к лиувиллеву пространству. В этом случае матрица плотности может рассматриваться как вектор в лиувилевом пространстве, и можно описывать переходы из одного гильбертова пространства в другое.

На первый взгляд может показаться парадоксальным, что к настоящему времени квантовая механика может наиболее полно и точно описать только весь Универсум.

Хотя ничего удивительного в этом нет. В квантовой механике принято считать, что описание замкнутой системы в терминах ее вектора состояния является *полным*. Зная вектор состояния системы, мы можем определить любые характеристики системы. Но проблема все равно остается, она переходит в другую плоскость, – мы должны теперь думать о том, как задать вектор состояния системы.

Впрочем, для ЧЗС опять все решается довольно просто – здесь все варианты разбиения системы на составляющие ее части равноправны, т.к. не существует выделенного варианта, если мы не накладываем никаких дополнительных ограничений. Поэтому мы можем анализировать и изучать любые варианты разбиения. Достаточно знать только энергетический диапазон, в пределах которого находится система. В простейшем случае ее можно разбить на две части, и все равно мы будем иметь полное описание системы.

В случае несепарабельного ЧЗС системы, она не имеет никакой однозначной внутренней структуры – есть только квантовая суперпозиция всех возможных структурных реализаций. Это своего рода система всех потенциально возможных внутренних структур, всех возможных локальных элементов и их связей, которые могут иметь место. Можно сказать, что замкнутая система, находящаяся в ЧЗС, – это система ВСЕГО, ЧЕГО-БЫ-ТО-НИ-БЫЛО внутри этой системы.

Здесь подчеркну один важный момент – изучая различные варианты разбиения системы на ее составные части, мы можем установить основные особенности и закономерности, характерные уже для любого варианта разбиения.

Ученые так и поступили. Начали с самого простого случая разбиения замкнутой системы (ЧС) на две составные части, затем на три и т.д. на N частей, ввели основные количественные характеристики (меры запутанности) и стали анализировать, как ведет себя запутанность в зависимости от разбиения системы на части и от того, как эти части между собой взаимосвязаны.

Таким образом, пусть даже в некотором конкретном случае мы не можем записать вектор состояния системы, однако, мы можем найти *общие закономерности*, которые характерны для *любого варианта* разбиения, т.е. “проявления” локальных объектов внутри замкнутой системы при их классическом взаимодействии между собой (при декогеренции).

Отсюда те фундаментальные выводы теории декогеренции, которые справедливы для любой несепарабельной замкнутой системы, в том числе и Вселенной в целом. Или, как было отмечено выше, удалось установить общие закономерности появления *кажущейся* классической реальности, наблюдаемой “внутренними” частями замкнутой системы. Т.е. приходящие и временные локальные объекты могут “проявиться” только внутри квантового источника, вечно существующего вне времени и пространства.

С другой стороны, полное описание ЧС возможно, потому что вся информация, извлекаемая при описании системы, содержится внутри этой системы, поскольку она замкнута, и нет ничего вне системы.

Информация непосредственно связана с мерой квантовой запутанности локальных объектов, т.е. со степенью их “проявления”, и может быть выражена количественно, например, через энтропию фон Неймана для чистых состояний. Более подробно о связи информации и квантовой запутанности можно прочитать, например, в обзоре [5]. Однозначное соответствие между квантовой информацией и запутанностью позволяет от описания системы в терминах запутанности перейти к эквивалентному описанию в терминах информации. В этом случае физические процессы усиления и уменьшения квантовой запутанности рассматриваются как процессы обмена информацией между системой и ее окружением. Потеря запутанности может быть представлена как потеря информации в окружении. Количество потерянной информации может быть определено как разность во взаимной информации между соответствующими состояниями. Взаимная информация – мера корреляций между системой и окружением, она характеризует уменьшение запутанности при переходе от чистого к смешанному состоянию [5].

При описании в терминах квантовой теории информации ЧЗС системы представляет собой информационное поле, которое содержит в себе информацию обо всех потенциально возможных реализациях внутренней структуры системы.

Разбивая замкнутую систему на части и задавая степень локализации этих частей (меру запутанности), мы тем самым задаем информацию об их состоянии (информацию, которую имеет одна часть относительно всех других частей). Поскольку замкнутую систему мы можем разбивать как угодно, то можно сказать, что замкнутая система содержит всю потенциально возможную информацию о своей структуре (обо всех возможных вариантах реализации своей структуры).

Предварительные результаты

Чтобы подвести некоторый итог предыдущим рассуждениям, попытаемся кратко сформулировать основные результаты.

В произвольной замкнутой системе, состоящей из взаимодействующих объектов, на “фундаментальном уровне” (в пространстве состояний максимальной размерности) все объекты – квантовые (нелокальные), они составляют единое целое, которое существует вне времени и пространства, и любые изменения в какой-то одной подсистеме в тот же самый момент времени сказываются на всех остальных частях системы. Каждая подсистема имеет “полное знание” (максимальную информацию в случае максимально-запутанного состояния) обо всех остальных частях системы, т.е. о системе в целом.

Если мы хотим узнать, какой вариант классической реальности наш объект (выделенная подсистема) “видит” вокруг себя, мы должны выяснить, в каком энергетическом диапазоне этот объект взаимодействует с окружением. Затем мы должны “спуститься” из ГП максимальной размерности (общего для всех квантовых объектов) в ГП меньшей размерности, которая определяется числом различных состояний в данном интервале энергий взаимодействия. Здесь мы уже можем вводить локальные классические характеристики объекта, а, следовательно, и метрику пространства-времени того классического мира, который объект воспринимает вокруг себя. После этого мы можем устанавливать количественные соотношения между физическими величинами, характеризующими локальные объекты этого элемента реальности (классическая физика). Точность такого локального описания будет тем выше, чем сильнее энергия взаимодействия, т.е. чем дальше мы отошли от исходного ГП (чем больше энергия, тем меньше число различных состояний, соответствующих этому уровню энергии). Точность локального описания будет падать, если мы переходим к описанию более слабых взаимодействий.

Научные результаты последних лет масштабны и значительны. Они не сводятся к тем однодневным научным сенсациям, о которых иногда трубят пресса, и которые на следующий день забываются. Речь идет об огромной совокупности экспериментальных и теоретических исследований в области квантовой механики, которые постепенно складываются в принципиально новый и чрезвычайно эффективный инструмент познания окружающей действительности. С помощью этого квантового инструмента ученые сейчас делают лишь первые неуверенные “надрезы” на теле Реальности, но уже то малое, что удалось увидеть, говорит о многом...

Значение этих достижений трудно переоценить. Всех последствий сейчас невозможно себе представить. Самое малое, что можно сказать в самых общих чертах – это то, что постепенно произойдут коренные изменения не только в естествознании, но и в мировоззрении всего человеческого сообщества. Все существующие представления об окружающем нас мире станут качественно другими.

И это не просто слова. За ними стоят результаты физических экспериментов, проведенных за последние годы, которые уверенно подтверждают наличие квантовой запутанности в макроскопических системах. Одна из последних таких экспериментальных работ недавно была опубликована в Nature [6], и небольшой комментарий к этой работе, где затрагиваются философские вопросы, связанные с нелокальными квантовыми корреляциями в макромире [7].

Такие же далеко идущие выводы о предстоящих глубоких изменениях в обществе, сегодня все смелее делают многие специалисты по квантовой теории. В качестве примера можно привести отдельные выдержки из типичного для нынешней ситуации объявления о проведении международного научного симпозиума [8]. В этом тексте чувствуется даже некоторая растерянность в преддверии грядущих потрясений. Согласитесь, не так часто

сегодня можно услышать согласованное мнение ведущих ученых об “экстраординарных достижениях” в физике. О тех физических экспериментах, которые “затрагивают фундаментальные философские проблемы”, и которые ведут к “очень глубокому изменению в нашем понимании физической действительности”. Ученые призывают объединить усилия специалистов из самых различных областей: физиков, математиков, философов и др., для того чтобы всем вместе осмыслить новые результаты, выработать согласованную точку зрения и решить, что же делать дальше в этой непростой ситуации. “Очевидно, время для такого согласия наступило – экспериментальный успех может сфокусировать всеобщие усилия в этом направлении, что раньше не могло иметь место”.

Возможно, все эти заявления кому-то покажутся слишком преувеличенными. Не исключаю, что сомнения будут вызваны тем обстоятельством, что у многих термин “квантовая теория” вызывает лишь смутные ощущения некой узкоспециальной теории, которая разработала сложный математический аппарат только для того, чтобы получить незначительные поправки к описанию физических явлений, которые в целом и так хорошо описываются классической физикой. И полезна она бывает только для описания микрочастиц, где без нее никак не обойтись. По аналогии с тем, что при скоростях, близких к скорости света, тоже нужно вводить некоторые релятивистские поправки. Многим все это кажется таким далеким от нашей повседневной жизни, что об этом даже задумываться не стоит. Якобы, это нас не затрагивает никоим образом, и пусть над этим ломают голову ученые, глядишь, придумают очередное устройство, какую-нибудь новую “цапку”, полезную в повседневной жизни. И если в отношении теории относительности я бы согласился с такой точкой зрения, то в отношении квантовой механики позвольте сделать неожиданное заявление: “Квантовая теория – сейчас самая необходимая вещь для каждого из нас, и отсутствие знаний в этой области ничем восполнить не удастся”. В качестве подтверждения этих слов приведу полушутливую фразу, которую взял в качестве эпиграфа к одной из своих работ [9] A. Cabello:

“Человек, который знает квантовую механику, отличается от того, кто ее не знает, гораздо сильнее по сравнению с тем отличием, которое имеет человек незнающий квантовой механики от человекообразной обезьяны.”¹

Может показаться, что это утверждение слишком сильное, и оно смахивает на глупую шутку, но в каждой шутке, как говорится, есть доля истины... Эту фразу можно воспринимать как призыв к каждому из нас обратить самое пристальное внимание на квантовую механику, и если не изучать ее профессионально, то хотя бы быть в курсе ее последних достижений.

Действительно, представления об окружающей реальности человека, который достаточно хорошо знаком с современными результатами квантовой физики, могут отличаться от общепринятых взглядов гораздо сильнее, чем обычные представления отличаются от представлений приматов.

Но дело не только в этом. Основная ценность квантовой теории заключается в том, что она может служить мощным и эффективным инструментом познания окружающей реальности **для каждого из нас**, а не только для ученых с их хитроумными экспериментальными установками. Жалкие разрозненные крохи всей совокупной мощи этого Инструмента с большой буквы все мы неоднократно встречали при упоминании о “невероятных” религиозных чудесах, читая о различных древних магических практиках,

¹ M. Gell-Mann, at the annual meeting of the American Association for the Advancement of Science, Chicago 11 Feb. 1992. Reported in T. Siegfried, *The bit and the pendulum. From quantum computing to M theory- The new physics of information*, Wiley, New York, 2000., pp.177-178.

сталкиваясь с возможностями, которые предоставляют современные эзотерические школы и техники.

Эзотерика

Может возникнуть закономерный вопрос, а в чем, собственно, преимущество квантового подхода по сравнению, например, с теми навыками и теми возможностями, которые может дать какая-нибудь сильная эзотерическая школа?

Попробую пояснить на примере. В старые добрые времена существовало много искусных мастеров, которые на основе тонкостей и секретов, которые им оставили учителя, а также путем собственных проб и ошибок, могли создавать замечательные изделия. Например, оружие из сплава, секрет которого знали только они. Такие мастера передавали свои секреты из поколения в поколение. Но коренным образом все изменилось, когда наука достигла такой ступени развития, когда стала способной заранее *предсказывать* свойства получаемых материалов, в зависимости от соотношения исходных компонентов, и появилась возможность получать, например, сплавы с заранее заданными свойствами, что было невозможно сделать раньше. Таким образом, когда появилась надежная количественная теория, произошли серьезные качественные изменения и нужда в мастерах, с их секретами, отпала. Естественно, что процесс этот занял достаточно много времени, очевидно также, что отдельные секреты древних мастеров были утеряны, но в целом прогресс неоспорим, и сегодня каждый из нас имеет свободный доступ к огромному количеству “секретов”, и по существующим технологиям может изготовить такие материалы, которые и не снились нашим предкам.

Аналогичная ситуация с квантовой теорией. В отличие от множества мелких эзотерических “мастерских”, с их отдельными домашними заготовками и наработками, полученными методом проб и ошибок, квантовая механика является *количественной* теорией, способной предсказывать результаты тех или иных эзотерических практик и *моделировать* необходимые последовательности действий, ведущие к нужному результату.

Религия

Квантовая теория, как и наука в целом, – это общечеловеческое достояние, и результаты этой теории могут взять на вооружение не только эзотерические школы, но и религиозные конфессии. Последние результаты квантовой механики могут стать прочным теоретическим фундаментом и серьезным научным обоснованием религиозной веры. Я, как человек православный и живущий в России, например, был бы заинтересован в укреплении православной веры в России, в привлечении в церковь новых членов и в расширении влияния нашей церкви. И при решении этих задач, научный фундамент, лежащий в основании веры, стал бы играть немаловажную роль.

В настоящее время многие считают религию и религиозную веру чем-то вроде пережитка, основанного на примитивных представлениях об окружающем нас мире. Или думают, что вера – это своего рода бизнес, где делают деньги на нашем невежестве, и “клюют” на это лишь малограмотные бабули, которые по своей глупости несут денежку священникам.

Но ситуация может резко измениться и повернуться на сто восемьдесят градусов. В свете современных представлений квантовой теории, религия и церковь могут быть

представлены как современные технологии, основанные на самых последних научных достижениях теории запутанных состояний, теории декогеренции и квантовой теории информации. И что немаловажно – эти религиозные “технологии” чрезвычайно надежны и отработаны веками. Такой подход может коренным образом изменить отношение к церкви большинства населения. Простое осознание того факта, что религиозная вера работает на тех же физических принципах, что и квантовый компьютер, способно стать настоящим потрясением для общества.

Прошу понять правильно, я ничуть не умоляю нравственные и духовные основы, которые по умолчанию остаются для меня фундаментом и основой веры. Я лишь отмечаю те новые тенденции, которые могут помочь нашей православной вере.

На месте наших православных церковных иерархов (прошу прощения за такую дерзость), я бы сейчас принял срочные меры для создания специализированного научного отдела из толковых ребят-физиков, которые бы стали “прорубать” квантовую механику, вплоть до того, что необходимо самым внимательнейшим образом следить за всеми свежими научными публикациями в этой области. Ситуация сейчас развивается очень стремительно, и как бы наша церковь не оказалась в неудобном положении, когда она будет “не в курсе” того, что квантовая физика уже построила прочную и надежную “научную базу” религиозной веры. Слова “научную базу” беру в кавычки. Естественно, что взгляд на религию и веру человека в Бога, как некое “ответвление” науки, новое научное “направление” – слишком примитивный и легкомысленный, и необходим более серьезный и глубокий подход к обсуждению данных вопросов.

Философия

Древние философы хорошо понимали, что такое философия, и для чего она нужна человеку. К сожалению, современные “философы” уже давно оторвались от своих корней и совершенно забыли, с какой целью люди занимались философией. Что странно, все вроде бы читали, например, “Федон” Платона, который практически целиком посвящен объяснению, что же такое “философия”, и кого можно назвать “истинным философом” (термин Платона).

Приведу несколько цитат из “Федона”. Лучше, конечно же, полностью перечитать это произведение. Каждый, кто считает себя философом, может сопоставить, вправе ли он называть себя истинным философом, и философией ли он вообще занимается?

«- А очищение - не в том ли оно состоит (как говорилось прежде), чтобы как можно тщательнее отрешать душу от тела, приучать ее собираться из всех его частей, сосредотачиваться самой по себе и жить, насколько возможно, - и сейчас и в будущем - наедине с собою, освободившись от тела, как от оков?

...

- Освободить же ее, - утверждаем мы, - постоянно и с величайшею настойчивостью желают лишь **истинные философы**, в этом как раз и состоят **философские занятия** - в освобождении и отделении души от тела.

...

Тем, кто стремится к познанию, хорошо известно вот что: когда философия принимает под опеку их душу, душа туго-натуго связана в теле и прилеплена к нему, она вынуждена рассматривать и постигать сущее не сама по себе, но через тело, словно бы через решетки тюрьмы, и погрязает в глубочайшем невежестве. Видит философия и всю грозную силу этой тюрьмы: подчиняясь страстям, узник сам крепче любого блюстителя караулит собственную темницу. Да, стремящимся к познанию известно, в каком положении бывает их душа, когда философия берет ее под свое покровительство и с тихими увещаниями принимается освобождать, выявляя, до какой степени обманчиво зрение, обманчив слух и остальные чувства, убеждая отдаляться от них, не пользоваться их службою, насколько это возможно, и советуя душе сосредотачиваться и собираться в себе самой, верить только себе, когда, сама в себе, она мыслит о том, что существует само по себе, и не считать истинным ничего из того, что она с помощью другого исследует из других вещей, иначе

говоря, из осязаемых и видимых, ибо то, что видит душа, умопостигаемо и безвидно. Вот то освобождение, которому не считает нужным противиться душа истинного философа, и потому она бежит от радостей, желаний, печалей и страхов, насколько это в ее силах, понимая, что, если кто сильно обрадован, или опечален, или испуган, или охвачен сильным желанием, он терпит не только обычное зло, какого и мог бы ожидать, - например, заболевает или проматывается, потакая своим страстям, - но и самое великое, самое крайнее из всех зол и даже не отдает себе в этом отчета.

...

у любой радости или печали есть как бы гвоздь, которым она пригвозждает душу к телу, пронзает ее и делает как бы телесною, заставляя принимать за истину все, что скажет тело. А разделяя представления и вкусы тела, душа, мне кажется, неизбежно перенимает его правила и привычки, ... она всегда отходит, обремененная телом, Так она лишается своей доли в общении с божественным, чистым и единообразным.

...

- Да, душа философа рассуждает примерно так, как мы говорили, и не думает, будто дело философии - освобождать ее, а она, когда это дело сделано, может снова предаться радостям и печалям и надеть прежние оковы, наподобие Пенелопы, без конца распускающей свою ткань. Внося во все успокоение, следуя разуму и постоянно в нем пребывая, созерцая истинное, божественное и непреложное и в нем обретая для себя пищу, душа полагает, что так именно должно жить, пока она жива, а после смерти отойти к тому, что ей сродни, и навсегда избавиться от человеческих бедствий. Благодаря такой пище и в завершение такой жизни, Симмий и Кебет, ей незачем бояться ничего дурного, незачем тревожиться, как бы при расставании с телом она не распалась, не рассеялась по ветру, не умчалась неведомо куда, чтобы уже нигде больше и никак не существовать.»

Таким образом, философия воспринималась основоположниками как чисто практическое занятие с вполне конкретной целью. С точки зрения квантовой механики я бы сказал, что **философия – это стремление построить свою жизнь в соответствии с законами квантовой теории**. И современные результаты квантовой механики говорят о том, что “истинные философы” во многом были правы и поступали очень даже разумно.

Одним из вечных философских вопросов считается вопрос *о жизни и смерти*. Многие в настоящее время считают, что они прекратят свое существование со смертью физического тела. Поэтому не имеет никакого значения, какой образ жизни ты ведешь – смерть, мол, все равно всех уравнивает.

Но расплата, цена за такое легкомысленное отношение к своей жизни столь велика, что если бы была хоть самая малейшая вероятность дальнейшего существования души после смерти физического тела, любой разумный человек тысячи раз перестраховался бы и очень осмотрительно относился к своим поступкам, чтобы избежать страшных последствий.

Между тем, как сейчас можно уже твердо сказать, что вероятность существования души после смерти физического тела вплотную приблизилась к единице. Квантовая механика подтверждает, что весь окружающий нас классический мир (и наше физическое тело, как его часть) – не есть основа Реальности. Реальность намного глубже и богаче, чем мы можем себе помыслить в самых светлых и самых ужасных картинах самого богатого воображения. Поэтому результаты квантовой теории могут оказать существенное влияние на мировоззрение человека и способны коренным образом изменить его отношение к своим помыслам и поступкам в нашем “плотном” мире.

Здесь будет уместна цитата из того же "Федона": "Если бы смерть была концом всему, она была бы счастливой находкой для дурных людей: скончавшись, они разом избавлялись бы и от тела, и – вместе с душой – от собственной порочности. Но на самом-то деле, раз выяснилось, что душа бессмертна, для нее нет, видно, иного прибежища и спасения от бедствий, кроме единственного: стать как можно лучше и как можно разумнее. Ведь душа не уносит с собою в Аид ничего, кроме воспитания и образа жизни, и они-то, говорят, доставляют умершему либо неоценимую пользу, либо чинят непоправимый вред с самого начала его пути в загробный мир".

Квантовомеханический подход имеет еще одно важное преимущество по сравнению с чисто-логическими философскими рассуждениями. То, что имеет в философии зыбкое логическое обоснование, обретает в квантовой теории конкретное физическое наполнение, часто более емкое по сравнению с философским содержанием.

В качестве примера попробуем сопоставить какое-нибудь квантовомеханическое понятие с философским термином. Поскольку мы много говорили о чистом запутанном состоянии Универсума (ЧЗСУ), давайте, сравним его с “Единым” Платона.

Платон в “Пармениде” путем логического рассуждения приходит к выводу: “ Не правильно ли будет сказать в общем: если единое не существует, то ничего не существует?”. Единое связано с единицей (как числом). Платон исходил из предположения, что множественное произошло от единого (которому можно сопоставить единицу, как число). Это находится в полном соответствии с КМ подходом, согласно которому Единому можно сопоставить вектор состояния (в случае замкнутости), квадрат амплитуды которого, т.е. вероятность, равна единице. Таким образом, все множественное получается разбиением единицы на части и в своей полной совокупности дает единицу. Т.е. вся “числовая сфера”, получается из Единицы. Пишу с большой буквы, т.к. затем при локализации объектов, получаются свои маленькие единицы, которые относятся уже к “проявленным” локальным объектам, поскольку их также часто (в классическом приближении) считают целостными (квазизамкнутыми) “единицами”.

Напомню, что для замкнутой системы квантовомеханическое описание – полное, отсюда можно сделать вывод, что ЧЗСУ – более емкое понятие, чем “Единое” у Платона. Если под Единым он понимал совокупность идей, идеальных форм, сущности вещей, которые присущи только нашему проявленному миру, т.е. все то о чем человек, как часть этого мира, может (или сможет) помыслить, тогда ЧЗСУ, действительно, – более общее понятие, поскольку оно включает в себя “идеи”, которые могут существовать во всех остальных мирах, о которых человек никогда не сможет помыслить, и которые могут даже никогда не реализоваться в классическом виде. В этом отношении ЧЗСУ – *совокупность всех возможных Единых*, и Единое Платона – лишь очень незначительная часть ЧЗСУ, поскольку оно тогда соответствует лишь одному конкретному варианту реализации вектора состояния из огромного числа других возможных вариантов.

Таким образом, ЧЗСУ – это ЕДИНОЕ ВСЕХ ЕДИНЫХ, и на этом фоне все остальные метафизические концепции “мира идей” кажутся уже мелкими и незначительными по сравнению с совокупной мощью квантовомеханического подхода.

Если взглянуть на вопрос терминологии чуть шире, то можно констатировать, что язык философии с его примитивными бытовыми терминами, с ограниченным запасом слов и понятий, не предназначен для описания сложных и фундаментальных процессов в окружающей нас Реальности. Философам приходится постоянно расширять немногочисленные понятия языка нижнего уровня, чтобы объяснить сложные вещи, для которых нет подходящих терминов, поэтому получается путаница – поскольку каждый расширяет эти понятия по-своему. К тому же приходится каждый раз объяснять заново, что же обозначает данное понятие в каждом отдельном случае. Не случайно во все века философам приходилось писать огромное число томов, чтобы простыми словами объяснить Реальность.

Часто объяснения философов напоминают разговор маленьких детей, которые, зная пять слов, пытаются объяснить друг другу, что такое электрический ток в розетке. Как мы понимаем, ничего путного они сказать друг другу не смогут, пока не изучат физику. Между тем, как в квантовой механике есть уже много общепринятых понятий, которые позволяют вести более осмысленный разговор о фундаментальных вопросах Бытия.

Я утверждаю простую вещь, что, используя язык более высокого уровня, многочисленные тома философов можно уместить в одной фразе.

Могу предложить такую компьютерную аналогию. Можно написать программу на ассемблере, но она будет очень громоздкой и трудно-читаемой (понимаемой), однако можно тот же результат получить, используя язык программирования более высокого уровня (C++). И в этой программе уже можно будет выделить основные блоки и увидеть структурную организацию программы, что практически невозможно было сделать в огромной “простыне” ассемблерных кодов. При этом мы понимаем, что в конечном итоге программа сводится к выполнению машинных кодов, т.е. она “манипулирует” истинными Именами вещей.

Можно призвать: “Давайте изучим машинные коды, и мы сможем понять, управлять и изменять программу по своему усмотрению”. Все философы, эзотерические школы и религиозные течения так и поступали. Ничего плохого я здесь не вижу – это одно из решений. Но успех здесь может быть только эпизодический и очень незначительный, поскольку при таком подходе из сложного “машинного кода” удастся “расшифровать” только отдельные “вырванные” строки. А самостоятельно написать достаточно сложную программу, ведущую к нужному результату, становится практически невозможно, и сопряжено это с героическими усилиями.

Я замечаю, что существует более эффективное решение. Имеет смысл воспользоваться языком программирования более высокого уровня, тогда мы сможем одним щелчком мыши исполнять сотни страниц машинных кодов, которые раньше нам бы пришлось набирать вручную. Язык квантовой механики, как и язык программирования высокого уровня, “концентрирует” в одном операторе, в одной фразе сотни и тысячи более простых имен вещей, выстраивает их в определенном порядке и определяет их “поведение” по отношению друг к другу.

Попробую пояснить на примере. ЧЗСУ, как более “емкое” понятие, невозможно выразить одним словом языка более низкого уровня. ЧЗСУ это и Абсолютная Пустота (Ничто) (нет локальных объектов), и Абсолютная Полнота (есть Все в виде нелокальной суперпозиции), это и Бог, как Творец, как Единый Источник всей классической реальности. Это и Слово, как “инструмент” создания локальных объектов. Это и Свет (для несепарабельных составных частей системы), это и Тьма (для сепарабельных подсистем). Это и Хаос (равномерное распределение энергии), это и Благо (отсутствие потоков энергии). Этот список можно продолжать очень долго. Таким образом “слово” ЧЗСУ имеет более глубокий смысл, чем другие, более простые “слова”. Оно “вмещает” в себя большое количество простых слов, и не просто включает, а выстраивает целую систему отношений между этими простыми словами, объясняя, например, как возникают локальные объекты окружающей нас реальности из нелокального состояния. Более того, поскольку ЧЗСУ является системой нелокальных объектов, т.е. чистой информацией обо всех возможных объектах (совокупность идей, образов и т.д.), можно считать ЧЗСУ личностью, потому что личность – это тоже совокупность мыслей, слов, идей, образов и т.п., которые “принадлежат” одной системе, например, каждому из нас. Здесь мы также видим пересечение с религиозными представлениями о Боге, как отдельной личности.

И еще, что немаловажно, в отличие от других “языков программирования”, квантовая теория подтверждается на экспериментах, и это доказывает, что ЧЗС – это не плод нашего воображения, чем часто грешат философы и эзотерики, придумывая свой “язык программирования”, с огромными “глюками”. Квантовая теория постоянно “тестируется” физическими экспериментами, подтверждающими, что она описывает именно Реальность. Реальность, которой можно “манипулировать” не только изучая примитивные “машинные коды”, но и с помощью более продвинутых и эффективных “инструментов”.

Попытка объяснить что-либо “на словах”, т.е. из чисто-логических соображений, как можно увидеть из истории, не ведет к массовому признанию этого факта и изменению в общественном сознании. Например, можно сколь угодно долго и убедительно логически доказывать объективность существования электрического тока, но люди, которые никогда не видели, как работают электрические приборы, в лучшем случае, воспримут эти слова как красивую сказку.

Тот же Платон в “Федоне” сделал попытку логически обосновать бессмертие души (“Четыре доказательства бессмертия души”), но эти доказательства убедили, увы, не многих. Даже религия, хоть и продвинулась в этом направлении гораздо дальше, однако и она не смогла привести к коренному и необратимому изменению в общественном сознании по этому вопросу. Написано огромное количество литературы, логически обосновывающей бессмертие человеческой души, но, к сожалению, все меньше и меньше людей (особенно в последнее время) которые верят этим доводам.

Я вижу один наиболее надежный способ, который может окончательно и бесповоротно изменить общественное мнение и убедить всех, например, в том же бессмертии души. С моей точки зрения квантовая механика способна решить этот вопрос, развивая новые технологии и разрабатывая технические устройства, основным рабочим ресурсом которых являются нелокальные квантовые корреляции.

По аналогии с электричеством (несколько утрированной), когда любой человек будет знать, что существуют технические устройства (например, квантовый компьютер² или уже поступившие в продажу квантово-криптографические системы), которые позволяют каждому убедиться в реальном физическом существовании “тонких” слоев реальности и нелокальных корреляций (на основе которых работают эти устройства), – этот факт будет для человека гораздо более весомым аргументом, чем любые логические рассуждения о Боге и душе.

При этом технические и теоретические тонкости работы такого устройства можно не знать, как многие не знают, как работает телевизор, но сам факт его существования будет бесспорным доказательством существования ЧЗС и тонких планов реальности с высокой мерой квантовой запутанности.

Некоторые могут возразить, что понятия квантовой механики используются мной не по назначению, что их нельзя применять для описания психологии, сознания, различных психотехник типа НЛП или гипноза, эзотерических практик и т.д. Но если оппоненты готовы согласиться с тем, что все вышеуказанные феномены являются элементами Реальности, тогда я осмелюсь утверждать, что понятия квантовой механики, как понятия, введенные для описания Реальности, я использую строго по назначению – для описания Реальности.

Квантовая теория в широком смысле – это не теория “конкретных квантомеханических объектов”, типа микрочастиц, к которым она, якобы, только и должна применяться. Это наиболее общая теория для *любых* объектов, я бы даже сказал, что это новый

² Лидером здесь является группа Исаака Чанга. В 1998 г. ими был создан 3-кубитный, в 2000 г. 5-кубитный и последнее достижение этой группы – 7-кубитный квантовый компьютер: L. M. K. Vandersypen, M. Steffen, G. Vreysa, C. S. Yannoni, M. H. Sherwood, Isaac L. Chuang, Nature **414**, 883-887 (20 Dec 2001). Как выглядит такой компьютер можно посмотреть здесь: <http://domino.research.ibm.com/comm/bios.nsf/pages/quantum.html> 7 кубитов оказалось достаточно, чтобы на практике осуществить реализацию квантового алгоритма П. Шора по разложению на простые множители числа 15, было получено 3 и 5. На первый взгляд достижения скромные, однако, стоит иметь в виду, что N кубитов заменяет 2^N обычных бит, т.е. зависимость экспоненциальная, добавление одного дополнительного кубита увеличивает возможности квантового компьютера в два раза. Если 7 кубитов это всего лишь 128 классических бит, то, например 30 кубитов это уже 10^9 классических бит, а 100 кубит заменит 10^{30} обычных бит информации – просто гигантское число.

концептуальный подход к объяснению реальности, качественно отличный от “локальной объективной теории” прошлого. И вполне естественной выглядит попытка в рамках этого подхода объяснить явления, которые не находили своего объяснения в рамках более ранних научных теорий. Сила квантовой механики заключается в том, что она способна описать не только физические объекты окружающей реальности, но и “идеальные” объекты. Это становится возможным потому, что физические характеристики объектов (линейные размеры системы, ее масса, скорость и т.д.) не являются исходными понятиями квантовой механики. Она строится совершенно по другому принципу, и основным исходным понятием в ней является понятие *состояния* объекта. Такой подход может быть применен, как к обычным физическим объектам, так и к тем объектам, которые принято считать “нефизическими” в общепринятом смысле этого слова. Формализм теории при этом остается одним и тем же, что позволяет объединить в рамках единого подхода извечно противостоящие друг другу понятия “материального” и “идеального” и установить основные закономерности их связывающие, т.е. законы их “взаимопревращения”.

Согласно аксиоматике квантовой механики предполагается, что существует полное описание замкнутой системы (состояние), которое выражается (формализуется) лучом в гильбертовом пространстве (вектором состояния, волновым вектором, волновой функцией). И вся суть квантовой механики содержится в этом основном тезисе.

Ранее мы неоднократно употребляли понятия системы, подсистемы, состояния. С учетом предыдущих замечаний дадим теперь наиболее общие определения этим понятиям.

Система – совокупность элементов множества *любой природы*, **подсистема** – подмножество той же природы.

Например, совокупность букв алфавита – система, отдельные слова – подсистемы.

Состояние – полное описание системы, например, нужно перечислить все символы, содержащиеся в данном сообщении в соответствующем порядке. Такую систему можно полностью описать в виде вектора состояния.

Сам термин “квантовый” указывает лишь на **способ описания** системы (объекта). Т.е. выражение “квантовый объект” говорит только о том, что мы хотим поставить в соответствие этому объекту вектор состояния и собираемся описывать его в терминах квантовой механики.

В нашем примере алфавит становится “квантовым алфавитом”, если мы занимаемся квантовой криптографией. Термин “квантовый” сейчас все чаще применяется как способ описания для произвольных систем на более “фундаментальном уровне” по сравнению с классическим описанием. Термин “квантовый алфавит”, например, употребляется в том смысле, что теперь, помимо обычных “классических” букв, мы можем рассматривать их суперпозицию. Иногда, этот термин употребляется как синоним термину “нелокальный” о чем можно догадаться по контексту.

Книга Бытия

Поскольку мы коснулись “квантового алфавита”, здесь я могу предложить некоторую отдаленную “алфавитную” аналогию физического процесса, который вероятно, наиболее сложен для понимания, т.е. процесса “проявления” локальных физических объектов в ГП

меньшей размерности из первоначально нелокального состояния в ГП максимальной размерности.

В общем случае, определив n различных символов, мы можем записать вектор состояния для любого текста (сообщения) из L символов, т.е. это будет вектор состояния в n^L -мерном гильбертовом пространстве. Представим себе, например, что сообщение это довольно длинное. Пусть это будет большая “Книга Бытия”, в которой описан окружающий нас Мир. Этот текст будет одним из многих других возможных текстов с точно таким же числом символов, причем вероятности “написания” каждого из этих текстов одинаковы. Более правильно будет сказать, что ни одна из этих книг в своем исходном начертании *заданными символами* не написана. Все возможные тексты существуют только в квантовом суперпозиционном состоянии, т.е. “в проекте”, и существует лишь потенциальная возможность, что *заданные буквы* займут нужные позиции, и мы получим текст, который нам нужен. Я не случайно подчеркиваю, *заданные* символы и буквы. Потому что *зримый текст* самой Книги пишется совсем *другими* буквами, которые, тем не менее, связаны с исходными символами.

Как происходит “начертание” самого текста, т.е. самой реальности, состоящей уже из локальных объектов можно понять, анализируя известные методы квантовой теории информации. Например, хорошо известно решение вопроса: до какой максимальной степени можно уменьшить размерность ГП без существенной потери информации в исходном сообщении.

В случае текстового сообщения мы можем уменьшить размерность ГП, если зададим определенные законы – правила “взаимодействия” между отдельными символами, и зададим “взаимодействия” между их “конгломератами” (слогами, словами, фразами, выражениями и т.д.). По аналогии с этим, размерность ГП физической реальности уменьшается при наличии взаимодействия между подсистемами, и зависит от соответствующей плотности энергии на данном уровне укрупнения (степени “зернистости”) объектов.

Например, наше сообщение первоначально находилось в пространстве размерностью n^L , но в этом же пространстве находились и все другие сообщения с таким же числом символов, вплоть до самых “глупых” посланий, состоящих из одной и той же повторяющейся буквы. В энергетическом представлении последний случай соответствует состоянию с максимальной (минимальной) энергией для данной размерности ГП – максимальному отклонению от равновесного состояния.

Задавая определенные правила “взаимодействия”, мы можем значительно уменьшить число допустимых сообщений, отбрасывая неинформативные, которые нарушают правила (законы взаимодействия). Например, мы можем исключить сообщения, в которых подряд друг за другом стоят пять или больше гласных букв и т.п. Таким образом мы можем выделить из общего ГП типичные подпространства меньшей размерности, например, это могут быть подпространства из слов (для начала можно выделить и слоги).

Далее мы можем каждому слову сопоставить свой символ (один знак, типа иероглифа) и записать наше сообщение в виде “иероглифов”, которых будет уже значительно меньше, чем число букв в нашем исходном сообщении. Мы получаем вектор состояния меньшей размерности в ГП “иероглифов”.

При этом наше исходное нелокальное сообщение никуда не делось, напомним, что если система замкнута, то в ней по-прежнему будут только одни квантовые корреляции в исходном ГП. Таким образом, новое частично-локальное состояние, новое “начертание”, будет существовать параллельно, наряду с исходным нелокальным состоянием.

Далее, мы можем снова уменьшить размерность пространства, вводя новые иероглифы для устойчивых словосочетаний и выражений, которые неоднократно встречаются в тексте и т.д. Действуя таким образом, мы можем получить минимально возможную размерность ГП, в котором еще сохраняется смысл исходного послания, но записано оно будет “китайской грамотой”.

При этом исходное сообщение, которое раньше находилось в нелокальном суперпозиционном состоянии, постепенно, на каждом шаге, как бы обволакивается “плотью и кровью” и приобретает конкретную форму “иероглифов”, поначалу сильно “размытую”, близкую к исходному нелокальному состоянию (слоги), на последнем шаге предельно “плотную”, но сильно удаленную от начертания исходными символами. И в то же время, все эти способы “начертания” различной плотности для каждого конкретного локального объекта, будут существовать все вместе и, по сути, будут формировать его “тело и душу”. Это будет объект, максимально локализованный с одной своей стороны описываемый плотными знаками, и с другой стороны – полностью нелокальный, единый со всем окружением, описываемый исходными, заданными символами.

"В начале было слово..." – это начало самой строгой и фундаментальной теории окружающей нас действительности, которая существует на данный момент, т.е. квантовой теории. Поскольку эта фраза, как нельзя лучше, соответствует квантовой парадигме возникновения реальности из ЧЗСУ, особенно, если ее продолжить дальше:

“В начале было Слово, и Слово было у Бога, и Слово было Бог. Оно было в начале у Бога. Все чрез него начало быть, и без Него ничто не начало быть, что начало быть” (Ин. 1, 1-3).

Наиболее общей теорией можно считать ту теорию, которая включает в себя и “теорию слова” и “теорию атома” и с единых позиций способна объяснить и то, и другое. Более того, способна указать на механизм, связывающий “слово” с “атомом”, и каким образом они взаимодействуют друг с другом, и как влияют друг на друга – опять мы приходим к квантовой механике.

Естественно, что описание в терминах вектора состояния имеет свои достоинства и свои недостатки, это лишь некоторое приближение к реальным процессам, но оно способно “ухватить” и описать некоторые физические процессы и явления, которые раньше не могли быть описаны.

Любая теория – это модель реальности, естественно, как и любая другая модель, она не может заменить собой реальный объект. Когда мы говорим об *описании* реальности, – всегда оно (описание) будет являться лишь некоторым *приближением* к физической реальности. Очевидно, что любой реальный объект, который мы моделируем, намного “богаче” по своим свойствам и характеристикам, чем та модель, которая его описывает. Моделируя реальные процессы и, сопоставляя теоретические результаты с объектом исследования, теоретические модели постоянно уточняются, приходит более глубокое понимание различных физических процессов и явлений.

В любом случае наука, и квантовая теория в частности, как модель реальности, всегда будет намного беднее самой Реальности, беднее Божественного предначертания и Божественного мироустройства.

В науке любое физическое понятие и представление, в том числе и ЧЗС – это не абсолютная Истина, которая не содержит “изъянов”. Это лишь теоретический инструмент, который используется, например, для создания реальных практических вещей и технических устройств типа квантового кодировщика передаваемой информации или квантового компьютера. Всегда остается возможность “усовершенствовать” этот инструмент, и если “новая версия” ЧЗС окажется более эффективной для создания еще более совершенных квантовых устройств, она тут же будет принята “на вооружение”.

Процесс познания – бесконечен. Естественно, что через какое-то время наши нынешние квантовомеханические представления и модели будут выглядеть очень наивными и примитивными. Будут разработаны более содержательные модели и подходы, способствующие более глубокому пониманию окружающей реальности.

Но пока нам дай-то бог, разобраться с теми результатами, которые уже получены, и как-то их осмыслить, непротиворечивым образом введя в круг своего мировоззрения.

Заключение

Ученые часть дела сделали. Нароботан огромный теоретический и экспериментальный материал, результаты опубликованы в ведущих научных журналах и монографиях. Статей столько много, что в них легко утонуть и не увидеть тех основных результатов, которые имеют фундаментальное значение. К тому же ученые очень осторожны в философской оценке. И это правильно, поскольку такая оценка всегда субъективна и носит спекулятивный характер. Не является исключением и данная статья, которая во многом отражает мою личную точку зрения, с которой многие не согласятся.

Но есть и объективные факты – теоретические выводы, результаты экспериментов, которые необходимо уложить “по полочкам” и построить непротиворечивую согласованную модель окружающей нас реальности, поскольку уже очевидно, что те результаты, которые получены, не укладываются в рамки старых общепринятых представлений. Работа эта трудная и потребует согласованных усилий многих и многих специалистов из самых различных областей. Мы пока находимся в самом начале этого процесса, и сама квантовая теория еще может претерпеть существенные изменения, но фундамент уже заложен, и на эту основу уже можно опереться.

Создавая новый журнал, мы приглашаем к дискуссии тех, кому интересны затрагиваемые вопросы, и кто мог бы участвовать в их обсуждении. Журнал мы назвали “Квантовая Магия”. Слово “магия” здесь имеет много оттенков. Это и очарование, красота квантовой теории, и ее невероятные потенциальные возможности, поистине “магические” по сравнению с другими теориями. Здесь и намек на то, что квантовая теория – это инструмент не только для ученых, но и для каждого из нас, поскольку она дает возможность каждому человеку существенно продвинуться в своем развитии.

Надеемся, что наш журнал не будет слишком скучным и принесет вам хоть какую-то пользу.

Благодарности

Хочу поблагодарить всех участников [форума](#) сайта “Физика магии”, общение с которыми сыграло неоценимую роль при написании данной статьи и способствовало более четкой формулировке моего подхода к сопоставлению результатов квантовой теории с философскими и религиозными вопросами. Отдельно хочу отметить неординарно мыслящего собеседника, скрывающегося под ником **ономатодокс**. Как он может убедиться, в текст данной статьи вошли отдельные моменты, затронутые нами в совместной дискуссии.

Литература

- [1] E. Joos, H.D. Zeh, C. Kiefer, D. Giulini, J. Kupsch and I.O. Stamatescu "Decoherence and the Appearance of a Classical World in Quantum Theory" (Springer-Verlag 2003).
- [2] W.H. Zurek, Decoherence, einselection, and the quantum origins of the classical, Rev. Mod. Phys. 75, 715 (2003) Доступная версия этой статьи в архиве препринтов: <http://xxx.lanl.gov/abs/quant-ph/0105127>
- [3] E. Joos, <http://www.decoherence.de/>
- [4] И.В. Баргатин, Б.А. Гришанин, В.Н. Задков, Запутанные квантовые состояния атомных систем, УФН 171 (6), 625 (2001).
- [5] V. Vedral, The role of relative entropy in quantum information theory, Rev. Mod. Phys. 74, 197 (2002).
- [6] S. Ghosh, T.F. Rosenbaum, G. Aeppl and S.N. Coppersmith, Entangled quantum state of magnetic dipoles, Nature 425, 48 (2003).
- [7] V. Vedral, Entanglement hits the big time, Nature 425, 28 (2003).
- [8] http://142.103.234.46/Conferences/QMLS_2/Overview/Page,
<http://www.pims.math.ca/birs/workshops/2003/03w5096/> .
- [9] A. Cabello, Bibliographic guide to the foundations of quantum mechanics and quantum information, [quant-ph/0012089](http://xxx.lanl.gov/abs/quant-ph/0012089).