

Вторая квантовая революция и Библия

Протоиерей Кирилл Владимирович Копейкин,

канд. физ.-мат. наук, канд. богословия,

Санкт-Петербургская духовная академия, Санкт-Петербургский государственный университет

Прошло уже около 100 лет с тех пор, как в первой трети XX века появились теория относительности и квантовая механика, радикально изменившие наши представления о мироздании. Их создание в конечном итоге привело к технологической революции, продуктами которой мы пользуемся ежедневно. Мобильные телефоны и навигаторы, телевизоры и мониторы с плоским экраном, компьютеры, лазерные принтеры и интернет – всё это ставшие уже привычными плоды «первой квантовой революции».

В XXI веке человечество, по мнению ряда экспертов, приближается к тому, что получило условное наименование «второй квантовой революции». Мы должны научиться оперировать единичными квантовыми объектами: создавать транзисторы на одном атоме, управлять отдельными фотонами и т.п. Вторая квантовая революция позволит разработать новые информационные технологии, создать эффективные устройства квантовой криптографии, квантовые компьютеры и квантовые сенсоры, продвинуться в понимании природы психики и приблизиться к созданию искусственного интеллекта. Практически все развитые страны ведут поиск в этом направлении: в США подписан *National Quantum Initiative Act* <https://www.quantum.gov/>, в Европейском Союзе запущен крупномасштабный исследовательский и инновационный проект *Quantum Flagship* <https://qt.eu/>, Россия, Индия и Китай также включились в квантовую гонку. Эксперты ожидают, что в результате «второй квантовой революции» произойдёт радикальная трансформация науки, промышленности и общества.

Однако, есть проблема. Как утверждает известный американский физик Шон Кэрролл (*Sean Carroll*), даже физики не понимают квантовую механику; хуже того, они не хотят её понимать. Так называется его статья, опубликованная 07.09.2019 в газете *The New York Times* <https://www.nytimes.com/2019/09/07/opinion/sunday/quantum-physics.html>. Слова Кэрролла могут показаться драматическим преувеличением, однако проведённые в последнее десятилетие опросы (опрос 2013 г. <https://arxiv.org/abs/1301.1069> и опрос 2016 г. <https://arxiv.org/abs/1612.00676>) свидетельствуют о том, что даже среди профессиональных физиков нет единого мнения по поводу оснований и интерпретации квантовой физики. Какая онтологическая реальность стоит за её математическими формулами? Что, собственно, описывает квантовая теория? Хотя с момента возникновения квантовой механики прошло почти 100 лет, полной ясности до сих пор нет, предложено множество различных вариантов интерпретации используемого математического аппарата. Если задуматься – это скандал! Казалось бы, такого можно было ожидать лишь от гуманитарной науки, исходно предполагающей множественность интерпретаций, но никак не от науки естественной.

Можно ли совершить вторую квантовую революцию, не понимая что мы, собственно, описываем? Едва ли! Может ли произойти чаяемая трансформация науки, промышленности и общества без революции мировоззренческой? Маловероятно! Что же делать? **В поисках органичной интерпретации квантовой теории** в качестве первого шага, по нашему глубокому убеждению, **необходимо вписать её в тот смысловой мировоззренческий контекст, который позволил бы прояснить принципиальные особенности квантовой физики**, до сих пор воспринимаемые как «парадоксы». Как это возможно? Для этого необходимо вспомнить, что современное естествознание – и, в конечном итоге, квантовая механика – зародилось в очень специфической интеллектуальной среде. Как свидетельствует история науки, **современная физика возникла в процессе исследования Природы как второй Книги Творца**. Считалось, что первая Книга Бога – Библия – раскрывает замысел Создателя, вторая – Природа – говорит о Его могуществе. Сегодня уместно задуматься над тем,

что новое – это хорошо забытое старое, и в поисках естественной интерпретации квантовой теории логично обратиться именно к библейскому контексту.

Казалось бы, между рациональным исследованием природы мироздания и теологическими рассуждениями лежит непроходимая пропасть. Однако целым рядом исследователей отмечалось, что на глубинном уровне квантовомеханическая реальность больше всего напоминает реальность мифологическую – волшебную, магическую, алхимическую. И такое сходство совершенно не случайно. Всё дело в том, что «миф» – это не ложь и не выдумка, как порой думают, миф – это совокупность сохраняемых традицией сюжетов, которые воспринимаются как различные аспекты проявления сокровенного смысла бытия человеческой жизни и всей Вселенной. Сходство между квантовой теорией и мифологией обусловлено тем, что мифология действительно прикасается к фундаментальной глубине реальности, причём мифологическая символика выражает переживание реальности полнее и глубже, нежели любой другой (в том числе – строгий формально-математический) язык.

Что Библия сообщает нам о природе мироздания? Ключевой библейский тезис заключается в том, что Бог творит мир актом Своей воли «из ничего» (ἐξ οὐκ ὄντων, ex nihilo) (2 Макк 7:28). Что это означает? Это свидетельствует о не-само-бытности всего сущего. Если, например, мастер изготавливает какой-либо предмет, скажем, стол из дерева, то этот стол и далее продолжает существовать независимо от мастера поскольку в своём бытии он «опирается» на ту материю, из которой был изготовлен; в приведённом примере – на дерево. Мир творится Богом «из ничего» в том смысле, что в своём существовании ему не на что «опереться», кроме как на Создателя. Только Он – *Сущий* (Исх 3:14), лишь Он обладает бытием в полной мере, всё же остальное тварное бытие *есть* лишь в меру своей сопричастности истинному Бытию: «*всё из Него, Им и к Нему*» (Рим 11:36), «*в Нем (ἐν αὐτῷ) мы живём, и движемся, и существуем*» (Дн 17:28). Можно сказать, что Библия уже с самого начала формулирует фундаментальный библейский принцип неабсолютности тварного бытия: ничто не само-бытно, всякое бытие относительно – и всё относительно Творца.

Утверждение о сотворённости мира из ничего является ключевым для библейской традиции. Дело в том, что конечное предназначение мира и человека – спасение, понимаемое как *обожение*, – достижение того состояния, о котором апостол Павел говорит, что «будет Бог всё во всем» (1 Кор 15:28). Если мир сотворён из ничего, то ничто и не мешает миру в конечном итоге соединиться с Богом; само-сущая же косная материя, определяемая, как противоположность Духу, к такому единению принципиально неспособна.

Вся история естествознания, начиная с Галилея (*Galileo Galilei*, 1564–1642), показывает, что его развитие шло по пути конкретизации и расширения области применимости принципа неабсолютности тварного бытия: от галилеевской относительности (инвариантности относительно инерциальных систем отсчёта, получившей строгую формулировку в классической физике) – к специальной теории относительности – и, наконец, к квантовой механике – к тому, что Владимир Александрович Фок (1898–1974), один из крупнейших физиков XX столетия (его именем названы пространство Фока в квантовой теории поля, метод Хартри-Фока приближённого решения квантовомеханического уравнения Шрёдингера, уравнение Клейна-Фока-Гордона обобщающее уравнение Шрёдингера для релятивистских бесспиновых частиц), называл принципом относительности к средствам наблюдения. Фок подчёркивал, что принцип относительности к средствам наблюдения представляет собою универсальный принцип описания физических явлений как в классической теории (где относительность к средствам наблюдения совпадает с относительностью к системе отсчёта), так и в теории относительности и в квантовой механике. Сегодня фокковский принцип относительности к средствам наблюдения возродился в форме QBism⁷а.

Итак, рассматривая квантовую механику в сквозной исторической перспективе как закономерное звено цепи реализации принципа относительности к средствам

наблюдения, мы с неизбежностью приходим к выводу, что физическая реальность существует не «сама по себе», как нечто *само-бытное* (именно так привыкли мы воспринимать мир сквозь призму классической науки – как нечто само-сущее, состоящее из «тел»), но **проявляет себя тем или иным способом по отношению к наблюдателю в зависимости от характера задаваемых им экспериментальных вопрошаний.** Та **«зыбкость»** (индетерминистичность, контекстуальность и нелокальность) **реальности, которая столь шокирует в квантовой механике и воспринимается как нечто парадоксальное, оказывается не какой-то принципиально новой её особенностью, но логическим продолжением расширения области применимости принципа относительности как естественного следствия фундаментального библейского тезиса о творении мира из *ничего*.**

Обращение к библейскому контексту позволяет прояснить и природу квантовой случайности. Богословы всегда уделяли особое внимание проблеме свободы воли: **как может наличие у человека свободы выбора** (отказ от чего неминуемо приводит к снятию с субъекта какой бы то ни было ответственности) **сочетаться с Божественным всемогуществом и Его всеведением?**

Когда всемогущий Творец создаёт законы, управляющие Вселенной, то всё естество им подчиняется. Поскольку воля божия непреложна, все события в мире подчинены строгим закономерностям. С точки зрения библейского Откровения один лишь человек уникален тем, что он творится *по образу и подобию* своего Создателя (Быт 1:26). Поэтому одним из возможных вариантов разрешения так называемого *парадокса всемогущества* («Может ли всемогущий Бог создать камень, который Он не в состоянии поднять?») является следующий: «Да, таким камнем является обладающий свободной волей человек, поскольку он не может быть спасён без воли самого человека». Но иногда даже среди событий, лежащих «в плоскости» этого мира, случается нечто, выходящее, как кажется, за рамки привычного хода вещей, – то, что мы называем чудом или случайностью. **Всемогущество Бога означает, что Он ничем не детерминирован, а значит случайные, ничем (кроме Промысла Божия, ведомого только Зикждителю) не детерминированные события, представляют собой акты божественного вмешательства в реальность.** Внезапные «вертикальные» вторжения в «горизонтальную» ткань реальности открывают своего рода «зазор» для **возможности реализации свободного выбора человека, сотворённого по образу и подобию** своего Создателя (Быт 1:26). Отсюда – ветхозаветная практика бросания *жребия* как способа узнавания воли Вседержителя (Исх 28:30; Чис 27:21; Притч 16:33; Дн 1:23-26).

В контексте христианской традиции в связи с обострённым вниманием к личности каждого человека проблема соотносённости свободы воли и божественной благодати становится одной из центральных проблем богословской мысли. Пожалуй, наибольшей детализации её разработка достигает в эпоху Реформации и Контрреформации, когда не было ни одного значимого теолога, который не коснулся бы вопроса о благодати и свободе. **Из этих рассуждений и выросла, в конечном итоге, современная теория вероятностей.**

В квантовой физике, подчёркивал В. А. Фок, случайность присутствует двояко: с одной стороны – **в виде априорной вероятности, характеризующей** присущие микрообъектам **потенциальные** (но пока не реализованные) **возможности** и относящейся к ещё не произведённым опытам (Фок подчёркивал, что квантовая механика восстанавливает в правах рождаемое жизненным опытом отличие потенциальной возможности от её реального осуществления). С другой стороны – **в виде апостериорной вероятности – статистики результатов уже произведённых серий опытов,** сам тип которых определяется волевым выбором экспериментатора. Для того, чтобы дать прозрачное физическое толкование математического аппарата квантовой теории и прояснить понятие квантовомеханической вероятности Фок предложил различать в опыте три стадии: приготовление объекта, поведение объекта в фиксированных внешних условиях и собственно измерение. Соответственно можно выделить приготовляющую, рабочую и регистрирующую части прибора. Такое различение

позволяет варьировать заключительную регистрирующую стадию (измерение), оставляя неизменными первые две.

Принцип относительности к средствам наблюдения означает, что для квантового объекта существует потенциальная возможность проявить себя так или иначе в зависимости от экспериментальной ситуации (например, обнаруживая волновые или корпускулярные свойства). При этом даже если квантовый объект в приготовляющей стадии опыта находится в фиксированных условиях результат измерения в общем случае не может быть предсказан с абсолютной достоверностью, но лишь с некоторой вероятностью. Наиболее полным результатом опыта будет распределение вероятностей серии измерений.

Варьируя заключительную стадию опыта можно производить измерения различных величин (например, энергии, импульса или координаты) исходя из одного и того же начального состояния квантового объекта. Каждой измеряемой величине соответствует своё распределение вероятностей. Все эти распределения вероятностей могут быть параметрически выражены через один и тот же вектор состояния, который не зависит от заключительной стадии опыта. В этом смысле **вектор состояния представляет собою объективную (независящую от наблюдателя) характеристику состояния данного единичного квантового объекта непосредственно перед заключительной стадией опыта.** Вектор состояния, по Фоку, даёт объективное описание всех присущих микрообъекту «объективно существующих потенциальных возможностей» того или иного результата взаимодействия квантового объекта с прибором. Но это объективное состояние ещё не является действительным, поскольку «объективно существующие потенциальные возможности» пока не осуществились. **Переход от потенциально возможного к действительному происходит на заключительной стадии опыта.** Для описания этого перехода необходимо многократно повторить опыт чтобы экспериментально осуществить различные варианты реализации «объективно существующих потенциальных возможностей». **В процессе статистической обработки такой серии измерений вычисляется** относительное число осуществившихся случаев того или иного поведения объекта; это число и является мерой вероятности данного варианта поведения объекта. Экспериментально полученное **апостериорное распределение вероятностей** затем сравнивается с теоретическим, рассчитываемым исходя из вектора состояния, дабы убедиться в адекватности такого описания.

Вызывающая множество недоумений **редукция вектора состояния** в результате измерения **связана** не с распространением какого-либо физического взаимодействия, а с **изменением постановки вопроса о вероятностях.** В произведённом опыте реализуется одна из «объективно существующих потенциальных возможностей», описываемых исходным вектором состояния. Изменение постановки вопроса о вероятностях состоит в учёте осуществившегося результата, т.е. в учёте новых данных. А новым данным соответствует и новый вектор состояния.

Таким образом, переход от априорной вероятности, характеризующей потенциальные возможности пока не произведённого опыта к апостериорному статистическому распределению результатов уже произведённых опытов происходит на стадии выбора экспериментатором конкретного типа эксперимента. Это означает, что в ситуации квантовомеханического эксперимента (и, вообще говоря, любого жизненного выбора) **встречаются две свободы: свобода предоставляемых природой (точнее, её Творцом) возможностей и свобода выбора человека-экспериментатора.** Результат их *взаимо-*действия оказывается абсолютно непредсказуемым (это иллюстрируется многочисленными теоретическими и экспериментальными доказательствами отсутствия так называемых «скрытых параметров»). Можно сказать, что квантовомеханическая случайность является истинной случайностью, непредсказуемой не потому, что нам неизвестны какие-то «скрытые параметры» реальности, а в силу самой своей природы. Истинная случайность не может быть предугадана поскольку до того, как какой-либо исход оказался реализованным, он не был

предопределён и значит не существовал. Таким образом, **истинная случайность есть чистый акт творения как результат пересечения двух волей: Божественной Воли, актом которой был сотворён этот мир *из ничего* (2 Макк 7:28), и свободной воли человека, сотворённого *по образу и подобию* своего Создателя (Быт 1:26). Человек возвращается в научную картину мира в качестве полноправного её участника, а теологическая интерпретация квантовой механики открывает перспективу разрешения фундаментальной проблемы взаимодействия материального и психического.**

Это – принципиально новый взгляд на природу реальности! Он позволяет уйти от бесконечных разговоров о «парадоксах» современной физики и делает её интуитивно прозрачной, а значит – оказывается способен дать колоссальный импульс для её дальнейшего развития. Для осуществления глобального научного и технологического прорыва нужна глобальная идея! Именно в такой новой парадигме, а не в прежней, классической, следует возвращать творцов новой физики XXI века, века второй квантовой революции.

Кроме того, **такое воззрение на мир влечёт за собою и вполне определённые этические следствия.** Дело в том, что наука оказывает огромное влияние на формирование той картины мира, которой мы пользуемся в нашей обыденной жизни. **Материалистическая интерпретация** классического естествознания **подразумевает, что** поскольку кроме материи в мире ничего не существует, то всё имеет свою цену и ничто не имеет ценности. Поэтому **человеку в своей жизни следует руководствоваться максимой *Ubi bene ibi patria* – «где хорошо, там и родина».** Далее, в рамках материалистической картины мира мир никоим образом не способен «реагировать» на наши действия кроме реакций чисто физических, в рамках физических же законов сохранения энергии и сохранения импульса. Иначе говоря, **что бы человек ни совершил, будь то высочайший подвиг или отвратительнейшее злодеяние – Вселенная остаётся по-прежнему равнодушной к нему, а сами люди реагируют лишь на то, что становится им известным. Отсюда возникает модель поведения, которую Сомерсет Моэм (*William Somerset Maugham*, 1874 – 1965) в романе «Бремя страстей человеческих» (*Of Human Bondage*, 1915) назвал «моралью оглядки на полицейского»: «Делай что угодно, лишь бы тебя не заметили».** Наконец, **детерминизм обнаруживаемых классической физикой законов природы означает отсутствие свободы воли. Значит нет и никакой ответственности за совершённые деяния: все они были предопределены изначально.**

Напротив, **новое, укоренённое в библейской традиции и обогащённое современным прочтением Книги Природы понимание Вселенной подразумевает, что, во-первых, изменяя своё собственное отношение к миру мы, в силу неабсолютности тварного бытия, способны оказывать воздействие на окружающую нас реальность, «притягивая» к себе, если можно так выразиться, те ситуации, которые соответствуют нашему внутреннему состоянию.** Да, это воздействие слабо, почти незаметно – но оно вполне реально, его малость обусловлена тем, что пока лишь небольшое число людей действительно работает над возделыванием собственной души (см. синхронистические совпадения в жизни одного из создателей квантовой механики лауреата Нобелевской премии Вольфганга Паули (*Wolfgang Ernst Pauli*, 1900 – 1958) и его совместные с Карлом Густавом Юнгом (*Carl Gustav Jung*, 1875 – 1961) поиски путей разрешения одной из центральных проблем европейской интеллектуальной истории – проблемы взаимодействия духа и материи <https://ufn.ru/tribune/trib151208.pdf>). **Во-вторых, в силу присущей человеку свободы выбора и наличия в самой структуре бытия «зазора свободы», мы сами ответственны за свою судьбу.**

Для апробации эффективности предлагаемого нового подхода **предлагается разработать новый образовательный ресурс, который в дальнейшем можно использовать как для университетских спецкурсов, так и для факультативных курсов в центрах дополнительного образования для продвинутых школьников, наподобие «Сириуса» и «Кванториумов».**