

Посвящается светлой памяти схиархимандрита Даниила

Малое знание удаляет от Бога,
а большое приближает к Нему.
Ф.Бэкон

О ДЕТЕРМИНИРОВАННОСТИ И АНТИНОМИЧНОСТИ

А.В.Белинский

У людей с аналитическим и математическим складом ума часто возникают проблемы с пониманием Священного Писания, да и вообще – с осмыслением жизни, где прямолинейная Аристотелева формальная логика часто не действует. В век безграничного торжества классической физики убеждение Лапласа в том, что его картина мира не нуждается в гипотезе существования Бога, казалось бы, подытоживает научные знания. Действительно, зачем Бог, если и так все ясно? Но «Господь знает умствования мудрецов, что они суетны» (1 Кор. 3:20). И первой брешью в этой, казалось бы, ясной детерминированности явилась квантовая механика. Оказалось, что события в микромире принципиально невозможно предсказать точно, какой бы априорной информацией мы не обладали. Более того, квантовые парадоксы вообще поставили под сомнение адекватность Аристотелевой логики. Попытки постичь природу квантовых эффектов привели к созданию новой, так называемой *квантовой логики*, в определенном смысле противоречащей формальной. И это естественно: когда простые наглядные модели оказываются поверхностными, приходится погружаться в более глубокие пласты знаний. Ярким примером тут может быть *квантовый парадокс Зенона*. Он формулируется так [1]: повторяющееся (в пределе – непрерывное) измерение квантовой системы препятствует ее переходу в другое состояние. Другое его название – *эффект сторожевой собаки*. Он выводится из квантовой теории измерений, в частности, из постулата фон Неймана. С одной стороны, это звучит неожиданно, поскольку, например, наблюдая за Луной, вряд ли можно ожидать изменения ее траектории. Но, с другой стороны, и в обыденной жизни мы знаем, что если напряженно, не отрывая глаз, ждать, когда закипит чайник, ожидание покажется бесконечным, как и сверление больного зуба, хотя, казалось бы, надо потерпеть чуть-чуть. В качестве простого примера рассмотрим в начале двухуровневый атом, т.е. имеющий две электронные орбиты: нижнюю – стабильную, и верхнюю, соответствующую возбужденному состоянию, которое через некоторое время переходит в стабильное, что сопровождается излучением фотона света с частотой резонансного излучения, см. рис. 1. Если теперь осветить этот атом извне таким же резонансным излучением, то электрон атома начинает периодически переходить с нижней орбиты на верхнюю и обратно. При этом говорят, что атом гармонически осциллирует между уровнями с так называемой частотой Раби Ω .

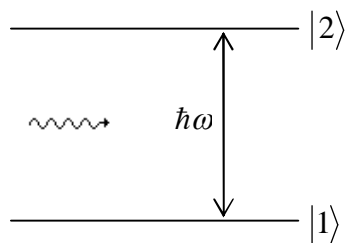


Рис. 1. Двухуровневый атом в поле резонансного излучения

Теперь произведем измерение состояния атома. Пусть в результате измерения через небольшой промежуток времени Δt с момента $t=0$, когда атом находился в основном состоянии, мы установим, что атом продолжает находиться в основном (нижнем) состоянии. Тогда эволюция начнется снова – уже не с момента времени $t=0$, а с $t=\Delta t$, т.е. измерение приведет к задержке по времени на Δt . Если за атомом наблюдать непрерывно ($\Delta t \rightarrow 0$), то эволюция атома вообще прекратится, несмотря на наличие резонансного излучения. Правда, в реальном эксперименте этого добиться трудно, а вот существенное замедление

эволюции зарегистрировано [2].

Итак, в противовес формальной логике, мы получили несомненную зависимость динамики объекта от наличия наблюдателя, производящего измерение. Но как произвести такое наблюдение? Можно взять атом с тремя уровнями [3], расположенными в соответствии с

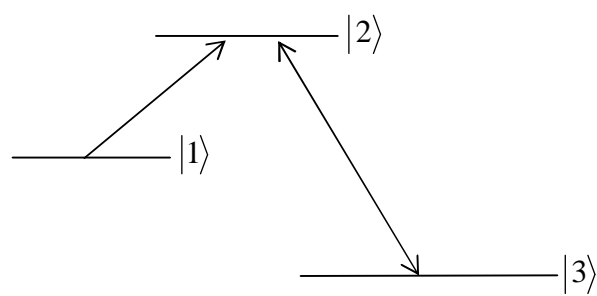


Рис.2. Трехуровневая Λ -конфигурация: уровень $|2\rangle$ нестабильный и может спонтанно распадаться на уровень $|3\rangle$, который никак более не участвует в динамике системы. Исходно атом приводится в состояние $|1\rangle$. Резонансное излучение на частоте перехода $|1\rangle \leftrightarrow |2\rangle$ может перевести атом в состояние $|2\rangle$, однако вероятность этого перехода уменьшается с ростом эффективности спонтанного перехода $|2\rangle \rightarrow |3\rangle$, который является измерением состояния атома по регистрации спонтанных фотонов на частоте ω_{23} .

рис.2. По наличию излучения, соответствующего переходу $|2\rangle \rightarrow |3\rangle$, можно заключить о том, что атом находился в возбужденном состоянии.

Каким же будет результат подобного эксперимента? Система «замораживается» на уровне $|1\rangle$ при наличии возможности ее моментального перехода (измерения) с уровня $|2\rangle$ на уровень $|3\rangle$. Это пример реализации парадокса Зенона при непрерывном измерении – слежении за испусканием спонтанных фотонов на частоте ω_{23} . Хотя самого слежения фактически может и не быть. Важно, что имеется потенциальная возможность такого слежения. Еще раз остановимся на необычности эффекта. Мы имеем возможность двух последовательных переходов: $|1\rangle \rightarrow |2\rangle \rightarrow |3\rangle$. Казалось бы, чем «легче» переход $|2\rangle \rightarrow |3\rangle$, тем лучше для всего каскада двух процессов. Но это не так: переход $|2\rangle \rightarrow |3\rangle$ тормозит переход $|1\rangle \rightarrow |2\rangle$, т.е. переходы не являются статистически независимыми. Здесь мы вновь сталкиваемся с парадоксальной с точки зрения житейского опыта ситуацией, когда возможность наблюдения за системой кардинально меняет ее поведение, а в последовательном каскаде двух, казалось бы, независимых процессов второй по времени может радикально влиять на первый. В этом необычном поведении системы во времени можно усмотреть и нарушение причинности.

Кроме того, объект наблюдения и измеритель в рассмотренных иллюстрациях квантового парадокса Зенона образуют неделимую, с точки зрения результата эксперимента, систему, т.е. представляют собой так называемый *холон* [4]. Холоном является и каскад двух последовательных процессов $|1\rangle \rightarrow |2\rangle \rightarrow |3\rangle$. Следовательно, холоны могут связывать воедино не только пространственно разделенные объекты, но и процессы, происходящие в разные моменты времени.

Эти простые примеры могут помочь физику в изучении Священного Писания, когда простая формальная логика дает сбой и нужно перейти к более глубоким слоям понимания. Например, Ветхий Завет пронизан мыслью о том, что если будешь соблюдать заповеди Божьи, то будет тебе хорошо и будешь благоуспешен во всех делах своих. Действительно: «Живый в помощи Вышняго в крове Бога Небесного водворится. Речет Господеви: заступник мой еси и Прибежище мое, Бог мой и уповаю на Него. Яко Той избавит тя от сети ловчи и от словесе мятежна. Плещма Своима осенит тя и под криле Его надеешися, оружием обыдет тя истина Его. Не убоишия от страха ночнаго, от стрелы летящия во дни. От вещи во тьме преходящия, от сряца и беса полуденнаго. Падет от страны твоя тысяща, и тьма одесную тебе, к тебе же не приблизится... Не приидет к тебе зло, и рана не приблизится телеси твоему. Яко ангелом Своим заповесть о тебе, сохрани ти во всех путех твоих. На руках возмут тя, да

не когда преткнешь о камень ногу твою. На аспиде и василиска наступиши и попереши льва и змия...» (Пс. 90). Но тут же, в одной из древнейших книг Ветхого Завета – Книге Иова – мы видим пораженного проказой праведника, сидящего на гноище и скребущего свои струпья, пережившего гибель всех своих детей и всего имущества, преданного собственной женой и несправедливо обличаемого близкими друзьями. А Сам Господь Иисус Христос, не совершивший никакого греха, был жестоко поруган, осмеян, зверски избит и предан бесчеловечной казни на глазах плачущей Матери. Где же правда? Неужели Слово Божье лжет, обещая благоденствие праведным? Формальная логика заведена в тупик. Но выход есть: да, почитающим Бога должна сопутствовать радость – так должно быть! Но в падшем мире, искаженном грехопадением и нашими грехами оказывается исковерканным и закон справедливости: он вывернут наизнанку и добрая благочестивая жизнь часто оказывается сопряженной со страданиями. И в этой трагической ситуации, несмотря ни на что, надо сохранить верность, преданность и любовь к Богу.

Работа поддержана грантом INTAS номер 01-2097.

Литература

1. V. Misra, E.C.G. Sudarshan. *J. Math. Phys.* 1977, v.18, p. 756.
2. W.M. Itano, D.J. Heinzen, J.J. Bollinger et. al. *Phys. Rev. A* **41**, 1990, p. 2295.
3. М.Б. Менский. Квантовые измерения и декогеренция. М.: Физматлит. 2001.
4. А.В. Московский. От метафизики к физике. В сб.: "Седьмые Международные Рождественские образовательные чтения. Христианство и наука. Сборник докладов Конференции". М.: Просветитель", 2000, с. 196-204; А.В. Московский. Существует ли научная альтернатива дарвиновской концепции эволюции. В сб.: "Девятые Международные Рождественские образовательные чтения. Христианство и наука. Сборник докладов Конференции". М.: Просветитель", 2001, с. 297-321; А.В. Московский. Квантовая телепортация. От физики к метафизике. В сб.: "Десятые Международные Рождественские образовательные чтения. Христианство и наука. Сборник докладов Конференции". М.: Просветитель", 2003, с. 341-356.