

Кто виновен в смерти Кота Шредингера?

Каминский А.В.

Размышления на тему знаменитого мысленного эксперимента, демонстрирующие условность жизни и смерти и способствующие пониманию сущности сознания.

«Формулировки квантовой механики, которые вы находите в книгах, предполагают разделение мира на наблюдателя и наблюдаемое, и вам не говорят, где проходит это разделение — с какой стороны очков, например, или с какой стороны моего оптического нерва... Таким образом, мы имеем теорию, которая является фундаментально неясной».

Джон Белл

Что такое наблюдатель?

На вопрос, поставленный в подзаголовке, имеется единственный и очень простой ответ. Наблюдатель это Я, а наблюдение или измерение, – это то, что я измерил и осознал. То, что «осознал» другой – не есть наблюдение. Однако большинство физиков убеждены в объективности процесса измерения и редукции волновой функции. Вам скажут, что измерения, произведенные другим экспериментатором, или прибором, работающим автономно, ничем не отличаются от измерений производимых лично вами. И, поэтому, ваше сознание ни как не связано с процессом измерения. Наивность этого довода сегодня не выдерживает критики, поскольку этот вопрос уже вышел за пределы философии, и стал предметом обсуждения физиков. Однако опыт ведения дискуссий на подобные темы подсказывает мне, что, скорее всего, ваши рассуждения станут поводом обвинить вас в солипсизме. И это справедливо! Физики, занимающиеся основаниями квантовой механики, давно пришли к солипсизму, но не признаются в этом.

Большинство физиков, следуя объективистской традиции, исходят из того, что физическая реальность существует априорно. То есть существуют вещи – не зависимо от нашего сознания и существуют наблюдатели, которые эти вещи наблюдают. Однако, квантовая механика это нечто большее, чем просто новый способ описания физического мира. Квантовая механика полностью разрушает наше представление о мире, как *предсуществующей* реальности. Не смотря на силу «притяжения» стереотипов, мы сегодня вынуждены признать правоту Канта, утверждавшего еще в 18-веке, что

наблюдатель не только конструирует эмпирическую реальность, но является необходимым условием ее существования. Итак, мы возвращаемся к нашему вопросу – Кто этот самый наблюдатель, который по Канту является условием существования нашего мира?

Чтобы осмыслить эту проблему нам поможет, давно набивший оскомину, эксперимент с котом Шредингера. Для большей выразительности, мы немного модифицируем этот опыт, посадив в ящик «кота ученого» (с одним «н»), и предоставив ему возможность самому решать свою судьбу¹. Для этого снабдим его двумя ампулами - одну с цианидом², а другую с валерианой.

Итак, мы имеем изолированную от внешней среды систему, испытывающую унитарную эволюцию³. Последнее означает, что, с точки зрения внешнего наблюдателя, кот является бесчувственным механизмом, поскольку система, включающая кота в свой состав, подчиняется детерминированной и обратимой по времени механике Шредингера.

Давайте не будем «тянуть кота за хвост», и сразу запишем запутанное состояние кота с окружением. Для простоты, не снижая общности, в качестве кота и окружения, возьмем по одному q-биту.

$$|\psi\rangle = |M\rangle|Cat\rangle \rightarrow c_1|M_1\rangle|Cat_1\rangle + c_2|M_2\rangle|Cat_2\rangle \quad (1)$$

Здесь $|M_1\rangle$ и $|M_2\rangle$ состояния окружения. $|Cat_1\rangle$ – состояние сознания кота выбравшего валериану. $|Cat_2\rangle$ – состояние кота, выбравшего цианид. отождествление квантовых состояний с состояниями сознания вполне естественно в контексте теории Менского⁴, в которой редукция (R-процедура или коллапс квантового состояния) отождествлена с актом сознания. Казалось бы, здесь самое время перейти к эвереттическому дискурсу и рассмотреть 2 ветви судьбы кота. В самом деле, из выражения (1) следует, что после взаимодействия, мир расщепится на 2 ветви. При этом состояние $|M_1\rangle|Cat_1\rangle$ мы можем интерпретировать, как мир, в котором кот выпил валериану. И, соответственно, $|M_2\rangle|Cat_2\rangle$, как мир, в котором кот совершил суицид. Но нас интересует другое. А именно, к чему относятся состояния кота $|Cat_1\rangle$ и $|Cat_2\rangle$? Что вообще означает вектор состояния кота? Мы обычно считаем, что вектор состояния относится к объектам нашего физического мира. Например, мы говорим – «вектор состояния электрона». Но относится

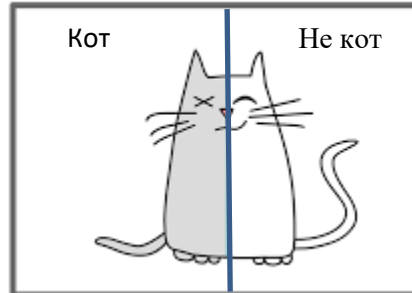
¹ Будем считать, что Кот, будучи убежден в квантовой бессмертии [см. Quantum suicide and immortality - Wikipedia], сам согласился участвовать в этом эксперименте.

² Ампула с цианидом – один из важнейших реквизитов лаборатории, где исследуется сознание (шутка).

³ Эволюция вектора состояния, сохраняющая его норму.

⁴ Имеется в виду расширенная концепция Эверетта (РКЭ) [3]

ли вектор состояния кота к его телу, хвосту или к его усам? Для нас очень важно правильно провести демаркационную линию⁵



Но хвост и усы, по всей видимости, не принимают участия в формировании потенциала готовности, который потом приведет к принятию решения. Поэтому эти части тела кота логично отнести к окружению $|M\rangle$. Так, может быть, состояния $|Cat_1\rangle$ и $|Cat_2\rangle$ следует отнести к каким-то участкам мозга, где, как мы думаем, принимается решение? Нет, и этого делать нельзя, поскольку такое отнесение, как легко видеть, немедленно приводит к противоречию, аналогичному парадоксу Рассела. Субъект не может знать собственное знание. Он не видит себя, как мы не видим своего лица, не прибегая к помощи зеркала. Поэтому тело кота, включая его мозг, относится к окружению! Все, что видит и ощущает кот, - весь его опытный мир является продуктом сознания кота. Но, если это так, то где же сам кот?

Нам очень сложно абстрагироваться от естественной установки⁶, когда мы отождествляем себя со своим телом, пребывающим в конкретных обстоятельствах времени и места. Однако, субъект это совсем другое. Мы не найдем его среди вещей этого мира. Субъект находится «нигде», поскольку, сами категории пространства и времени являются атрибутом, конституируемой им физической реальности.

Итак, с точки зрения внешнего наблюдателя, кот вовсе не принимает ни каких решений, поскольку все его действия предопределены. Детерминированность эволюции системы это вернейший признак отсутствия в ней сознания, поскольку сознание это, прежде всего – свободная воля. Сознанию нечего делать там, где все предопределено. Однако если нет сознания, значит, нет и кота....

⁵ Для вычисления матрицы плотности кота, нужно будет знать, какие степени свободы относятся к коту, а какие к окружению.

⁶ Термин из феноменологии, означающий примитивный (бытовой) взгляд на реальность.

Там, в ящике, мы видим только атрибуты кота – хвост, усы, и даже знаменитую «чеширскую» улыбку. Но кота там нет! Мы со стороны его не видим.... Куда делся кот, - живое существо, способное на чувства и страдания? Чтобы это понять, полезайте в ящик вместо кота, и вы все поймете! Хотя, это и будет выглядеть, почти, как цирковой фокус с вытаскиванием кота из шляпы!

Обратимся к несложным вычислениям, которые вы найдете в любом учебнике по квантовой информатике. Матрица плотности всей системы с котом, с точки зрения внешнего наблюдателя имеет вид:

$$\rho = |\psi\rangle\langle\psi| = \begin{pmatrix} c_1 c_1^* & c_1 c_2^* \\ c_2 c_1^* & c_2 c_2^* \end{pmatrix} \quad (2)$$

Это чистое состояние. С точки же зрения кота (а теперь с вашей точки зрения, раз уж вы согласились побыть котом!), его матрица плотности приобретает классический вид статистического оператора:

$$\rho_{cat} = \text{Tr}_M |\psi\rangle\langle\psi| = \langle M_1 | \psi \rangle \langle \psi | M_1 \rangle + \langle M_2 | \psi \rangle \langle \psi | M_2 \rangle = \begin{pmatrix} c_1 c_1^* & 0 \\ 0 & c_2 c_2^* \end{pmatrix} \quad (3)$$

Это результат взаимодействия кота с окружением, которое приводит к корреляции между этими объектами. Физики называют этот процесс – неселективным измерением. Здесь символом Tr_M обозначена операция взятия частичного следа. Суть ее состоит в том, что вычисляется след матрицы по всем степеням свободы за исключением тех, которые относятся к наблюдателю. Недиагональные компоненты здесь исчезают, поскольку состояния $|M_1\rangle$ и $|M_2\rangle$ хорошо различимы, а значит ортогональны. **Операция взятия частичного следа в замкнутой системе легитимируется неполнотой информации, доступной субъекту.** Чтобы это понять, нужно обратить внимание на следующее. В нашей простой модели, замкнутая система с котом описываемая двумя q-битами и, соответственно тремя комплексными числами⁷. В то же время, кот, сам по себе, описывается одним q-битом и, соответственно одним комплексным числом. Другими словами, кот «видит» только часть того, что происходит в его мире. Впрочем, это очевидно,- кот различает только свои собственные состояния сознания (а что же еще он может различать?), и поэтому по всем другим состояниям системы нужно усреднять. Это и есть простейший пример субъективной неполноты. Таким образом, если легитимность операции усреднения в теории декогеренции оправдывается потерей информации в окружении, то в данном случае, эта операция обосновывается фундаментальной субъективной неполнотой [2].

Что же это за состояния, по которым производится усреднение? Это очень важная часть. Она определяет динамику фазовых отношений между компонентами суперпозиции (1), от

⁷ N- q-битная система описывается в $2(2^N - 1)$ - мерном проективном гильбертовом пространстве.

которой, как можно предположить⁸ зависит решение кота! Однако, повторим еще раз, коту эта информация не доступна,- кот принимает решение по собственной воле, не имея внешней мотивации. Важно понимать, что эта свобода не иллюзорна, поскольку незнание кота фундаментально, и должно быть онтологизировано.

Мы видим, что состояние внутреннего наблюдателя описывается смешанным состоянием. То есть у этого наблюдателя появился выбор, а значит, появилось сознание! (в смысле Менского). Как видите, владелец усов и хвоста нашелся! Им оказались вы сами! Как говорится, в таком случае, Але хоп! Вуаля!

Ситуация прояснилась. Чтобы найти кота, который для внешнего наблюдателя выглядел просто механической игрушкой, пришлось стать котом. Другого способа нет!

Субъект видит свое тело (Аватару⁹) в физическом мире, но им не является. Где же находится субъект? Нигде. Он тот, кто, как писал Кант, конструирует эмпирическую реальность – хвост, усы, свой собственный мозг, мышей, пузырек с цианидом и так далее.

Кто виновен в смерти Кота Шредингера?

Предположим теперь, что кот ученый, следуя своему научному экстремизму, принял цианид, и расстался с жизнью. С точки зрения внешнего наблюдателя, ни какой драмы здесь нет, поскольку кот, хотя и пребывает в каком-то странном состоянии суперпозиции, но подчиняется детерминированной, обратимой механике Шредингера. Это означает, что в ящике находится «зомбикот» - детерминированный механизм с атрибутами кота – хвостом, усами и так далее, по списку - все, что есть у кота. Чем он там занимается,- в ящике? Мы не знаем. Но, что бы он там не делал, это происходит в соответствии с законами механики.

Но, что произойдет, если экспериментатор «Я», пожелав узнать судьбу кота, откроет ящик, нарушив изолированность системы? Формально, при этом произойдет запутывание содержимого ящика с экспериментатором:

$$|\psi'\rangle = (c_1|M_1\rangle|Cat_1\rangle + c_2|M_2\rangle|Cat_2\rangle)|Я\rangle = c_1|M_1\rangle|Cat_1\rangle|Я_1\rangle + c_2|M_2\rangle|Cat_2\rangle|Я_2\rangle \quad (4)$$

Матрица плотности экспериментатора так же будет иметь диагональный вид:

$$\rho_Я = \text{Tr}_{M,Cat} |\psi'\rangle\langle\psi'| = c_1c_1^*|Я_1\rangle\langle Я_1| + c_2c_2^*|Я_2\rangle\langle Я_2| \quad (5)$$

Последнее означает, что после открытия ящика, кот сразу же материализуется в одной из своих ипостасей, и экспериментатор увидит либо живого, либо мертвого кота. Давайте,

⁸ Смотрите работы автора [2].

⁹ [санскр.](#) avatāra , «нисхождение»

ради любопытства, предположим, что экспериментатор обнаружил в ящике мертвого кота. Будучи законопослушным гражданином, наш экспериментатор должен будет сообщить о несчастном случае в полицию. Рассмотрим, как будут развиваться события в «квантово-юридической» плоскости.

Предположим, что полицейский, приехавший на вызов, не поверит рассказу экспериментатора и заподозрит последнего в преступлении.... Вскоре дело дойдет до суда и обвинитель, тыкая одним пальцем в «квантовый уголовный кодекс», а другим в экспериментатора, с чувством выполненного профессионального долга, произнесет сакраментальное: «Виновен». На самом деле спорить здесь не о чем. Ведь есть экспериментатор и есть кот, который сначала был жив, а потом не очень.... К тому же, труп, появился именно в тот момент, когда подозреваемый открыл ящик. И именно это действие погубило бедное животное! Экспериментатор, конечно, будет оправдываться, утверждая, что оказался всего лишь свидетелем события, которое от него не зависело. Но в «квантовой юриспруденции» нет свидетелей.... Будучи свидетелем, ты неизбежно становишься соучастником.... И ни какие доводы и оправдания, вроде того, что «он сам, по собственной воле, наглотался отравы», - тебе не помогут.... Ведь именно ты в своем сознании осуществил¹⁰ пессимистический сценарий, предрешив судьбу кота. И ты несешь за это полную ответственность. В квантовом мире *всегда и во всем виноват только ты*.

Но все закончится хорошо. Адвокат экспериментатора, будучи весьма опытен в «квантовых делах», с легкостью выиграет дело! Выступая перед судом, он заявит, что искать виновного в «смерти» мурлыкающего тамагочи¹¹ совершенно бессмысленно, ибо последний никогда и не был живым. Написав на доске уравнение Шредингера, он торжественно и даже с некоторым вызовом, обратиться к залу, предложив тому, кто не верит в ЭТО, и он укажет на каракули, начертанные на доске, бросить в него мелом. Присяжные - защитники котиков Шредингера стеснительно потупят взоры, а судья... Судья будет вынужден квалифицировать деяние, приведшее к смерти кота, как непреднамеренную порчу лабораторного имущества. Экспериментатора же, как и положено в лучших традициях голливудского кино, немедленно выпустят из-под стражи прямо в зале суда.

Физики любят шутить! Но, какие здесь шутки, скажете вы, когда речь идет о жизни и смерти? Кот ученый умер, и ваша казуистика не воскресит его.... Но так ли все трагично? Ведь мы сами только, что пришли к выводу, что у кота есть сознание, только в том случае, если этот кот ты сам. Любой другой кот - это всего лишь вещь. Разве вещь может умереть?

Нельзя не заметить в описанной ситуации все признаки солипсизма. Шредингер, пытаясь осмыслить к каким этическим коллизиям, может привести такой взгляд, писал: «Если вам

¹⁰ Осуществлять – то есть, делать сущим. Переводить из сферы потенциального бытия в сферу актуального.

¹¹ Тамагочи (яп. たまごっち тамагочи) — игрушка, виртуальный домашний питомец (из Википедии).

приведется созерцать тело умершего друга, когда боль утраты велика, неужели вас не успокоит сознание того, что это тело никогда не быломестилищем личности, а служило, чисто символически, в качестве «практической ссылки»?» [1]. Похоже, эмпатия не имеет содержательного смысла и является просто полезным звеном в механизме социокультурного регулирования [2]. Здесь мы сталкиваемся со старым философским вопросом о том, как сфера моей субъективности соотносится с трансценденцией другого «Я»¹².

Квантовая механика создавалась, как физическая теория описывающая поведение микроскопических объектов – атомов, молекул, элементарных частиц. Сегодня мы обнаруживаем, что множество вопросов связанных с этикой, психологией, философией оказываются тесно связанными с концептуальными вопросами квантовой механики. Это наводит на неожиданную, но совсем не новую мысль, что квантовая механика как-то связана с сознанием. Возможно, она и есть теория сознания! Она связывает некую онтологическую реальность нашего сознания с физическим (феноменальным) миром. Возможно, что открыв квантовые законы, мы впервые столкнулись с возможностью конструктивного изучения сознания.

Литература

1. Шрёдингер Э.. Разум и материя.
2. Каминский А.В. [Этюды о неполноте](#) // LAP Lambert Academic Publishing. 2016
3. Менский М.Б., Концепция сознания в контексте квантовой механики. УФН, 175, 413 (2005)

Abstract

Reflections on the theme of the famous thought experiment, demonstrating the conventions of life and death and contributing to understanding of consciousness.

¹² См. Проблема интерсубъективности.