

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.

$$|\psi\rangle = |M\rangle|\text{Cat}\rangle \rightarrow c_1|M_1\rangle|\text{Cat}_1\rangle + c_2|M_2\rangle|\text{Cat}_2\rangle \quad (1)$$

Здесь $|M_1\rangle$ и $|M_2\rangle$ состояния окружения. $|\text{Cat}_1\rangle$ – состояние сознания кота выбравшего валериану. $|\text{Cat}_2\rangle$ – 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 $|M_1\rangle|\text{Cat}_1\rangle$ мы можем интерпретировать, как мир, в котором кот выпил валериану. И, соответственно, $|M_2\rangle|\text{Cat}_2\rangle$, как мир, в котором кот совершил суицид. Но нас интересует другое. А именно, к чему относятся состояния кота $|\text{Cat}_1\rangle$ и $|\text{Cat}_2\rangle$? 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

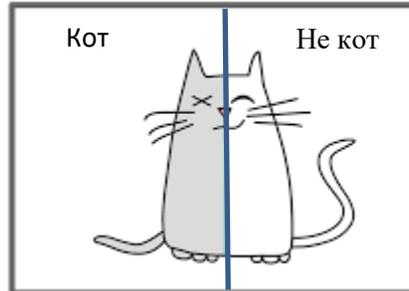
¹ Будем считать, что Кот, будучи убежден в квантовой бессмертии [см. Quantum suicide and immortality - Wikipedia], сам согласился участвовать в этом эксперименте.

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:

$$\rho = |\psi\rangle\langle\psi| = \begin{pmatrix} c_1c_1^* & 0 & 0 & c_1c_2^* \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ c_2c_1^* & 0 & 0 & c_2c_2^* \end{pmatrix} \quad (2)$$

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:

$$\rho_{cat} = \text{Tr}_M |\psi\rangle\langle\psi| = \langle M_1|\psi\rangle\langle\psi|M_1\rangle + \langle M_2|\psi\rangle\langle\psi|M_2\rangle = \begin{pmatrix} c_1c_1^* & 0 \\ 0 & c_2c_2^* \end{pmatrix} \quad (3)$$

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].

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

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

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

⁸ Смотрите работы автора [2].

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

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

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

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

Нельзя не заметить в описанной ситуации все признаки солипсизма. Шредингер, пытаясь осмыслить к каким этическим коллизиям, может привести такой взгляд, писал: «Если вам придется созерцать тело умершего друга, когда боль утраты велика, неужели вас не успокоит сознание того, что это тело никогда не было вместилищем 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.