

Кот Шрёдингера

Материал из Википедии — свободной энциклопедии



Эрвин Шрёдингер



Кот Шрёдингера (кошка Шрёдингера) — герой кажущегося [парадоксальным мысленного эксперимента Эрвина Шрёдингера](#), которым он хотел продемонстрировать неполноту [квантовой механики](#) при переходе от субатомных систем к макроскопическим.

Содержание

- [1 Суть эксперимента](#)
- [2 Копенгагенская интерпретация](#)
- [3 Многомировая интерпретация Эверетта и совместные истории](#)
- [4 Практическое применение](#)
- [5 Проникновение в культуру](#)
 - [5.1 Аллюзии](#)
 - [5.2 Фантастика, построенная на эвереттовской интерпретации парадокса](#)
- [6 См. также](#)
- [7 Примечания](#)

Суть эксперимента

В закрытый ящик помещён [кот^{\[1\]}](#). В ящике имеется механизм, содержащий [радиоактивное ядро](#) и ёмкость с ядовитым [газом](#). Параметры эксперимента подобраны так, что [вероятность](#) того, что ядро [распадётся](#) за 1 час, составляет 50 %. Если ядро распадается, оно приводит механизм в действие, он открывает ёмкость с газом, и кот умирает. Согласно квантовой механике, если над ядром не производится наблюдения, то его

состояние описывается [суперпозицией](#) (смешением) двух состояний — распавшегося ядра и нераспавшегося ядра, следовательно, кот, сидящий в ящике, и жив, и мёртв одновременно. Если же ящик открыть, то экспериментатор обязан увидеть только какое-нибудь одно конкретное состояние — «ядро распалось, кот мёртв» или «ядро не распалось, кот жив».

Вопрос стоит так: *когда система перестаёт существовать как смешение двух состояний и выбирает одно конкретное?* Цель эксперимента — показать, что квантовая механика неполна без некоторых правил, которые указывают, при каких условиях происходит [коллапс волновой функции](#) и кот либо становится мёртвым, либо остаётся живым, но перестаёт быть смешением того и другого.

Вопреки расхожим представлениям, сам Шрёдингер придумал этот опыт вовсе не потому, что он верил, будто «мёртвоживые» коты существуют; наоборот, он считал квантовую механику неполной и не до конца описывающей реальность в данном случае. Поскольку ясно, что кот обязательно должен быть либо живым, либо мёртвым (не существует состояния, промежуточного между жизнью и смертью), то означает, что это верно и для атомного ядра. Оно обязано быть либо распавшимся, либо нераспавшимся.

Оригинальная статья вышла в немецком журнале *Naturwissenschaften* («Естественные науки») в [1935 году](#): E. Schrödinger: «Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik» («Текущая ситуация в квантовой механике»), *Naturwissenschaften*, **48**, 807, **49**, 823, **50**, 844 (November [1935](#)). Целью статьи было обсуждение [ЭПР парадокса](#), опубликованного [Эйнштейном](#), [Подольским](#) и [Розеном](#) ранее в том же году. Кроме того, что Шрёдингер в этой статье познакомил нас с котом, он ещё ввёл термин «[запутанность](#)» ([нем. Verschränkung](#), [англ. entanglement](#)).

Копенгагенская интерпретация

В [копенгагенской интерпретации](#) система перестаёт быть смешением состояний и выбирает одно из них в тот момент, когда происходит [наблюдение](#). Эксперимент с котом показывает, что в этой интерпретации природа этого самого наблюдения — [измерения](#) — определена недостаточно. Некоторые полагают, что опыт говорит о том, что до тех пор, пока ящик закрыт, система находится в обоих состояниях одновременно, в суперпозиции состояний «распавшееся ядро, мёртвый кот» и «нераспавшееся ядро, живой кот», а когда ящик открывают, то только тогда происходит [коллапс волновой функции](#) до одного из вариантов. Другие догадываются, что «наблюдение» происходит, когда частица из ядра попадает в детектор; однако (и это ключевой момент мысленного эксперимента), в копенгагенской интерпретации нет чёткого правила, которое говорит, когда это происходит, и потому эта интерпретация неполна до тех пор, пока такое правило в неё не введено или не сказано, как его можно ввести. Точное правило таково: случайность появляется в том месте, где в первый раз используется классическое приближение.

Таким образом, мы можем опираться на следующий подход: в макроскопических системах мы не наблюдаем квантовых явлений (кроме явления [сверхтекучести](#) и [сверхпроводимости](#)); поэтому, если мы накладываем макроскопическую волновую функцию на квантовое состояние, мы из опыта должны заключить, что суперпозиция разрушается. И хотя не совсем ясно, что значит, что нечто является «макроскопическим» вообще, про кота точно известно, что он является макроскопическим объектом. Таким образом, копенгагенская интерпретация *не считает*, что до открытия ящика кот находится в состоянии смешения живого и мёртвого.

Многоми́ровая интерпретация Эверетта и совместные истории

В [многомировой интерпретации](#) квантовой механики, которая не считает процесс измерения чем-то особенным, оба состояния кота существуют, но [декогерируют](#). Когда наблюдатель открывает ящик, он [запутывается](#) с котом и от этого образуются два состояния наблюдателя, соответствующие живому и мёртвому коту, которые (состояния) не взаимодействуют друг с другом. Тот же механизм квантовой декогеренции важен и для [совместных историй](#). В этой интерпретации только «мёртвый кот» или «живой кот» могут быть в совместной истории.

Другими словами, когда ящик открывается, Вселенная расщепляется на две разные вселенные, в одной из которых наблюдатель смотрит на ящик с мёртвым котом, а в другой — другой наблюдатель смотрит на живого кота. Парадокс?

Космолог [Макс Тегмарк](#) предложил вариацию опыта с котом Шрёдингера под названием «машина для [квантового самоубийства](#)». Он рассматривает эксперимент с котом с точки зрения самого кота и утверждает, что таким образом можно экспериментально различить копенгагенскую и многомировую интерпретации. Другая вариация эксперимента — это опыт с [другом Вигнера](#).

Физик [Стивен Хокинг](#) однажды воскликнул: «Когда я слышу про кота Шрёдингера, моя рука тянется за ружьём!» Он перефразировал известное немецкое высказывание, сделанное нацистским [«заслуженным поэтом» Гансом Йостом](#): «Wenn ich 'Kultur' höre, entsichere ich meinen Browning!» («Когда я слышу слово „культура“, моя рука тянется за [браунингом!](#)»)

Фактически Хокинг и многие другие физики придерживаются мнения, что «Копенгагенская школа» интерпретации квантовой механики подчёркивает роль наблюдателя безосновательно. Окончательного единства среди физиков по этому вопросу всё ещё не достигнуто.

Распараллеливание миров в каждый момент времени соответствует подлинному недетерминированному автомату в отличие от вероятностного, когда на каждом шаге выбирается один из возможных путей в зависимости от их вероятности.

Практическое применение

Вышеописанное применяется на практике: в [квантовых вычислениях](#) и в [квантовой криптографии](#). По [волоконно-оптическому кабелю](#) пересылается световой сигнал, находящийся в [суперпозиции](#) двух состояний. Если злоумышленники подключатся к кабелю где-то посередине и сделают там отвод сигнала, чтобы подслушивать передаваемую информацию, то это [схлопнет волновую функцию](#) (с точки зрения копенгагенской интерпретации будет произведено наблюдение) и свет перейдёт в одно из состояний. Проведя статистические пробы света на приёмном конце кабеля, можно будет обнаружить, находится ли свет в суперпозиции состояний или над ним уже произведено наблюдение и передача в другой пункт. Это делает возможным создание средств связи, которые исключают незаметный перехват сигнала и подслушивание.

Эксперимент (который в принципе может быть выполнен, хотя работающие системы квантовой криптографии, способные передавать большие объёмы информации, ещё не

созданы) также показывает, что «наблюдение» в копенгагенской интерпретации не имеет отношения к сознанию наблюдателя, поскольку в данном случае к изменению статистики на конце кабеля приводит совершенно неодушевлённое ответвление провода.

В [квантовых вычислениях](#) состоянием Шрёдингеровского кота называется особое запутанное состояние [кубитов](#), при котором они все находятся в одинаковой

[суперпозиции](#) всех нулей или единиц, то есть $\frac{1}{\sqrt{2}}(|00\dots 0\rangle + |11\dots 1\rangle)$.

Проникновение в культуру

[Аллюзии](#)

- «Террористы Шрёдингера» — так иногда называют [террористов](#), про которых неизвестно, живы они или убиты или об этом ходят противоречивые [слухи](#). Из известных личностей в таком состоянии пребывал, например, [Усама бин Ладен](#).

Шутка про кота Шрёдингера

Кот Шрёдингера не мёртв.

- Говорят, что в базе данных Сервера мертвецов^[2], на котором отслеживается, кто из знаменитостей жив, а кто уже умер, про кота Шрёдингера однажды было написано, что он «не мёртв», причём частица «не» была отмечена [тегом HTML](#) для мигания, в результате чего фраза выглядела то как «кот Шрёдингера мёртв», то как «кот Шрёдингера не мёртв». Сейчас же информация о коте Шрёдингера выглядит как: «Schrödinger's Cat (thought experiment) — Not Alive» («Кот Шрёдингера (мысленный эксперимент) — не жив»), в отличие от состояния «Dead» (мёртв), присваиваемого умершим.
- В одной из серий научно-фантастического сериала [«Звездные врата SG-1»](#) появляется кот с кличкой Шрёдингер, тоже названный так в шутку.
- У главного героя научно-фантастического сериала [«Скользящие»](#) тоже есть кот по имени Шрёдингер.
- В научно-фантастических романах [Дэна Симмонса](#) [«Эндимион»](#) и [«Восход Эндимиона»](#) один из главных героев, Рауль Эндимион, будучи приговорённым к смертной казни, проводит 13 месяцев в «кошачьем ящике» Шрёдингера в качестве кота.

« Я пишу эти строки в «кошачьем ящике» Шрёдингера, который вывели на орбиту вокруг Армагаста, где объявлен карантин. Ящик представляет собой гладкостенный эллипсоид, шесть на три метра в поперечнике, который я при всем желании не покину до самой смерти. Обстановка моего крохотного спартанского мирка такова: система рециркуляции воздуха и воды, койка, синтезатор пищи, узкая стойка, которая служит одновременно обеденным и письменным столом, а также туалет, раковина и душ, почему-то отделённые от всего остального пластиковой перегородкой. Учитывая, что меня никто не навещает, подобная забота о соблюдении приличий кажется насмешкой. Я располагаю палетой и пером; дописав очередную страницу, »

переносу текст на микровелен, который производит система рециркуляции. Единственное, что меняется с течением времени в моём мире, — толщина стопки велевых листов. В корпусе «ящика» спрятана капсула с отравляющим газом. Она вмонтирована в воздушный фильтр, и всякая попытка добраться до неё или проделать дыру в корпусе приведет к тому, что внутрь начнет поступать цианид. Кроме того, в статико-динамическом поле «ящика» находятся счетчик радиации, изотопный элемент и таймер. Мне не суждено узнать, когда именно таймер включит счетчик, когда крохотный изотоп лишится свинцовой оболочки, когда в камеру устремится поток частиц... Но в ту секунду, когда это случится, я пойму, что счетчик заработал, и успею ещё ощутить перед смертью запах горького миндаля. Надеюсь, всё произойдет быстро. С технической точки зрения, если вспомнить древние загадки квантовой механики, я сейчас не жив и не мёртв. Пребываю в подвешенном состоянии, плещусь в волнах вероятности, которые предназначались когда-то для кошки в мысленном эксперименте Шрёдингера.

- Аналогичным образом казнят одного из героев книги «Хранитель времени» [Дэвида Зинделла](#).
- В рассказе [Грега Бира](#) «Чума Шрёдингера» эксперимент построен таким образом, что с квантовым событием оказывается запутана гибель всего человечества в глобальной [пандемии](#), и всем осведомлённым об эксперименте людям приходится покончить с собой, чтобы исключить возможность наблюдения фатального для человечества исхода.
- В японском комиксе ([манге](#)) [Hellsing](#), а также в одноимённом [аниме](#) (Hellsing OVA) действует персонаж по имени Шрёдингер (мальчик в форме [гитлерюгенда](#) с кошачьими ушами), который является наполовину человеком, наполовину котом. Персонаж обладает способностью телепортироваться («быть везде и нигде») и абсолютно неубиваем, так как является, подобно классическому коту Шрёдингера, ни живым и ни мёртвым.
- В книге [Лукьяненко](#) «[Последний дозор](#)» главному герою накидывают на шею удавку под названием «кот Шрёдингера», особенность которой в том, что маги не понимают, живая эта тварь или нет. Создание существует на всех слоях сумрака и агрессивно реагирует на любые проявления сверхъестественных способностей, в силу чего используется для усмирения конвоируемого мага.
- В романе Алексея Андреева «2048» упоминается про этот мысленный эксперимент:

«*Один тип с фамилией, напоминающей напильник, сажал какого-то несчастного биорга в железный ящик, где не было ничего, кроме ампулы с ядом. А потом запускал в тот же ящик некую элементарную частицу. Частица могла включить механизм открывания ядовитой капсулы. А могла и не включить, прикинувшись волной. И якобы получалось, что после этого биорг в ящике — ни жив, ни мёртв. Чего только не выдумают багнутые сектанты! Самых бы их в железные ящики!*»

- В книге [Роберта Хайнлайна](#) «Кот, проходящий сквозь стены» в последней трети книги появляется кот Пиксель, умеющий проходить сквозь стены и называющийся в шутку Котом Шрёдингера.
- В книге [Терри Пратчетта](#) «Кот без дураков» в юмористической форме описывается порода т. н. «Шрёдингеровских котов», произошедших от того самого кота Шрёдингера.

« Ученые не учли только одно важное обстоятельство. Экспериментатор, может, и не знает, что происходит в ящике, зато кот знает. Ещё бы ему не знать! Сэмюэль Джонсон как-то заметил, что ничто так не помогает сосредоточиться, как близость виселицы. У кота в ящике положеньице не лучше: «Сейчас этот тип в белом халате откроет крышку. А ну как он обнаружит, что я уже оочурился?» Тут уж поневоле станешь проявлять чудеса сообразительности. Напуганный мрачным предчувствием — или насмотревшись на кванты, порхающие по лаборатории, — кот шмыгнул в другое время (пространство) — и поминай как звали. Позднее несколько растерянного кота нашли в чулане дворника.

Эволюция быстро подхватывает всякую новую идею. Потомки подопытного кота унаследовали эту необычную способность выходить из любой передраги. А потомство у него было весьма и весьма многочисленное. Ещё бы — с его-то талантом. Соответствующие гены оказались такими стойкими, что сегодня Шрёдингеровская порода заметна уже во многих котах. Она проявляется в умении проникать в запертые помещения и выбираться оттуда. Под «помещениями» мы подразумеваем не только комнаты и дома, но также холодильники, коробки, в которых вы везёте кота к ветеринару («Ей-богу, я его сам туда посадил!»), и многое другое. Если вы вчера вечером вышвырнули кота из дома, а утром он мирно поживает у вас под кроватью, значит, это Шрёдингеровский кот.

- Также этот мысленный эксперимент не раз упоминается в других произведениях Пратчетта, например, в романе [«Дамы и господа»](#):

« — Штаны Времени, — повторил Чудакулли. — Один «ты» спускается по одной штанине, а второй «ты» — по другой. Куда ни погляди, сплошные континуумы. Вот когда я был молодым, существовала нормальная вселенная, одна-единственная, и больше ничего, и волноваться следовало только о том, чтобы из Подземельных Измерений не прорвались какие-нибудь Твари. Вселенная была реальной, и ты знал, как себя вести. Теперь же выясняется, что вселенных миллионы. Ещё эта кошка поганая, которую можно засунуть в ящик, и она будет живой и мёртвой одновременно... И всякое такое.

« С формальной точки зрения, кот, закрытый в ящике, может быть либо живым, либо мёртвым. Но определить это можно, только открыв крышку. Именно это действие, связанное с открыванием ящика, определяет состояние кота, хотя ученые ошибаются — на самом деле состояний у кота может быть три, а именно: Живой, Мёртвый и Вне Себя От Бешенства.

- В рассказе [Ф. Гвинплейна Макинтайра](#) «В няньках у котика Шрёдингера» одним из персонажей оказывается домашний любимец самого Шрёдингера, кот Тибблс.

Вокруг этого кота, собственно, и разворачивается действие юмористического рассказа, щедро приправленного подробностями из разных областей [физики](#).

« В современном научном фольклоре бытуют две кошки Шрёдингера: релятивистская и [квантово-механическая](#). Типичная [квантово-механическая](#) кошка сидит в закрытом непрозрачном ящике, где присутствуют также баллончик с ядовитым газом, счётчик [Гейгера](#) и ампула с [радиоактивным изотопом](#), период полураспада которого достаточно велик. Когда счётчик Гейгера регистрирует распад атома, вентиль баллончика автоматически откроется, и ящик заполнится отравляющим газом.

Но так как предсказать, в какой конкретный момент распадётся этот атом, невозможно, наблюдатель, видя перед собой закрытую систему (непрозрачный ящик), не имеет (и не может иметь!) представления, что там внутри произошло (или не произошло). Кошка внутри ящика в каждый данный момент может находиться лишь в одном из двух состояний: либо она жива, либо мертва. Однако, с точки зрения внешнего наблюдателя, эта кошка одновременно и ни жива и ни мертва (то есть находится в суперпозиции по отношению к двум различным квантовым состояниям). Что касается релятивистского парадокса, то он основан на изменении линейных размеров кошки и ящика относительно друг друга (большую кошку, скажем, приходится разгонять до околосветовых скоростей, чтобы та укоротилась и уместилась в маленьком ящике). Внимательный читатель, конечно, уже догадался, что в квантово-механический парадокс кота Тибблса искусно вплетены элементы релятивизма.

«Если», № 11 (2002), перевод Людмилы Щёковой. »

- В философско-сатирической миниатюре [Николая Байтова](#) «Кошка Шрёдингера»^[31] парадокс Шрёдингера вывернут наизнанку: организация под названием «Лига Обратимого Времени» ведёт за находящейся в ящике живой кошкой ни на мгновение не прерывающееся (на протяжении 50 лет) наблюдение, полагая, что пока наблюдение ведётся — состояние, в котором пребывает кошка, не должно измениться. См. [Квантовый эффект Зенона](#).
- В ролевой системе [«Эра Водолея»](#) некий студент провёл опыт Шрёдингера. В ходе эксперимента кот пропал из ящика, научился ходить в эфире, уклоняться от пуль (поскольку его положение в пространстве подчиняется принципу неопределённости Гейзенберга), срывать ритуалы и виртуозно воровать бутерброды с колбасой.
- В американском сериале [«Место преступления: Лас-Вегас»](#) (CSI: Las Vegas) в 15-й серии восьмого сезона «Теория всего» (The Theory of Everything) криминалисты обнаруживают могилу кота Шрёдингера во дворе дома, где найдены трупы его престарелых хозяев.
- Герой книги [Дугласа Адамса](#) [«Детективное агентство Дирка Джентли»](#) ([англ.](#) «*Dirk Gently's Holistic Detective Agency*», 1987 г.), использует кошку Шрёдингера как пример для объяснения термина «холистический» в названии агентства.

« — Я уверен, Ричард, что ты знаком с так называемой кошкой Шрёдингера? — спросил Дирк, засовывая весь кусок пиццы в рот. »

- Конечно, — ответил Ричард. — Более или менее. Он неловко заерзал на стуле.

— В таком случае, попробуй объяснить, — попросил Дирк с набитым ртом.

- Ну, это как бы иллюстрация принципа того, что на квантовом уровне все события подчиняются вероятностным законам...

- На квантовом уровне — это значит на всех уровнях, — прервав его, дополнил Дирк. — Хотя на любом уровне, выше субатомного, суммарный эффект этих вероятностей при нормальном ходе событий неотличим от эффекта обычных физических законов. Продолжай.

- Упоминание о коте Шрёдингера также присутствует в 17 эпизоде первого сезона сериала «Теория большого взрыва», где один из главных героев Шелдон Купер на базе «кот одновременно и жив, и мертв» даёт совет своей соседке Пенни, которая боится идти на свидание с другим героем сериала — Леонардом.

« — Для того, чтобы узнать, жив кот или мёртв, надо открыть коробку. »

Подразумевая то, что, для того, чтобы понять, нужны ли ей эти отношения, надо сначала попробовать их начать.

Фантастика, построенная на эвереттовской интерпретации парадокса

[Фредерик Пол](#) написал научно-фантастический роман «[Нашествие Квантовых Котов](#)»^[4] (англ. «*The Coming of the Quantum Cats*», 1986 г.), сюжет которого построен на идее взаимодействия «соседних» Вселенных, в том числе политического и оккупационного.

Повесть «[Карантин](#)» [Грега Игана](#) также основана на интерпретации множественности миров, коллапса волновой функции и иллюстрирует квантовый компьютеринг.

Хотя Шрёдингер в «Erwin Schrödinger, Naturwissenschaften, 48, 807; 49, 823; 50, 844, November 1935.» упоминает кошку, прообразом для нее послужил реально живший у Шрёдингера кот Тибблс. Шрёдингер намеренно изменил пол подопытного зверя, чтобы не пугать усатого и когтистого любимца семьи. ^[источник не указан 178 дней]

См. также

- [Шрёдинбаг](#)
- [Кот Шрёдингера \(фильм\)](#)

Примечания

- ↑ Согласно Шрёдингеру, всё-таки *кошка*. Из оригинальной статьи Шрёдингера: «[нем.](#) *Die Psi-Funktion des ganzen Systems würde das so zum Ausdruck bringen, daß in ihr die lebende und die tote **Katze** (s. v. v.) zu gleichen Teilen gemischt oder verschmiert sind.*» — Erwin Schrödinger, Naturwissenschaften, 48, 807; 49, 823; 50, 844, November 1935.
- ↑ [Dead People Server](#)
- ↑ См. <http://www.vavilon.ru/texts/baitov2.html>
- ↑ См. <http://lib.ru/INOFANT/POL/quantcat.txt>

Источник

«http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%82_%D0%A8%D1%80%D1%91%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%B0»

Категории: [Мысленные эксперименты](#) | [Квантовая механика](#) | [Философия физики](#) | [Персонажи мысленных экспериментов](#) | [Физические парадоксы](#) | [Вымышленные кошки](#) | [1935 год в науке](#) | [Квантовые измерения](#)