

Квантовая механика — Lurkmore



ACHTUNG! Опасно для моска!

Министерство здравоохранения Луркмора предупреждает: вдумчивое чтение нижеследующего текста способно нанести непоправимый ущерб рассудку. Вас предупреждали.

«Если вы думаете, что понимаете квантовую механику, значит, вы её не понимаете. »

— Ричард Фейнман

Квантовая механика — область физики, рассматривающая поведение [квантовых систем](#). Зародилась в начале двадцатого века, по определению является крайней противоположностью [общей теории относительности](#). Состоит из [МАТАН](#), [СРАЧ](#), [РАЗРЫВ ШАБЛОНА](#) и [КОТ ШРЁДИНГЕРА](#), за что её и прозвали «Пикассо физики».

[QuantumLevitation](#)

Мотиватор для возникновения желания копать в этой помойке

С квантовой механикой тесно связаны такие процессы, как сверхпроводимость, сверхтекучесть и сверхтеплопроводность, практическая реализация которых, как утверждает [анонимус](#), позволит в ближайшем будущем создать всякие бластеры, флипы, [телепорт](#), антигравитацию и прочие прелести, которые мы видели в своих [любимых](#) и [не очень](#) фантастических фильмах.

Предыстория



Не забуду Борна —
Оппенгеймера

Не забуду Борна — Оппенгеймера



Изучай механику!

Изучай механику!

Изучай механику!



Курс квантмеха для чел-
овеков

Курс квантмеха для чел-овеков

«Был этот мир крошечной тьмой окутан;

Да будет свет! — и вот явился Ньютон. Но сатана недолго ждал
реванша — Пришел Эйнштейн — и стало все, как раньше...

»

— А. Поуп, Дж. Сквайр (перевод С. Маршака)

Истоки

Вы таки не поверите, но ещё эдак за тысячу лет до нашей эры некоторые истинно арийские британские ученые фантазировали на означенную тему. Картина мира не сильно отличалась от современных представлений ещё тогда. Есть мнение, что адекватную же картину мироздания утверждал некий Дон Хуан Матус в небезызвестной серии книг Карлоса Кастанеды. Но обратимся к истории:

Чёрное тело — на выход!

Самое удивительное в том, насколько все это не имеет значения. Большинство физиков использует квантовую механику в повседневной работе, не заботясь о фундаментальных проблемах ее интерпретации. Будучи здравомыслящими людьми, имеющими очень мало времени на то, чтобы успевать следить за новыми идеями и данными в своей собственной области, они совершенно не тревожатся по поводу всех этих фундаментальных проблем. Недавно Филип Канделас (с физического факультета Техасского университета) ждал вместе со мной лифт, и разговор зашел о молодом теоретике, подававшем надежды на старших курсах и затем исчезнувшем из вида. Я спросил Фила, что помешало бывшему студенту продолжать исследования. Фил грустно покачал головой и сказал: «Он попытался понять квантовую механику».

— Стивен Вайнберг, «Мечты об окончательной теории»

Тем временем в Европе отшумело Возрождение и стала появляться собственно наука физика. Сначала разделились с механикой, рычагами, шестерёнками и небесными телами. Следующим пунктом взялись за молекулы, и, к великой радости исследователей, чуть менее чем все тепловые процессы с молекулами оказались тупо *механическими*. Это был эпик, ЭПИК вин. Из энергии механического движения молекул с лёгкостью вытекали *стимпанковские* паровые двигатели, Бойли-Мариотты и циклы Карно. Это радостное состояние называлось *классическая физика*. Временами даже казалось, что так будет вечно и открыто уже всё.

Беда пришла откуда не ждали.

Казалось бы, зная столько всего интересного об энергии и молекулах, будет легко объяснить, почему хреновина, нагретая до тысячи градусов светится красным, а до 9000 — светло-голубым. *Ан нет*, на этом простейшем вопросе сломало себе мозг немало физиков девятнадцатого века. Таким образом, был обнаружен парадокс: при расчёте общей энергии электромагнитного излучения в замкнутой полости (*абсолютно чёрное тело*) и посыпалась вся их классическая физика. Расчёты *нердов* того времени показали, что если *Система* не врёт, то общая энергия излучения любого абсолютно чёрного тела должна быть *бесконечно большой*, что тут же им намекнуло, что не всё так просто. На тот момент существовало два основных закона, которыми физики пытались описать происходящее: закон Рэлея-Джинса (хорошо сходилась с экспериментом в низкочастотной области, но расходящийся в бесконечность при повышении частоты), и формула *Вина*, которая вроде как неплохо сходилась с экспериментом, но более точная проверка показала, что при низких частотах она так же фэйлит. Ради пафоса проблему обозвали *#ультрафиолетовая_катастрофа*, и задумались.

Первым торкнуло Макса Планка. В 1900 году он подогнал решение задачи под ответ, фактически скрестив *ужа-е-ежом* обе вышеуказанные формулы в одну, и как бы предположил, что энергия электромагнитной волны может излучаться/поглощаться только целыми порциями, правда объяснить каким образом и почему это происходит он не озаботился. В самом деле, полость чёрного тела замкнута, поэтому в стационарном состоянии там могут существовать лишь стационарные стоячие электромагнитные волны. Чтобы так получилось, они своими узлами должны лежать на границах черного тела, а следовательно, состоять из целого числа полуволин. Смущал тот факт, что энергия основной полуволны не могла быть любой, а должна была быть кратной, по предположению Планка, некоей малой величине, а минимальная энергия, которую может нести волна, пропорциональна её частоте. Планк был первым, чей разум пострадал от квантовой физики и до конца жизни не верил в эту ересь. Однако формула работала с потрясающей точностью, и за это открытие он получил Нобелевскую премию в 1918 году. Что характерно, сначала теория Планка не вызвала у коллег *особенного интереса*, и лишь спустя несколько лет, когда всплыла проблема фотоэффекта, на нее, наконец, обратили внимание.

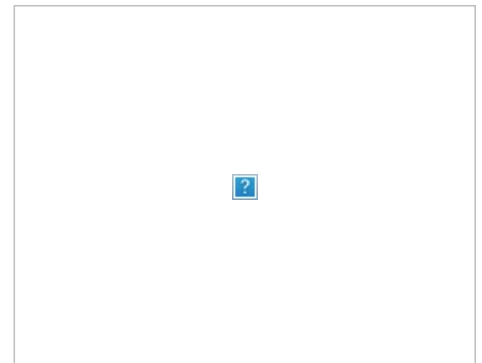
Своим открытием Планк эпично озадачил всех окружающих, *включая и самого себя*. У старика Максвелла никаких ступенек в теории не было, никто не понимал, почему энергия волн должна быть *дискретной*, за исключением того, что *это работает*. И *проникновение в смысл* постоянной Планка длилось многие десятилетия.

Красная граница

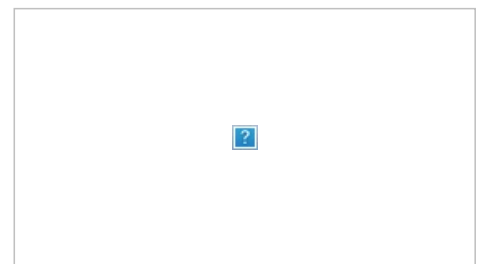
Параллельно русский учёный Столетов изучал *фотоэффект* — испускание (внешний фотоэффект) или перераспределение по энергетическим уровням (внутренний фотоэффект) электронов под воздействием электромагнитного излучения (проще говоря — света) с увеличением проводимости вещества. Как положено в классической физике, сила фототока зависела от интенсивности облучения (амплитуды

MiB

Чёрное тело Уилл Смит намекает, что тебе ещё рано учить квантмех



Злоупотребление физикой вредит вашему здоровью



Классический механик на фоне волн частиц фона

волны). НО! Столетов догадался поменять в схеме плюс на минус и обнаружил, что если понемногу увеличивать напряжение, то фототок прекратится не сразу, а на строго определенном значении. Причём главный фокус в том, что это напряжение зависит от длины волны излучения и материала электрода (и похуй на интенсивность света). А второе — если электрод облучали сильно красным и инфракрасным (длинноволновым) светом — фотоэффект **не возникал вообще** и опять же, плевать на интенсивность. Прodelав это, Столетов **слегка охуел**, потому как согласно классической физике на частоту можно было положить, а рулила именно амплитуда-интенсивность — представим себе волны, которые размывают берег. Вдобавок, в классической физике, для раскачки и вытаскивания электрона под действием волны требовалось время, а тонкие опыты показали, что электроны выскакивают сразу.

Вопрос неприятно повис почти на пять лет.

В 1905 торкнуло уже Эйнштейна, и он нашел происходящему объяснение, за которое в 1921 получил свой Нобелевский **гешефт** — именно за это, а не за **теорию относительности**, как многие тут считают. Изучая фотоэффект, Эйнштейн решил **распространить** планковскую дискретную модель энергии волны на свет. Он предположил, что свет представляет собой поток микроскопических частиц (фотонов), причем энергия каждого фотона пропорциональна частоте света. В итоге Эйнштейн показал, что гипотеза Планка о дискретности энергии отражает **фундаментальное свойство** электромагнитных волн: они состоят из частиц — фотонов, которые представляют собой маленькие порции или кванты света.

И тут **ВНЕЗАПНО** всё стало еще хуже.

Волносрач

«Признак первосортных мозгов — это умение держать в голове две **взаимоисключающие мысли** одновременно, не теряя при этом способности мыслить »

— Фрэнсис Скотт Фицджеральд

Рассматривать свет состоящий из потока частиц, предложил ещё Ньютон. Ему оппонировал голландский физик Христиан Гюйгенс, утверждавший, что свет — это волна. В начале девятнадцатого века эксперименты английского физика Томаса Юнга показали, что Ньютон **ошибался** и свет — таки волна.

И тут появился Эйнштейн со своим фотоэффектом и фотонами-квантами. Физики (впрочем, как всегда при появлении Эйнштейна) возопили: «**В рот мне ноги!**». И были правы, ибо эксперименты действительно показывали, что происходит **нечто странное**. В самом шокирующем случае, который до сих пор приводит в трепет **студентов-первокурсников**, один набор инструментов показывает мир, сделанный из отдельных шариков-частиц, а те же инструменты, но расположенные по-другому, показывают мир, состоящий из энергетических волн. Любому человеку, не страдающему терминальной стадией **ФГМ**, предположил бы, что **на самом деле** X (чем бы он ни был) должен «**быть**» либо волной, либо частицей и не может «**быть**» и волной, и частицей, в зависимости от того, как мы «смотрим» на этот X. Некоторое время физики даже говорили, как бы в шутку, но в то же время с долей отчаяния, о «волночастицах».

В 1923 молодой французский аристократ, князь Луи де Бройль предположил, что корпускулярно-волновой дуализм свойственен не только фотонам, но и любой микрочастице. Это принесло ему эту вашу Нобелевскую премию 1929 года и степень доктора философии(!)^[1]. Таким образом, **ВНЕЗАПНО** выяснилось, что масса должна иметь и волновое воплощение, и, соответственно, окружающая нас материя это **и волны, и частицы** одновременно, а **несогласные идут лесом**. Учёные продолжали восклицать: «Что за хуйня?», но уже не вслух, а самые хитрые даже сделали вид, что **всё поняли**.

Дело в том, что волны и частицы суть лишь приближение и попытка математическими средствами понять окружающую нас реальность. Так что на самом деле все гораздо сложнее и никто не может и не сможет сказать толком что на самом деле нас окружает, кроме **сами знаете кого**. Чтобы не сломать мозг сразу, мой маленький мохнатый друг, можешь считать так:

- пока свет летит в пространстве, он ведет себя как волна — подвергается интерференции, дифракции, имеет поляризацию и т. д. Фотон-фотонного взаимодействия не существует (точнее, оно так **возможно**, но в не слишком сильных полях им можно пренебречь), а теория Максвелла — линейна.
- а вот когда свет (и любое ЭМ излучение) взаимодействует с веществом, излучается или поглощается — его приходится считать потоком частиц и квантовые эффекты показывают свой звериный оскал. Простейший случай — рассеяние фотонов на электрончиках (**Эффект Комптона**).

Собственно сабж

«Известный физик П. Эренфест обучил своего цейлонского попугая произносить фразу: «**Aber, meine Herren, das ist keine Physik**». Этого попугая он предлагал в качестве председателя в дискуссиях о новой квантовой механике в Геттингене. »

Другая проблема возникла в 1911 году, когда расовый британский учёный Резерфорд открыл, что атом почти пустой, а ни разу не Томпсоновская булка с изюмом, как думали раньше. Атом состоит из мелкого ядра, на большом (относительно размера ядра) расстоянии от которого нещадно носятся электроны (планетарная модель атома). Открытие было настолько диссонирующим, что Резерфорд молчал в тряпочку аж джва года, произведя 9000 измерений, повторных измерений, проверок измерений и [проверок проверок измерений](#). Дело в том, что согласно электродинамике, электрон на орбите обязан излучать (движение по любой замкнутой траектории по определению ускоренное, что приводит к возникновению излучательных членов в уравнениях Максвелла), и как следствие — терять потенцию, постепенно падая на ядро. А это означает, что наш мир не имеет права на существование и уже вот прям щаз, через десять наносекунд всему миру должен наступить лютый, яростный, негроебический, [леденящий душу пиздец](#). Но тут пришел Нильс Бор — ученик, кстати, и подмастерье Резерфорда — и сказал, мол, давайте мы не будем выебываться, а предположим, что чего-то ещё [не знаем](#), и пиздец пришлось отложить на неопределенное время.

Для объяснения структуры атома Бор в 1913 году [предположил](#) существование стационарных состояний электрона, в которых электрон не излучает, а его энергия может принимать лишь дискретные значения. Этот подход, развитый Арнольдом Зоммерфельдом и другими физиками, часто называют [старой](#) квантовой теорией (1915—1924). Отличительной чертой старой квантовой теории является сочетание классической теории с противоречащими ей [дополнительными предположениями](#).

В 1925—1926 годах были заложены основы последовательной квантовой теории, в виде квантовой механики, содержащей ~~новые фундаментальные законы кинематики и динамики~~ новый [матан](#).

Сферический квантмех в вакууме

С уравнением Шрёдингера статья смотрится умнее, чем она есть. Парадоксально, но запиливший основы квантмеха Шрёдингер считал бредом как идеи Бора о «внезапных [квантовых скачкáх](#), подчиняющихся законам вероятности», так и «[q-числа](#)» Гейзенберга. Он жаждал, наперекор Бору, поставить идеи *волн материи* на прочную объективную основу.



Пытаясь родить формулу, Шрёдингер едва не убил себя апстену в процессе проб и ошибок. Эрвина интересовал «принцип наименьшего энергетического пути» ака «[принцип наименьшего действия](#) Гамильтона» — если шарик запустить по кривой и наклонной поверхности, путь его будет проходить по траектории с наименьшим действием (это [интеграл от функции Лагранжа вдоль траектории](#)). То же верно как в отношении волны света, распространяющейся в неравномерной оптически среде, так и для электрического тока.

Шрёдингер отметил, что формула описывает именно этот принцип для распространения волн. Первоначально порождённый сабж был поименован «волновой механикой», в результате позднего скрещивания которой с КМ Бора и Планка, а также с «матричной механикой» Гейзенберга, в 1925 родилось современное, нерелятивистское понятие «квантовой механики».

Надо отметить, что Бор, по-видимому, терпеть не мог Альбертушку (в научном смысле, естественно, ибо IRL они были закадычными корешами), выкупив самую суть поциэнта после того, как тот на одной из научных конференций зарядил: «Мне трудно представить что Бог в каждый момент думает, куда должен полететь электрон»^[2] — вообще-то на научных конференциях как бы не принято аргументировать свою позицию видениями. Эйнштейна после этого к квантам старались не подпускать... Но [не удалось](#).

Принцип неопределённости Гейзенберга

«— Что читаешь?

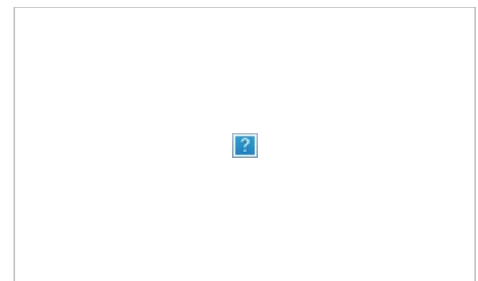
— Квантмех — А почему книга вверх ногами? — А какая разница?

»

— Анекдот

Принцип Гейзенберга вообще играет в квантовой механике ключевую роль хотя бы потому, что ~~у него фамилия такая~~ достаточно наглядно объясняет, как и почему микромир отличается от знакомого нам материального мира.

В обычном мире, измеряя положение и скорость тела в пространстве, мы на него практически не воздействуем. Таким образом, в идеале мы можем *одновременно* измерить и скорость, и координаты объекта абсолютно точно (иными словами, с нулевой неопределённостью, [подробнее тут](#)). В мире квантовых явлений, однако, любое измерение воздействует на систему (поскольку само измерение происходит тоже при помощи квантов, взаимодействующих с измеряемой частицей). Сам факт проведения измерения, например, местоположения частицы, приводит к изменению её скорости, причем непредсказуемому (и наоборот).



Суть принципа неопределённости

На самом деле, если удастся с нулевой погрешностью (абсолютно точно) определить одну из измеряемых величин, неопределённость другой величины будет равняться бесконечности и о ней не будет известно вообще ничего. Иными словами, если бы нам удалось **абсолютно точно** установить координаты квантовой частицы, о её скорости мы не имели бы ни малейшего представления; если бы нам удалось точно зафиксировать скорость частицы, мы бы понятия не имели, где она находится.

IDTIMWYTIM: Heisenberg
Uncertainty Principle
Подробнее для задротов

Казалось бы, при чем тут **батхёрт**? Тем не менее, **некоторые** выводят из принципа неопределённости довольно любопытные теории (см. ниже).

Корпускулярно-волновой дуализм

«...в теоретической физике нам удастся объяснить то, что мы уже не можем себе представить »

— Лев Давидович Ландау

Сразу на тему, является свет волной или частицей, в обед исполнится 400 лет. Начался он ещё при жизни Ньютона, который считал, что таки частица, и запиллил весьма винрарную для своего времени теорию света на корпускулах. Оппоненты его, например **Гюйгенс**, запилили не менее винрарные штуки на тему «таки волна», но под **довлением** авторитета тусовки считала свет частицами. Продолжалось так лет сто с хвостиком, до начала XIX века, когда Юнг поставил свой двухщелевой опыт, а Френель дополнил теорию Гюйгенса. В **классическом опыте** свет проходит через две щели и падает на экран, где появляются тёмные и светлые **интерференционные полосы**. Это можно объяснить тем, что в некоторых местах световые волны взаимно усиливаются, а в других — гасятся. «Вот оно чо, Михалыч», — решила тусовка, и свет стали считать волной в эфире, без вариантов. Пока Планк — ещё почти через век — не придумал кванты, чтобы вывернуться из **ультрафиолетовой катастрофы**, а Эйнштейн с помощью этих самых квантов не объяснил аномальный фотоэффект. Тусовка не задалась очевидным вопросом «Что это за туда-сюда?», а стала ботанить тему «А что из этого следует?». Тут весьма кстати подвернулся **Де Бройль**, в порыве озарения заявивший, что не только свет есть одновременно волна и одновременно частица, но и вообще всё, например электрон. ИЧСХ, посчитал длину его волны.

Пугающие факты квантовой физики
Пугающие факты квантовой физики (ЛПП)

В середине 20-х годов прошлого века Дэвиссон и Томпсон независимо друг от друга дерзнули запульнуть поток электронов в **воншебные** кристаллы. Длина волны электрона оказалась настолько маленькой, что роль дифракционной решётки могла играть лишь периодическая структура кристаллов. И — о волшебство! — на экране дифракционная картинка появилась. Собственно говоря, удивился мало кто, сторонники квантмеха продолжили пилить для него матан, в чем им помогали противники: помимо Эйнштейна, герр Шрёдингер, придумавший уравнение и **кота**, чтобы потроллить оппонентов. Уравнение пришлось к месту, а по котам тогда не фанатели так, как при **развитом Интернете**.

И допилились вот до чего. Представим классический опыт Юнга с двумя щелями. «А что будет, если поставить **детекторы** частиц возле каждой из щелей и попробовать поймать куски кванта и его кости при его прохождении через обе щели?» В этом случае, по квантмеху, квант будет всегда пойман выходящим из одной щели, но никогда из обеих (что логично, если учесть, что квант неделим по определению). И да, интерференционная картина на экране при этом **исчезает**, заменяясь на нормальное распределение. Но и это ещё не все — следите за руками! Что будет, если установлен только один детектор возле одной из щелей? Даже если квант не был пойман детектором (пролетел через другую щель), интерференция на экране всё равно исчезает (**то есть квант «узнал», что его меряют у другой щели, и отказался интерферировать с запомоенной своей «частью», хитрожопо поведя себя как частица, а не как волна**).

И, дабы окончательно добить нервно курящих в сторонке **Кэпа** и здравый смысл: если провести наблюдение, когда квант уже прошёл через щели, но ещё не попал на экран, хитрожопый квант опять, как при запуске, становится частицей. Квант ведёт себя так, будто вернулся в прошлое (sic!) и прошёл не через две щели, а только через одну, как будто никогда и не проявлял свойств волны (подробнее луркать по запросу «эксперимент с отложенным выбором»). Правда, оставался вариант, что в опытах Дэвиссона и Томпсона электроны каким-то хитрым образом взаимодействуют друг с другом, что в результате даёт нечто, похожее на волну. В 1947 году товарищ В. А. Фабриканть научился стрелять **сигареты** электроны

строго по одному через кристалл. Отдельный электрон пролетал и попадал куда-то в экран. Потом второй, потом третий... Потом 100500-й... И на экране, снова как по мановению волшебной палочки, возникала дифракционная картинка. Но всем было похуй, **ибо** и так уже было ясно, что интерференция света наблюдается даже на не особо монохроматическом свете, где каждый фотон чуть-чуть да отличается от других длиной волны и фазой. А значит, интерференционные полосы есть результат взаимодействия фотонов с самими собой, а не с соседями. Поэтому Дэвиссон и Томпсон нобелевскую премию получили, а **Фабрикант — хуй**.

Чтобы как-то починить капитану шаблон, придумали мантру «*существует как волна, а взаимодействует как частица*».

Стоит помнить, что чем больше система, тем выше её подверженность внешним воздействиям. В крупных комплексных системах, состоящих из многих миллиардов атомов, декогеренция (процесс переведения суперпозиции в смесь) происходит почти мгновенно, и поэтому широко известный всем кот Шрёдингера не может быть одновременно мёртвым и живым на каком-либо поддающемся измерению отрезке времени. **Отака хуйня, малята**.

Вероятностный характер предсказаний и роль наблюдателя в природе

«Объясняя мир, мы изменяем его. »

— *Аркадий Давидович*

«Можно доказать, что Луна **не существует, когда на неё никто не смотрит** »

— *Н. Дэвид Мермин*

Принципиальное отличие квантовой механики от классической состоит также в том, что её предсказания всегда имеют вероятностный характер. Это означает, что мы не можем точно предсказать, в какое именно место попадает, например, электрон в рассмотренном выше эксперименте, какие бы совершенные средства наблюдения и измерения ни использовали. Можно оценить лишь его шансы попасть в определённое место, а следовательно, применить для этого понятия и методы теории вероятностей, которая служит для анализа неопределённых ситуаций.

Михаил Менский. Квантовая механика. Наблюдатель. ЕРЖи в квантовом астрале

В квантовой механике любое состояние системы описывается с помощью так называемой матрицы плотности, но, в отличие от классической механики, эта матрица определяет параметры её будущего состояния не достоверно, а лишь с той или иной степенью вероятности. Важнейший философский вывод из квантовой механики заключается в принципиальной неопределённости результатов измерения и, следовательно, невозможности точного **предвидения будущего**. Иными словами у некоторых товарищей появился повод, улюлюкая, прогнать ссаными тряпками ненавистного им **демона Лапласа**, который убивал всю их философию.

Это в комбинации с принципом неопределённости Гейзенберга, а так же другими мозговносыщими теоретическими и экспериментальными данными заставило некоторых учёных положить на классическую физику **МПХ и уехать в горы насти баранов** и предположить, что у микрочастиц вообще нет никаких внутренних свойств и они появляются только в момент измерения. Те нерды, которых торкнуло на почве квантмеха особо сильно, предположили, что роль сознания экспериментатора для существования всей Вселенной является **ключевой**, поскольку, согласно квантовой теории, именно наблюдение создаёт или частично создаёт наблюдаемое.

Другие же нерды, будучи не в состоянии смириться с тем, что все работает, но никто ничего не понимает, усиленно пилили так называемые «Теории скрытых параметров». Суть таких теорий заключается в обратном предыдущему предположению: предполагается, что вероятностный характер предсказаний вызван некими внутренними свойствами частиц, которых мы не знаем, а если бы знали — то смогли бы хотя бы объяснить, почему так происходит. Дело в том, что квантовая механика, в чистом ее виде — это наука о движении электрона и только о нем. Ни о каких внутренних свойствах наблюдаемых частиц по ней судить нельзя. Например, над проблемой зарядовой плотности электрона до сих пор ломают головы сотни ученых по всему миру. Отсюда и происходит вопрос «А как оно там, **внутри**, устроено?». Простейшие из этих идей были помножены на ноль неравенством Белла и его экспериментальным подтверждением (см. ниже).

Квантовая нелокальность

«Если квантовая механика вас не потрясла до глубины души, значит, вы её еще не поняли. »

— *Нильс Бор*

Свойство нелокальности квантовой теории вызывает существование **корреляций** между состояниями запутанных подсистем исходной системы, на каких бы расстояниях друг от друга они ни находились. Поэтому появляется возможность **мгновенного** определения квантового состояния в одном месте на любом расстоянии путём измерения запутанного с ним состояния в другом месте и, соответственно, его передача с бесконечной скоростью — **квантовая телепортация**.



Сферический квант в вакууме, с точки зрения классической физики.

Хоть связанные кванты и коррелируют мгновенно, но передать полезную информацию таким волшебным образом всё-таки невозможно (фанаты научной фантастики плачут кровавыми слезами). На то, чтобы измерить квантовое состояние и сопоставить с измерениями другого связанного кванта, нужно потратить время и воспользоваться вполне обычными средствами связи. Тем не менее, сам факт того, что две частицы, разнесенные на сколь угодно большое расстояние способны, хоть и особым образом, но **мгновенно влиять** друг на друга, заставил некоторых ученых высрать не один вагон кирпичей.

Говоря по-человечески, это аналог того, как если мы запускаем на двух компьютерах в один и тот же момент один и тот же генератор случайных чисел, но результаты последнего умножаем на минус один. Соответственно, куда бы мы ни отнесли второй компьютер, по его случайным числам случайные числа первого легко восстановимы. Но, поскольку числа являются случайными, невозможно их осмысленно передавать ни в ту, ни в другую сторону.

В этом месте **шаблон разорвался** даже у Эйнштейна, и начался небезызвестный в научных кругах **холивар**.

Решение было найдено в виде **теоремы запрета клонирования**.

Квантосрач

«Я, должно быть, похож на страуса, который все время прячет голову в песок относительности, чтобы не смотреть в лицо гадким квантам. »

— Альберт Эйнштейн

Эйнштейн vs квантовые механики

Итак, Эйнштейн недолго гордился тем, что вынес окружающим моск своей теорией относительности. Как известно, в своей мегатеории дедуган выпилил ньютоновскую классическую механику в пределах макромира, заменив её на **нечто более точное**, и вполне мог бы до пенсии называть всех окружающих **пидарасами**, но тут внезапно под него начали копать. Другие ботаны с не меньшим рвением приступили к созданию квантовой механики, что в итоге заставило браться за голову и восклицать: «Whatta hell?» уже самого Эйнштейна.

Когда родилась квантовая механика, то даже её создатель Макс Планк так и не принял в глубине души всей причудливости этой науки. Эйнштейн же попросту считал сабж абсурдной теорией, называл его **«безумием»**. Кризис восприятия был так велик, потому что с появлением квантмеха под ногами физиков полностью пропала опора в виде наглядных схем и понятных интерпретаций. Физика чем дальше, тем больше становилась математикой, то есть **формульной абстракцией**, которую иногда даже невозможно проверить опытным путем, причем формулы порой выдавали попросту абсурдные решения.

Так родился самый настоящий **квантосрач**, в ходе которого именитые учёные виртуозно троллили друг друга в самых различных диапазонах толщины, а кто ни шиша не понимал в квантовой механике, попросту запасался попкорном.

На стороне **Эйнштейна** и Правды **люто, бешено** сражались такие физики, как Планк и Шрёдингер, а Главгадом от аццкого квантмеха со всем его блекджеком и шлюхами выступал **Нильс Бор**, а также **Гейзенберг**, Борн, Ландау, Йордан и прочие **жители страны эльфов** учёные с **расширенным сознанием**.

Суть квантосрача состояла в ответе на вопрос, действительно ли миром правит **принципиальная неопределённость** или же мы просто не знаем некоторых свойств микрочастиц, которые (если бы их можно было измерить) позволяли бы стопроцентно предсказать поведение квантов в каждой конкретной ситуации.



Заклятые друзья и **ковёр**.

Амплитуда **бурления говн** превышала все виданные доселе в науке пределы, а оппоненты попеременно направляли друг на друга высококогерентные **лучи поноса**, чем немало доставляли (самим фактом срача для окружающих, и, собственно, тонким **троллингом** для тех, кто был в теме). Из троллей в то время особо выделялся порождённый антиматерией Дирак, использовавший

свой сильно анизотропизированный межушный ганглий для составления бредовых уравнений в квантовых полях негативных релятивистских энергий с целью ввода термина «антиматерия» в бытовую жизнь и без того дружных физиков.

ЭПР-парадокс

«<Юлечка> Йот: Тест на извращенность!! Гром гримит, кусты трясутся. Что там делают? ...

<йот> квантмех Юлечка покидает чат <Драник> не прошёл

»

— 416772

Обнаружив, что его когерентные [лучи поноса](#) успешно аннигилируются встречными потоками Бора, Эйнштейн придумал (как ему тогда казалось) [окончательное решение](#) квантового вопроса.

В 1935 году Эйнштейн вместе с Борисом Подольским и Натаном Розеном написал статью «Можно ли считать квантово-механическое описание физической реальности полным?», в которой описал [мысленный эксперимент](#), который впоследствии был назван парадоксом Эйнштейна—Подольского—Розена ([ЭПР-парадокс](#)).

Согласно соотношению неопределённостей Гейзенберга, нет возможности измерить одновременно координату частицы и её импульс. Предполагая, что причиной неопределённости является то, что производя измерение одной величины, вносятся принципиально неустраняемые возмущения в её движение и искажение значения другой величины, можно предложить гипотетический способ, которым соотношение неопределённостей можно обойти.

Если взять две одинаковые частицы, образовавшиеся в результате распада третьей частицы, то в этом случае их импульсы должны быть связаны. Это даёт возможность измерить импульс одной частицы и по закону сохранения импульса рассчитать импульс второй, не внося в её движение никаких возмущений. Поэтому, измерив координату второй частицы, можно получить для этой частицы значения двух неизмеримых одновременно величин, что по законам квантовой механики невозможно. Исходя из этого можно заключить, что соотношение неопределённостей не является абсолютным, а законы квантовой механики являются [неполными](#) и должны быть в будущем уточнены.

Вот, как-то так. Или типа того.

Вброс оказался удачным, Бор завис, но ненадолго. И выдал, в свою очередь, что в данном случае мы обязаны анализировать эти две частицы не как независимые, а как единую квантовую систему. Поэтому, измеряя скорость одной частицы, мы влияем и на другую. И происходит коллапс общей волновой функции. Эйнштейн назвал это кошмарным дальнодействием.

В результате холивар перешел в стадию [латентной педерастии](#), когда все остаются при своем мнении, но не имеют веских аргументов. Над обоими лагерями оппонентов нависла злоеющая [Жопа](#), и только экспериментальная проверка могла показать, кто кого (и на чём) будет вертеть. Но, ко всеобщему счастью, в то время ещё никто не знал, как провести такой эксперимент. [Срыв покровов](#) был отложен на неопределённое время.

Неравенство Белла

В 1951 году физик с клоунским именем Бом придумал [хитрый план](#) по постановке эксперимента, который позволил бы учёным таки кончить. В 1964 году другой физик Белл, используя очередной матан, вывел неравенство имени себя, которое позволило формализовать поставленную задачу и наконец решить, кто же из всех [д'Артаньян](#). Как водится в таких случаях, понимали это неравенство немногие, но если и понимали, то объяснить никому не могли. Тем не менее благодаря этой штуке становилось возможным в эксперименте получить определённую величину, описывающую корреляции между удалёнными измерениями, и на её основе сказать, имеет ли смысл описывать квантовые явления вероятно или детерминированно, положив-таки конец квантосрачу.

Основная идея сего эксперимента заключается в следующем: в квантмехе система спутанных частиц описывается так, что, вопреки постулатам теории относительности о предельной скорости света, между

ними сохраняется мгновенная взаимосвязь сквозь время и пространство. В неравенстве Белла, хитро покрутив установки, можно было выяснить, действительно такая мгновенная взаимосвязь имеет место или же систему можно описать с позиций только одного лишь близкодействия — то есть в предположении, что частицы после разлёта могут влиять друг на друга исключительно с досветовым запозданием. Красота неравенства Белла в том, что оно строго математически позволяет отсечь любой класс основанных на близкодействии теорий — если опыт покажет те положения, которые предсказываются квантмехом.

Суть неравенства Белла можно объяснить и без всякого матана, тем более что к квантовой механике он имеет лишь опосредованное отношение:

Допустим, что дано множество некоторых объектов. Например, девиц в [Петушках](#). Как известно, после того как корабли седьмого американского флота покинули станцию Петушки, там образовались три подмножества девиц: блондинки, партийные и изнасилованные. Назовем их А, В и С. В общем случае эти множества могут пересекаться, а могут и не пересекаться. То есть может оказаться так, что среди изнасилованных нет ни одной беспартийной. Чтобы не заморачиваться, будем считать, что все множества пересекаются, но пересечение может оказаться пустым. Также для простоты будем считать, что все, кто не блондинки — брюнетки. Множества брюнеток, беспартийных и нетронутых назовем $\sim A$, $\sim B$ и $\sim C$.

Парадокс в том, что, [казалось бы](#), закрепив дальноедействие как факт, Неравенство Белла тем самым казалось бы дискредитировало теорию относительности с её строгим близкодействием. Но ввиду того, что корреляции спутанных частиц носят строго вероятностный характер, становится невозможно передать осмысленное действие куда-либо мгновенно, или (что является прямым выводом ТО) в собственное прошлое, например застрелить собственного дедушку до того, как он успешно оплодотворил твою бабушку, создав тем самым причинно-следственный парадокс. Собственно в ТО сверхсветовая передача сигнала и запрещалась прежде всего именно из-за потенциала создать такие парадоксы. Но КМ почти парадоксальным образом, нарушая постулат, тем не менее соблюла основной момент: *ненарушение принципа причинности*. В итоге и овцы оказались целы, и волки сыты, а квантмех в очередной раз продемонстрировал своё умение сидеть сразу на [двух стульях](#), словно так и надо.

Суть неравенства Белла такова: при любом количестве блондинок и брюнеток, партийных и беспартийных, изнасилованных и нетронутых, соблюдается такое неравенство: $N(A, \sim B) + N(B, \sim C) \geq N(A, \sim C)$, что в переводе на русский язык означает, что количество беспартийных блондинок (неважно, изнасилованных или нетронутых), то есть $N(A, \sim B)$ плюс количество партийных, но нетронутых (неважно, блондинок или брюнеток), то есть $N(B, \sim C)$ больше либо равно количеству нетронутых блондинок, то есть $N(A, \sim C)$.

Доказательство проще шпареной попы (см. пруфпик). Количество беспартийных блондинок равно количеству нетронутых беспартийных блондинок ($N1$) плюс количество изнасилованных беспартийных блондинок ($N4$). Количество партийных, но нетронутых девиц равно количеству нетронутых партийных брюнеток ($N3$) плюс количество нетронутых партийных блондинок ($N2$). Количество нетронутых блондинок же равно количеству нетронутых беспартийных блондинок ($N1$) плюс количество нетронутых партийных блондинок ($N2$). $N1 + N4 + N3 + N2$ очевидно же будет больше, либо равно (в случае, если $N3 = N4 = 0$) $N1 + N2$. Ясно же, что ни количество нетронутых партийных брюнеток, ни количество изнасилованных беспартийных блондинок не может быть отрицательным! Неравенство Белла доказано.



Пруф неравенства Белла

Теперь представим, что девиц в Петушках не 428, а очень-очень много. Скажем, три миллиарда. И мы их случайным образом поделили на три группы, по миллиарду девиц в каждой, и в каждой группе проводим проверку. Вот только девицы обладают некоторой странностью: из трёх возможных свойств можно проверить только два. Скажем, если содрать с девицы парик, чтобы узнать, блондинка она или нет, а затем проверить наличие партбилета, то уже не остается никакой возможности проверить, изнасилована она или нет. И так далее. Но поскольку группы очень большие и одинаковые, мы можем предположить, что количество блондинок, партийных или изнасилованных во всех группах примерно равно. Тогда в первой группе мы можем посчитать количество беспартийных блондинок, во второй — количество партийных, но нетронутых, а в третьей — количество изнасилованных брюнеток. И с немалой уверенностью можно утверждать, что неравенство Белла для полученных чисел будет соблюдаться.

В квантовой механике же выходит, что количество беспартийных блондинок плюс количество партийных, но нетронутых равно где-то примерно 30% от всех девиц (даже чуть меньше), а количество нетронутых блондинок — где-то 50%. Ну да, 30% конечно же больше либо равно 50%... ЛЮЛШТО?! Немая сцена и занавес.

Счастье было так близко, но лишь в 1972 году в Калифорнийском университете наконец были проведены опыты, зафиксировавшие нарушение неравенств Белла и тем самым подтвердившие правоту квантовой механики. Как обычно, все радостно признали результаты эксперимента, но не договорились, что же они значат на самом деле. Квантосрач продолжился.

Квантовая сцепленность

«Толпа естествоиспытателей

на тайны жизни пялит взоры, а жизнь их шлет к ебене матери сквозь их могучие приборы.

»

— Игорь Губерман.

Итак, неравенства Белла были экспериментально нарушены, ЭПР-парадокс однозначно подтвердил правильность квантовой механики. Принцип неопределённости Гейзенберга нельзя нарушить, эрго в условиях ЭПР-парадокса внесение возмущения в импульс и координату одной частицы непременно влияет на *любую* другую, как бы далеко ни находилась она. Это ни много ни мало «кошмарное дальное действие» (© Эйнштейн), «телепатия», но факт. И тут над постулатами ОТО и всеми классическими представлениями нависла уже нешуточная жопа, которую многие в упор не замечают, а **большинство** и не догадывается о существовании таковой. Квантовая механика, похоже, окончательно стала нелокальной теорией.

Состояние, при котором изменение одной подсистемы сказывается на другой, называют квантовой сцеплённостью или запутанностью (англ. [entanglement](#)).

В состоянии квантовой сцепленности взаимодействие подсистем описывается как единая суперпозиция, которая не локализована в определённой точке пространства (нелокальная). Процесс, когда вследствие взаимодействия с окружением нелокальная суперпозиция переходит в локальное классическое состояние, называется **декогеренция**, обратный этому процесс — рекогеренция. Данное явление лежит в основе **квантового компьютера**, производительность которого, в отличие от обычного, возрастает экспоненциально.

Проще говоря, если ты надел носок на левую ногу — второй мгновенно сделался правым. На любом расстоянии и «Быстрее скорости света».

Суть. Представьте, что **Алиса и Боб** надыбали пару устройств. На каждом устройстве одна кнопка, один счетчик нажатий и одно табло, выдающее значения 0 или 1.

Алиса пять раз нажала кнопку и последовательно получила:

1 0 0 1 1

Боб пять раз нажал кнопку на своем устройстве и последовательно получил:

1 0 0 1 1

То есть значения на устройстве случайные, но второе устройство их точно повторяет. Случайность и корреляция ответов проверяются большой статистикой. Далее возникает вопрос о том, как оно работает. Возможно, инфа о значениях записана в устройствах. Возможно, первое устройство генерирует случайное значение и сообщает его второму устройству. В случае КМ-сцепленности оба предположения неверны. То, что инфа не записана и «скрытых параметров» точно нет, проверяется через неравенства Белла. Передача сигнала тоже невозможна, потому что запутанность передается мгновенно (Алиса и Боб могут поехать в разные города, а потом одновременно нажать кнопку на своем устройстве, при этом число совпадет), то есть со сверхсветовой скоростью.

К сожалению, для передачи инфы быстрее скорости света это устройство не годится. Алиса летит на ракете и хочет сообщить Бобу (ровно через сутки после начала полета), все ли нормально в полете («1» — нормально «0» — проблемы). Через сутки Боб нажимает на кнопку и видит **1 0 0** и т. д. Как из этих цифр узнать, все ли хорошо у Алисы? Да никак. Цифры-то случайные. И то что у Боба устройство показывает **1 0 0** никак не связано с ситуацией у Алисы. Он даже не знает, проводила ли Алиса измерения или нет. Так что сверхсветовая передача инфы невозможна. И это хорошо, так как сверхсветовая передача инфы позволяет **послать сигнал в прошлое и нарушить принцип причинности** (согласно ОТО, но согласно КМ тут всё в норме!).

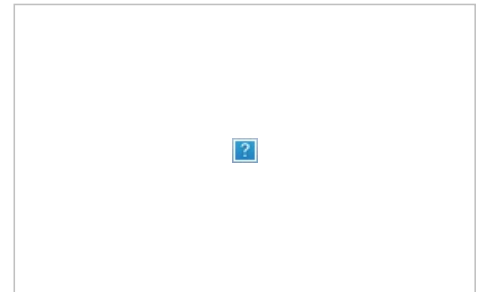
Но это устройство позволяет создать идеальный канал передачи секретной инфы. Пусть Алиса и Боб хотят что-то обсудить по открытому каналу связи, а теща хочет подслушать их разговор. При чем она может просматривать все биты инфы, которые Алиса и Боб пересылают друг друга по открытому каналу. Пусть Алиса хочет передать Бобу набор битов, кодирующий сообщение, тогда она побитно делает следующую вещь: нажимает на кнопку своего устройства, и если выпало значение 0, то она отправляет бит своего сообщения таким, какой он есть, т.е. если 0 то отправляет 0, если 1 то 1. А если на устройстве выпала 1, то инвертирует бит своего сообщения, т.е. если бит сообщения 0, то отправляет 1, а если 1, то отправляет 0. Дальше Боб побитно расшифровывает полученное сообщение следующим образом: при каждом полученном бите он жмет кнопку своего устройства, если выпало 0, то принятый бит является истинным битом сообщения Алисы, а если выпала 1, то он инвертирует принятый бит, т.е. 0 переводит в 1, а 1 в 0. Таким образом, последовательность битов в открытом канале ничем не отличается от случайной, и не

несет никакой информации об исходном сообщении. Даже если теща исследовала это устройство перед разговором, то она опять же ничего не узнает, все значения устройства случайны. Чем такой способ лучше двустороннего асимметричного шифрования, точно так же допускающего прослушивание линии и известность алгоритмов шифрования? Тем, что по сути этот метод шифрования является [шифром Вернама](#) с бесконечным шифроблокнотом. А это единственный метод шифрования, для которого математически доказана абсолютная криптостойкость.

[Недавно](#), квантовая связь начала применяться и используется и уже достаточно активно: [через спутники в Китае](#), и даже [у нас](#).

Квантование поля. Грависрач.

Посмотрев-покурив квантовую механику, теоретики решили: «Так, это всё, конечно, замечательно, а как нам теперь быть с электромагнитным полем?». И дабы закрепить вин, решили теоретики проквантовать электромагнитное взаимодействие. Пояснение: «проквантовать» означает описать взаимодействие тел как обмен некоторыми гипотетическими частицами — переносчиками взаимодействия. В квантовой теории поля такие частицы называются «виртуальными», поскольку, согласно теории, они рождаются и умирают так быстро, что их невозможно засечь, хоть они и вполне реальны. Разложение в [ряд Фурье](#), [метод перенормировки](#) и прочий мозголомный матан позволили провести такую операцию с электромагнитным полем практически без скрипа зубами. При дальнейших раскурах травы в лабораториях обнаружилось, что теория вполне удачно описывает как слабое ядерное, так и привычное всем электромагнитное, [взаимодействия](#). Казалось бы, [вин](#).



[Хохлы](#) знают толк в квантовании поля.

Главным троллем здесь оказался Эйнштейн. Его детище — теория гравитации — ни в какую не влезала в квантовые рамки. Хотя это не совсем так, гравитационное поле вполне себе квантуется, только получившаяся теория является неперенормируемой, и поэтому не состыкуется с другими квантовыми теориями. Эти самые бобёр с ослом намертво повесили фундаментальную физику, собственно, вплоть до сегодняшнего дня. Обе теории экспериментально проверены с неприличной точностью, но святой грааль физиков — «единая теория поля», до сих пор так и не найден. Отсюда растут ноги у разных «теорий великого объединения», в частности у [теории струн](#). Физики нервно курят, придумывают все новые тонны суровейшего матана, но с экспериментальными данными большой напряг — для проверки этих теорий требуются такие [уберагрегаты](#), что даже очень добрые дяди с миллиардами в кармане сотню раз подумают, прежде чем выкинуть кучу бабла на эксперимент, который еще и не факт, что даст какие-то результаты. А если результаты и будут, то совершенно не гарантируется, что из них можно будет извлечь хоть какой-нибудь [profit](#), кроме чисто академического интереса. Да и сама возможность постройки [уберагрегатов](#) для [прямой проверки теорий](#) весьма сомнительна — потребные энергии сильно превышают возможности нынешнего человечества, поэтому приходится обходиться наблюдениями ~~вторичных полевых признаков~~ косвенных эффектов в космическом пространстве, где близкие энергии нет-нет, да и проявляются.

Интерпретации квантовой механики

«Корреляции обладают физической реальностью, а то, что они коррелируют — нет»

— Н. Дэвид Мермин на научном языке

«Истина заключается в том, что никакой [ложки нет](#)»

— Перевод на кухонно-бытовой

Интерпретации квантовой механики — попытка получить ответ на [вопрос](#) «о чём, в сущности, говорит квантовая механика?». Квантовая механика считается «наиболее проверенной и наиболее успешной теорией в истории науки», но основной вопрос — каков её [глубинный смысл](#) — всё ещё открыт.

В связи с невозможностью договориться, что же всё-таки происходит в этом вашем микромире, британские учёные выдвинули [over 9000](#) версий Глубинного Смысла теории. Иными словами, если свести двух учёных и показать им формулы, то они будут согласно кивать, но если попросить их объяснить ртом, что же это значит, они, [скорее всего](#), [набьют друг другу морды](#).

- **Копенгагенская интерпретация** — наиболее популярная, порой доставляющая, интерпретация в современном квантмехе. Утверждает, что в квантовой механике результат измерения принципиально недетерминирован, а вероятностный характер предсказаний квантовой механики принципиально неустраним. Копенгагенская интерпретация отбрасывает вопросы типа «где была частица до того,

как я зарегистрировал её местоположение» посредством [фундаментального огораживания](#). Последователи интерпретации поголовно состоят из [мышей Эйнштейна](#), поскольку уверены, что именно процесс измерения случайно выбирает в точности одну из возможностей, допустимых волновой функцией данного состояния, а волновая функция мгновенно изменяется, чтобы отразить этот выбор.

Пресловутый [немёртвый кот](#) в действии: [цветная иллюстрация](#).

- **Многомировая интерпретация** aka **интерпретация Эверетта** — это интерпретация квантовой механики, которая предполагает существование «параллельных вселенных», в каждой из которых действуют одни и те же законы природы и которым свойственны одни и те же мировые постоянные, но которые находятся в различных состояниях. При проведении любого квантового эксперимента вселенная расщепляется на столько вселенных, сколько есть возможных исходов эксперимента и каждый из результатов стопроцентно реализуется в одной из них, а наблюдатель, оказавшись опять же в одной из них, видит свой один конкретный результат. В случае с «двухщелевым опытом» (Опыт Юнга) происходит следующее: при подлете фотона к щели вселенная раздваивается, и фотон вылетит из той щели, во вселенной которой окажется наблюдатель ([на самом деле](#) фотон вылетит и из второй щели, но об этом никто не узнает, поскольку наблюдателя там, увы нет). Соответственно наблюдатель констатирует что опыт удался. И наоборот: если наблюдатель окажется в той вселенной, где фотон не вылетит (то есть на самом деле он вылетит, только в той вселенной где наблюдателя нет), то наблюдатель констатирует, что опыт не удался. Согласно мнению сторонников КФ, данная гипотеза считается самой научно-фантастической (кстати сказать, противники КФ считают её научно-фантастической вообще). Тем не менее, множество авторитетных учёных признают данную гипотезу имеющей право на существование.
- **Теория скрытых параметров** пытается объяснить результаты квантовых экспериментов неполнотой наших знаний о микромире. Вполне логичные в своей основе эйнштейновские идеи этой теории, тем не менее, не подтверждаются экспериментально, а проведенные проверки неравенства Белла напрямую опровергают существование широкого класса теорий скрытых параметров — то есть, **вообще всех** теорий со строгой локальностью — чуть менее, чем наглухо. А стало быть таким образом подавляющее большинство ТСП автоматически попали под раздачу сугубо и исключительно [за это своё свойство](#), ибо [номенклатура](#) же. Но таки не все поголовно, как это порою модно декларировать среди изысканных жирафов, поскольку теории скрытых параметров без строгой локальности (с кошмарным дальнодействием) экспериментам не противоречат. Но и не подтверждаются.
- **Транзактная интерпретация квантов** утверждает, что частица посылает запрос в будущее (волна-предложение) и получает ответ из будущего (волна-подтверждение). Степень совпадения фаз определяет амплитуду. Квадрат амплитуды определяет вероятность события. Такой подход решает проблему наблюдателя (парадоксы кота Шрёдингера и мыши Эйнштейна). Свобода воли при этом тоже выпиливается. См. [en.w:Transactional interpretation](#).
- **Супердетерминизм** пытается объяснить результаты экспериментов полной детерминированностью всего и вся. Как и в транзактной интерпретации, свобода воли выпиливается полностью, но никаких запросов в будущее посылать не надо, потому что и так все события во вселенной предопределены заранее. Поэтому вундервафля, которая плодит пары квантово сцепленных частиц для очередного физика-экспериментатора, заранее знает, каким именно экспериментам тот будет подвергать эти частицы, и подгоняет их свойства таким образом, чтобы результат эксперимента соответствовал квантовой механике. Учёные очень не любят эту интерпретацию: во-первых, получается, что Вселенная их банальным образом троллит, а во-вторых, полная предопределённость ставит крест на всей науке, поскольку от учёных абсолютно ничего не зависит. Да и вообще ни от кого ничего не зависит, даже от неба, даже от Аллаха! [Сплошной фатализм и уныние](#).
- Интерпретация Фока утверждает объективную реальность волновой функции — мол, свойства элементарных частиц не детерминированы и случайны. Результат взаимодействия двух элементарных частиц определяется только в момент взаимодействия, а заранее можно только оценить вероятность того или иного события; итог же взаимодействия многих частиц можно предугадать по закону больших чисел. Таким образом, электроны и фотоны представляются чем-то навроде монет из теорвера.
- Кроме того, многие физики склоняются к так называемой **«никакой»** интерпретации квантовой механики, ёмко выраженной в афоризме Дэвида Мермина: [«Заткнись и считай!»](#)

Некоторые, впрочем, пошли ещё дальше и заявляют, что [окружающего мира вообще не существует](#), и он является лишь [плодом воображения](#) благородного дона. Это элегантное решение как раз и объясняет выводимую при расчётах и наблюдаемую во время экспериментов хуиту.

Алсо, пример супердетерминизма можно найти в рассказе Зинаиды Гиппиус «Вымысел», а интерпретации Эверетта — в фильме «Осторожно, двери закрываются».

Состояние на данный момент

«Знаешь, очень трудно говорить о квантах на языке, изначально предназначенном для того, чтобы одна обезьяна могла сообщить другой, где висит спелый плод. »

— Лю Цзе, Монах Времени

На данный момент квантовая механика является наиболее проверенной (и в то же время наиболее парадоксальной) теорией в истории науки. Каким же образом она работает, так никто до сих пор и не вкурил, несмотря на многолетний мозговой штурм. В то же время главным доказательством правоты квантовой механики является тот факт, что ты, дорогой Анонимус, сейчас читаешь эту статью. Поскольку именно квантовая механика стала теоретической основой полупроводниковой электроники.

Основной проблемой современной физики является попытка ~~екрестить ужа с ежом~~ вывести Теорию Всего, которая объединила бы квантовую физику с теорией относительности, но на данный момент они совмещаются с такой же **радостью**, как понимали друг друга Эйнштейн и Бор.

Среди возможных кандидатов на звание Теории Всего сейчас значатся несколько довольно сложных **матановых высеров**, например Теория петлевой квантовой гравитации и, конечно же, **Теория струн** (нет, не тех, что в твоей гитаре, **дружок**). Впрочем, до окончательного решения проблемы ещё довольно далеко. В итоге **главный вопрос современности** остается нерешённым. **Отака хуйня, малята**.

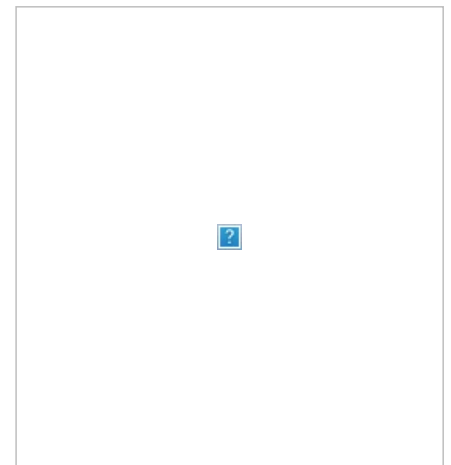
На сегодня сабж с его парадоксами горячо любим создателями ненаучно-популярных «**фильмов, меняющих нашу жизнь**».

Мемы и высеры

В ходе квантосрача родилось несколько мемов, которые до сих пор цитируют направо и налево в своих холиварах все, начиная от физиков и заканчивая **креационистами**.

- «Бог не играет в кости» или «Господь Бог не играет в кости с мирозданием»
- «Альберт, перестань же ты, наконец, указывать Богу, что ему делать!» (**ответ Бора**).
- «Господь не только играет в кости, но еще и бросает их туда, где никто не сможет их увидеть» (**Хокинг**).
- «Вы и вправду думаете, что Луна существует, **лишь когда Вы на неё смотрите?**» (**кащенизм** по-эйнштейнски).
- «По-вашему, мышь может переделать мир, просто посмотрев на него?» (Эйнштейн о роли наблюдателя во Вселенной — «**Мышь Эйнштейна**»).

Но, пожалуй, самым известным квантовым медиавирусом является «**Кот Шрёдингера**», который, если следовать квантовому матану при проведении определённого мысленного эксперимента, оказывается одновременно **и жив и мертв** со всеми вытекающими.



Иисус **ИТТ**

«О чем я бы рассказал на кафедре теологии МИФИ?

О том, что мужские носки являются квантово запутанными объектами: 1. Носки в паре когерентны — характеризуются одинаковой чистотой и формой. 2. Мы можем достаточно точно определить координаты только одного носка и при этом теряем возможность определить координаты другого. 3. Носки находятся в суперпозиции левого и правого. Как только мы определяем, является ли один носок из пары левым или правым, другой мгновенно приобретает противоположное состояние, независимо от расстояния между носками.»

— **Кураев не остался в стороне**

О грустном

Услышав, что в мире всё-таки есть что-то такое, чего даже ученые **не понимают**, астралопитеки стали курить сабж. Однако, выкурили, как водится, в основном конопли, поскольку из науки усвоили только термины, совершенно проигнорировав содержание. В результате:

1. Парадокс наблюдателя, работающий только для электронов, ВНЕЗАПНО стал работать в макром мире, и как бы намекает на получение взглядом сотен золота для тех, кто знает **Секрет**.
2. Вероятностная сущность частиц автоматически стала означать, что возможно **что угодно**. Многомировая интерпретация уравнения Шрёдингера превратилась в то, что действительно есть параллельные миры, и сейчас из них вылезет Ктулху.
3. Квантовая сцепленность — это, по мнению обитателей нирван, есть реальная возможность

телепортации, хотя из физики прямо следует, что это невозможно, хотя на [Родине Слонов](#) делают прогнозы.

В итоге каждый уважающий себя [гуру](#) считает нужным сказать, что квантовая механика есть свидетельство, научно доказанное британскими учёными, что всё, чему они обучают своих [падаванов](#) — правда. Спасения нет, и даже молитва на учебнике физики за десятый класс здесь не всегда помогает.

В то же время сам Дэвид Бом, желая объединить философскую и физическую картины мира, с четверть века тёр за жизнь с индийским Гуру [w:Джидду Кришнамурти](#). Помимо всего прочего, они даже записали публичные выступления в форме диалога друг с другом, некоторые из них записаны на видео.

А ещё, прошаренными атсралопитеками подмечено, что слово «квантовый» влияет на [фимоск](#) с той же силой, что и приставка «нано», что позволяет придать научности и значимости каким угодно статьям. А это, в свою очередь, позволяет запудрить последние остатки мозгов у [ЦА](#) антинаучной бредятиной, типа «Квантового перехода с обертонами разных порядков в 2012 году».

См. также

- [Теория струн](#)
- [Детерминизм](#)

Ссылки

- [Квантовый центр в «Сколково»](#)
- [Аниме Noein](#)
- [История КМ](#)
- [Годная статья](#)
- [Фритьоф Капра. Дао физики](#)
- [С. И. Доронин, «Квантовая магия»](#)
- [Комиксы на тему квантовой механики. Енглисх рекуирэд.](#)
- [Вопросы квантмеха будоражат умы самых разных слоёв общества](#)

Примечания

- ↑ На случай, если кто не знает, буржуйский «доктор философии» aka PhD, это как у нас «кандидат наук». Причем, любых, кроме медицины, теологии, юриспруденции. Их так и называют — «доктор философии по физике», «доктор философии по биологии» и т. д.
- ↑ *«То, что вы читали о моих религиозных убеждениях, — разумеется, ложь, которая систематически повторяется. Я не верю в персонифицированного Бога, и я никогда не отрицал этого, но выразил это отчетливо. Если во мне есть что-то, что можно назвать религиозным, то это только безграничное восхищение устройством мира, насколько наша наука способна его постичь»* — Альбертушка о Б-ге



Матан

265 Science freaks Scorch.ru Sherak TeX Xkcd Алекс Лотов Александр Никонов
Андрей Скляр Артефакты Петербурга Атомная бомба Березовский Бесплезная наука
Биореактор Блез Паскаль Большой адронный коллайдер Большой взрыв Британские учёные
Бритва Оккама Бронников Вадим Чернобров Вассерман Великая тайна воды
Великая теорема Ферма Миша Вербицкий Вечный двигатель Взлетит или не взлетит?
Виктор Катюшик Виктор Петрик Владимир Жданов Высшая математика Геннадий Малахов
Геометрия Лобачевского Гомеопатия ГСМ Двести двадцать Декарт Деление на ноль
Детерминизм Дети индиго Дигидрогена монооксид Древний Египет/Клюква Евгеника
Задача Льва Толстого Задача Эйнштейна Закон Мерфи Закон Парето Инженер
Информационное поле Вселенной ИТМО Как поймать льва в пустыне Кари Байрон
Карл Саган Квадратно-гнездовой способ мышления Квадратура круга Квантовая механика
Клон Когнитивная психология Коробочка фотонов Корчеватель Кот Шрёдингера
Критерий Поппера Кубик Рубика Лаборатория Лейбниц Леонардо да Винчи Луговский
Лунный заговор Лысенко Льюис Кэрролл Любительская астрономия Мальтузианство
Матан Матан/Элементарные частицы Межконтинентальная баллистическая ракета
Метод научного тыка Мулдашев МФТИ Мэттью Тейлор Нанотехнологии Наука vs религия
Научное фричество Научный креационизм Научный креационизм/Аргументация
Неуместный артефакт Никола Тесла НЛП НМУ Олег Т. Оман Хайям Палата мен и весов

Полупризматический артефакт Пирамидосрач Пик нефти Пирамидосрач Плутон

Пентаграмма Григорий Перельман Переслегин Пик нефти Пирамидосрач Плутон

Принцип Арнольда Простые числа Пушной

[w:Квантовая механика](#)