

КАТРИНА АРЬЕ

Есть ли
РЕАЛЬНОСТЬ
за вашей спиной?

**О КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ
ПРОСТЫМ ЯЗЫКОМ**



МОСКВА
2024

Квантовая физика — это удивительная и таинственная наука. Всё, что связано с микромиром, кажется нам очень сложным. Микромир не поддаётся привычной логике. Как рассказать о нём понятным для всех языком? Как понять смысл законов квантовой физики, не используя формул? Перед вами, читатель, такая книга. Это живой, увлекательный рассказ об основах нашего мира. Книга наполнена забавными историями из жизни физиков, научным юмором и наглядными примерами, показывающими, как законы квантовой теории можно применять в обычной жизни. После её прочтения вы можете поменять свои представления о реальности.

Доктор психологических наук /D.S. (psychology)

Доктор экономических наук /D.S. (economics)

Профессор, PhD

Учёный секретарь «Академии социальных технологий» РФ

Алексей Ситников

ОГЛАВЛЕНИЕ

Благодарности

5

Введение

6

ЧАСТЬ 1. Загадочные кванты

13

Вы изучите основные понятия в физике; поймёте, чем квантовая физика отличается от классической; узнаете, что такое квант и как можно совершать «квантовые скачки».

ЧАСТЬ 2. Двухщелевой эксперимент и корпускулярно-волновой дуализм

45

Вы узнаете, что означает понятие «корпускулярно-волновой дуализм» и какой опыт считается самым главным в истории физики; что такое таинственный эффект наблюдателя и существует ли вообще объективная реальность. А ещё потренируетесь создавать собственную реальность.

ЧАСТЬ 3. Всё чудесатее и чудесатее...

67

Вы изучите основные понятия и законы квантовой физики; узнаете, может ли объект находиться в нескольких местах одновременно, какова вероятность заключённому оказаться за тюремной стеной и «играет ли Бог в кости». А ещё попрактикуетесь использовать в жизни понятия квантовой физики и легко сможете продемонстрировать ум и эрудицию.

ЧАСТЬ 4. Фантастические коты и где они обитают

103

Вы узнаете о коте (а точнее, кошке) Шрёдингера и о квантовом самоубийстве, о многомировой интерпретации и о том, существует ли Луна, если на неё никто не смотрит.

ЧАСТЬ 5. Системы мироустройства

125

Вы исследуете основные научные теории о том, как устроен мир и что первично — материя или сознание; разберётесь, сколько измерений существует (их гораздо больше, чем три); изучите теорию декогеренции, где физика тесно переплетается с эзотерикой; узнаете, могут ли люди видеть то, чему не дали определения, способна ли корова стать орлом и как мы создаём свой субъективный мир.

ЧАСТЬ 6. Игра в имитацию

161

Вы изучите, что такое теория симуляции, и познакомитесь с основными её доказательствами; узнаете, что общего у снежинки, береговой линии Великобритании и бронхов человека; познакомитесь с практическими способами применения теории симуляции в жизни и с понятием «квантовая карма»; научитесь применять законы квантовой кармы и совершать настоящее чудо — менять реальность вокруг себя.

Заключение

203

Список использованной литературы

207

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю искреннюю благодарность

студентам моей школы квантовой физики, вы для меня неиссякаемый источник вдохновения, новых идей и гордости за ваши результаты;

моей семье, ваша любовь и вера в меня бесценны: вы все истинные соавторы моей книги.

И особая признательность моим кошкам, ваше мурлыканье на моих коленях сделало написание книги таким лёгким, радостным и уютным!

ВВЕДЕНИЕ

Для чего не-физику нужна квантовая физика

Физика — как секс: может не давать
практических результатов, но это не повод
ею не заниматься.

*Ричард Фейнман,
один из создателей квантовой теории*

«Ей надо рассказывать о квантовой депиляции и делать курсы о квантовом воспитании детей, а не говорить о квантовой физике», — писала обо мне в соцсетях известная коуч, квантовый психолог. И я задумалась. Ведь и в самом деле мой карьерный путь не похож на традиционный для учёного.

Вначале всё казалось predetermined — буду заниматься всю жизнь только физикой. Я родилась в Москве, вся моя семья — физики и математики. Мои первые воспоминания — о том, как дедушка рассказывает мне об образовании Вселенной (да, детские сказки мне почти не читали). Я училась в лучшей физико-математической школе Москвы (Вторая школа) и легко поступила на физический факультет МГУ. Выбрала быть физиком-ядерщиком, специализировалась на квантовой физике. Окончила университет с красным дипломом и работала на ускорителях высоких энергий. И затем всё поменялось.

Квантовая физика — это самый сложный для понимания раздел физики. Это серьёзная наука, теоретическая основа

ядерной физики. Наука, которая изучает устройство и поведение атомов, взаимодействие элементарных частиц. Благодаря открытиям в квантовой физике у нас есть атомные электростанции, лазеры, МРТ, мобильные телефоны и даже тостеры. Но не только это. Именно квантовая теория, парадоксальная и неоднозначная, заставляет учёных и философов думать об устройстве Вселенной, о влиянии сознания наблюдателя на реальность. Изучая квантовую теорию, вы обязательно встретитесь не только с физическими, но и с философскими и психологическими понятиями.

Квантовая физика меняет классические представления о реальности и до сих пор во многом остаётся непонятной для большинства.

Один из отцов-основателей квантовой физики Нильс Бор сказал: «Тот, кто не был потрясён при первом знакомстве с квантовой теорией, очевидно, просто ничего не понял».

И надо сказать, именно философская часть в квантовой физике меня интересовала больше всего. Ещё студенткой я увлечённо делилась своими мыслями со всеми окружающими, но меня мало кто понимал. Сейчас думаю, что это была профессиональная деформация. Я говорила сложными терминами, считая, что их все знают. Я думала, что все имеют представление о парадоксе Розена — Подольского, а уж о корпускулярно-волновом дуализме — тем более. «Ну не понимают, и ладно», — подумала я и продолжила свои дискуссии только с друзьями-физиками, а чаще — сама с собой.

И вот я огорошила семью, заявив, что больше не хочу заниматься наукой. У меня было чувство, что весь мир открыт и зовёт меня. Мне хотелось многое в жизни попробовать, а не сидеть только в библиотеках и лабораториях.

Я сделала неплохую карьеру в маркетинге. Много путешествовала, родила и воспитываю троих детей, танцую танго и балет, живу с семьёй в разных странах. А ещё изучала психологию, НЛП, буддизм и даже каббалу. Но чем бы я ни занималась, я никогда не забывала о квантовой физике. Её законы описывают, чем же является та реальность, в которой мы существуем.

Несколько лет назад квантовая физика опять вошла в моду, но уже в новом виде. Вслед за Нобелевскими премиями по физике, многие из которых давались за открытия в области квантовой теории, появились квантовые психологи, квантовые разборы. Повсеместно стало использоваться понятие «квантовый скачок» (я расскажу о нём позже). Сейчас многие считают квантовую физику не серьёзной наукой, а некой эзотерической теорией и утверждают, что из квантовой физики следует, будто они могут посылать свои желания в «квантовые поля» и «Вселенная» обязательно их исполнит¹.

Мне стало обидно за физику. И я начала в соцсетях объяснять, что же это такое — квантовая физика, почему она всем так интересна. За годы, которые я провела вне формальных научных институтов, я научилась говорить понятным, без научных терминов, языком. Моё первое видео, снятое для YouTube, — о нелокальности — неожиданно собрало более 200 тысяч просмотров за месяц. И я поняла: о квантовой физике точно надо рассказывать.

Вместе с теорией относительности квантовая физика описывает наш мир. Всё, что происходит во Вселенной, объясняется ими двумя. Да-да, любые другие теории всего лишь частные случаи этих двух. Теория относительности рассказывает о движении крупных тел и о больших скоростях. А квантовая физика говорит о микромире, она — своеобразный код к конструктору нашей реальности.

¹ В общем, скажите: «Как следует из квантовой физики...» — и после подставьте любое утверждение. Всё равно многие не знают, так ли это (отсюда и далее — примеч. авт.).

ВСЕ НАУКИ МОЖНО РАЗДЕЛИТЬ НА ФИЗИКУ
И КОЛЛЕКЦИОНИРОВАНИЕ МАРОК.

*Альберт Эйнштейн,
создатель теории относительности*

Недавно была решена одна сложная задача, и Нобелевскую премию по физике в 2022 году дали за доказательства неравенств Белла. Если кратко, неравенства Белла — это о том, что мы не можем точно описать все процессы, происходящие в мире. И не потому, что у нас нет формул или наши приборы несовершенны, а просто потому, что мир в основе своей непознаваем.

«Самое непостижимое в мире — это его постижимость», — писал Эйнштейн в своём знаменитом эссе в 1936 году. Как учёные создают свои теории? Ведь всё, что происходит вокруг, довольно нелогично. Очень многое мы не можем объяснить. И всё же на фоне такой путаницы с завидной регулярностью проступают законы этого мира. Солнце всегда садится на западе. Вода при кипении превращается в пар. Если рядом с вами упадёт дерево, вы услышите звук падения... Это не исключения из анархии жизни, а проблески лежащего в её основе порядка. Это и называется *физикой*.

В 1869 году Дмитрию Менделееву во сне пришла идея упорядочения химических элементов. Так появилась известная сегодня Периодическая система химических элементов — таблица Менделеева. Она показывает, что в свойствах элементов есть периодические закономерности — из хаоса вдруг появляются порядок и предсказуемость. Все известные элементы легко вписались в эту таблицу, однако в ней оставались пустые места, которые позже заполнили открытые элементы с предсказанными Менделеевым свойствами.

Наука даёт вам возможность находить порядок и правила в любых незнакомых процессах. Это и есть развитие адаптивного интеллекта — основы преуспевания в современном мире.

В этом нет ничего удивительного. Квантовая физика всеобъемлюща, она проникает во все сферы жизни. Она открыла нелокальность, принцип неопределённости, туннельный эффект и много других странных законов. Удивительно, что все они перекликаются с древними даосскими и буддистскими учениями, говорящими, что окружающий мир — это иллюзия, майя, игра божественного воображения или картина, нарисованная наблюдателем. И возможно, квантовые эффекты играют огромную роль в работе нашего сознания... В книге я расскажу об этом.

Вы узнаете основные законы квантовой физики, модели мироустройства и то, как всё это связано с философией, религией и психологией. Это ведь удивительно и интересно, не так ли?

Кроме того, по опыту учеников моих курсов знаю, что, прочитав книгу, вы перенастроите мышление, получите новые для вас инструменты решения жизненных задач, сможете делать правильный выбор в сложных ситуациях.

Если увлекаетесь эзотерикой, вам тоже будет очень полезно знание основ квантовой теории: вы найдёте много интересных для себя пересечений.

И кстати, физики очень любят шутить! Поэтому в книге много научного юмора, мемов и забавных историй, приключившихся с учёными.

В конце каждой части я разместила задания, ведь знания квантовой физики можно — и нужно! — применять в жизни. Используйте хештег **#арьекнига** в соцсетях, и будем вместе обсуждать интересные идеи.

Моя миссия — показать, что квантовая физика увлекательна, интересна и очень полезна. О ней можно рассказывать простыми словами, как и найти много параллелей с её законами в нашей жизни. Я приглашаю вас в увлекательное научное приключение!

УЧЁНЫЙ ЯЗЫК

— Папа, я хочу на завтрак кукурузные хлопья. Неужели и сегодня овсянка?

— Да. Мама выдвинула предположение, что ввиду похолодания будет полезно повысить температуру твоего тела путём поедания тобою овсянки. Кроме того, ввиду вышеупомянутых температурных условий твои связанные бабушкой перчатки и пальто с тёплой подкладкой и капюшоном, несомненно, должны быть надеты.

— Можно посыпать овсянку сахаром?

— Отсутствие сахара в сахарнице, имеющейся в нашем распоряжении, отмечалось некоторое время назад папой. Однако в настоящее время очередная доза этого вещества доставляется мамой из кухни, где оно хранится в специально приспособленном контейнере.

— Папа, я не хочу сегодня в школу. Не каждый же день туда ходить!

— Несколькими исследователями было независимо показано, что недостаток школьного образования может впоследствии отрицательно повлиять на способность индивидуума зарабатывать деньги. Кроме того, другие папы сообщали, что, в частности и в особенности, та школа, которой папа платит деньги, является очень хорошей. Другим фактором, который необходимо принимать во внимание, является относительная свобода, которой мама пользуется днём в твоё отсутствие, в силу чего у неё имеется возможность уделять внимание лишь беби и себе самой.

— Но зачем туда ходить каждый день?

— Предыдущее высказывание по данному вопросу игнорируется полностью. Создаётся впечатление, что в этот момент ты не слушал. Доводы настоящего оратора сводятся к следующему: при отсутствии преимуществ в образовании, которые обеспечиваются регулярным посещением нормальной школы, могут наблюдаться пробелы в знаниях, а этот недостаток, в свою очередь, может привести к бедствиям, проистекающим из недостаточности денежных резервов².

И так далее...

Ничего не скажешь, устрашающая беседа. Вы, конечно, можете возразить, что ни один нормальный человек так не говорит. Верно. Никто не говорит так за обеденным столом, но как только речь заходит о фотонах или генах, многие учёные автоматически переходят именно на такую тарабарщину.

² По материалам Физики продолжают шутить: сборник переводов. — М.: Мир, 1968.

ЧАСТЬ 1.

ЗАГАДОЧНЫЕ КВАНТЫ

Вы изучите основные понятия в физике; поймёте, чем квантовая физика отличается от классической; узнаете, что такое квант и как можно совершать «квантовые скачки».

Глава 1. Частицы	14
Глава 2. Волны	18
Глава 3. Взаимодействия	22
Глава 4. Поля	27
Глава 5. Постулаты классической физики.	32
Глава 6. Как устроен атом.	34
Глава 7. Что такое квант	39
Резюме и задания.	43

Глава 1. Частицы

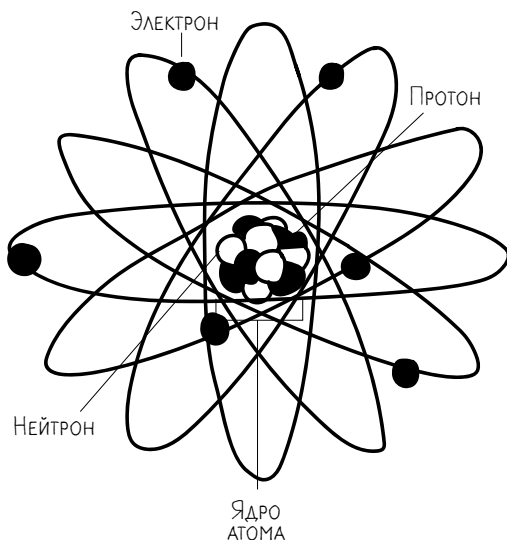
Чтобы изучать законы квантовой физики, нужно понимать её основные термины. Из этой главы вы узнаете, что такое частицы, волны и поля. Что-то вы вспомните из школьной программы, а что-то будет новым. Не пролистывайте этот материал, ведь на полученных знаниях основывается вся книга!

Что такое атом

Греческий философ *Демокрит* (460–370 гг. до н.э.) первым предположил, что существуют атомы.

Атом (др.-греч.) означает «неделимый».

Атомы — это кирпичики, из которых строится любое вещество. Во времена Демокрита атомы считались неделимыми, самыми малыми частицами, но сейчас мы знаем, что это не так. У атома есть строение.



СТРОЕНИЕ АТОМА

Атом состоит из ядра и электронов. Ядро атома тоже является делимым — оно состоит из протонов и нейтронов. У нейтронов нет заряда. У протонов положительный заряд, а у электронов — отрицательный. Обычно количество протонов и электронов в атоме одинаковое. Поэтому общий заряд атома равен нулю.

В школе вам говорили, что эти частицы (протоны, нейтроны и электроны) и есть самые малые частицы. Но это не так. Только электрон неделим, а протоны и нейтроны состоят из кварков, и по-настоящему элементарные частицы — это кварки.

КВАРКОВ СУЩЕСТВУЕТ ШЕСТЬ ТИПОВ, И У НИХ ОЧЕНЬ ЗАБАВНЫЕ НАЗВАНИЯ: СТРАННЫЙ, ОЧАРОВАННЫЙ, НИЖНИЙ, ВЕРХНИЙ, ПРЕЛЕСТНЫЙ, ИСТИННЫЙ. ДА, У ФИЗИКОВ ХОРОШЕЕ ЧУВСТВО ЮМОРА.

В книге я не буду подробно останавливаться на классификации элементарных частиц, это не столь важно для понимания законов квантовой физики.

Интересно, что масса ядра атома составляет более 99,9% массы атома. Поэтому масса атома сосредоточена в его ядре. А электроны очень лёгкие.

Если возьмём 1 грамм электронов и расположим каждый из них на прямой линии рядом друг с другом, то они образуют цепочку длиной в 4 миллиарда километров!

Все существующие электроны абсолютно идентичны. Вы не найдёте различий, если я поменяю два из них местами. Мои электроны точно такие же, как и ваши, а те идентичны электронам, например, Марса.

Как понять, сколько электронов в атоме?

Надо посмотреть в таблице Менделеева. В ней у каждого элемента есть порядковый номер, он написан в правом верхнем углу. Число протонов и число электронов в атоме равны порядковому номеру элемента. Вверху слева — массовое число, т.е. число нуклонов в ядре (протоны + нейтроны); внизу слева — заряд ядра, т.е. число протонов.

Кстати, в других странах таблицу Менделеева называют просто периодической таблицей элементов, и многие даже не слышали о том, что её изобрёл русский учёный Дмитрий Менделеев. Считаю это большой несправедливостью.

Размер атома

Теперь перейдём к размеру атома.

Вы знаете, что атомы маленькие. Но насколько они маленькие?

Если увеличить монетку в пять копеек до размера Земли, то атом в монетке будет равен по размерам настоящим пяти копейкам. Или можно сказать так: в одном стакане воды содержится больше атомов, чем число стаканов воды, необходимое для наполнения всех морей и океанов мира.

Какие размеры у частиц атома?

Размер ядра атома более чем в 10 тысяч раз меньше самого атома. А размер электрона и того меньше. Если рассматривать электроны, протоны и нейтроны как частицы, то атом практически пуст.

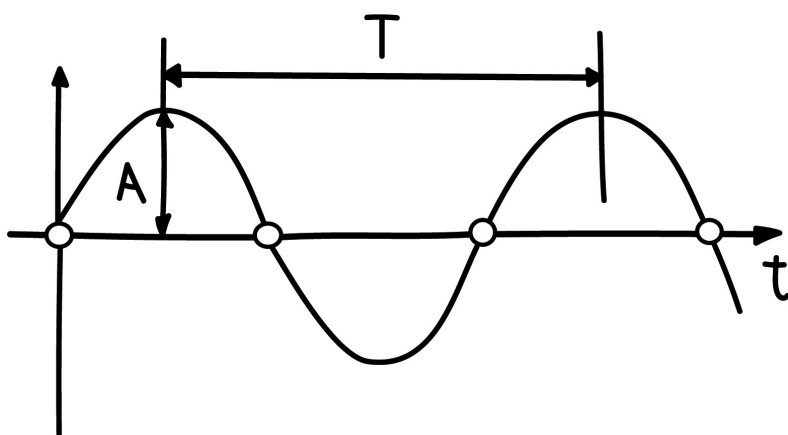
Почти всё вокруг состоит только из электронов, протонов и нейтронов.

Если бы мы убрали всё пустое пространство между элементарными частицами внутри людей, то мы все — всё человечество — поместились бы в мандарине.

Мы — люди и все предметы вокруг — представляем собой практически пустое пространство. Мы призраки.

Глава 2. Волны

Волны — это процесс распространения колебаний с течением времени.



Процесс распространения колебаний с течением времени

Параметры волн:

- амплитуда (A) — это максимальное отклонение от положения равновесия (например, амплитуда морской волны — это её высота);
- период (T) — это время полного колебания;
- частота — это число колебаний в единицу времени.

ВАЖНО ПОМНИТЬ: ВОЛНЫ ПЕРЕНОСЯТ ЭНЕРГИЮ, НО НЕ ПЕРЕНОСЯТ ВЕЩЕСТВО.

Например, на поверхности воды лежит небольшой листок с дерева. Если бросить в воду камень, от него во все стороны начнут распространяться волны. Дойдя до листка, они не потянут его в направлении движения волн, а просто заставят совершать колебательные движения вверх и вниз. Форма воды будет меняться благодаря энергии от удара камня, но течение не возникнет.

Примеры волновых процессов в природе: колебание струны, дрожание желе, звук и, конечно, электромагнитные волны.

ИДЕЮ ПРОСЛУШИВАТЬ ПАЦИЕНТОК ЧЕРЕЗ ТРУБКУ (ЭТО ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ) ПРИШЛА В ГОЛОВУ ВРАЧУ РЕНЕ ЛАЗЕННЕКУ В 1816 ГОДУ, ПОТОМУ ЧТО ОН СТЕСНЯЛСЯ ПРИЖИМАТЬСЯ К ЖЕНСКОЙ ГРУДИ НА КАЖДОМ ПРИЁМЕ.

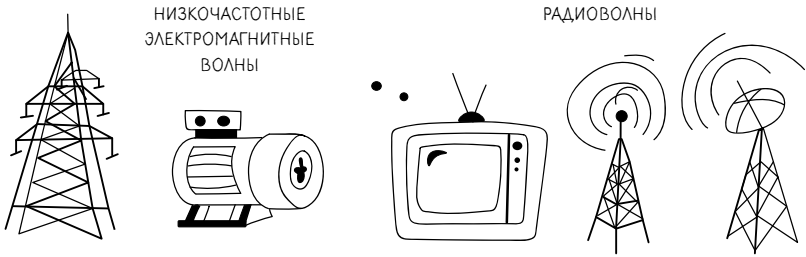
Шкала электромагнитных излучений и видимое излучение

Электромагнитные волны пронизывают всё пространство вокруг. Очень многие физические процессы отличаются друг от друга всего лишь длиной волны. Это радиоволны, инфракрасное и ультрафиолетовое излучения и ещё опасные для человека рентгеновское излучение и гамма-излучение.

Низкочастотные волны и радиоволны используются для радиосвязи, космической связи, телепередач.

Инфракрасное излучение — это тепловое излучение, без которого не было бы жизни. Его основной источник — Солнце, как и для **ультрафиолетового излучения**. В больших дозах эти излучения могут быть опасными.

И по-настоящему опасные волны — рентгеновское излучение и гамма-излучение.



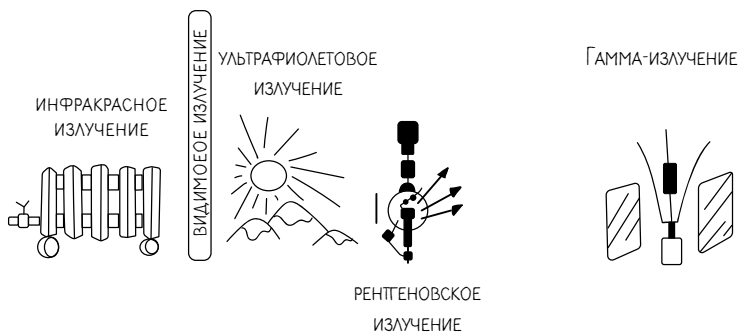
Рентген используют в криптографии, а ещё с его помощью можно увидеть, что находится внутри человека.

Гамма-излучение образуется при ядерных реакциях, у него высокая проникающая способность из-за малой длины волны. При авариях на АЭС именно оно причиняет так много вреда окружающему пространству.

На рисунке есть тонкая полосочка — это **видимое излучение**. Мы видим очень малую часть того, что происходит вокруг. Многие другие живые существа видят гораздо больше нас. Например, орлы и пчёлы видят ультрафиолетовый спектр.

В детстве я задумывалась: как бы выглядела наша жизнь, если бы мы видели все длины электромагнитных волн? Помогло бы нам это или нет? Большой вопрос.

10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9} 10^{-10} 10^{-11} 10^{-12} 10^{-13}
 $3 \cdot 10^{12}$ $3 \cdot 10^{15}$ $3 \cdot 10^{18}$ $3 \cdot 10^{20}$



Мы видим малую часть того, что происходит вокруг

#ФИЗИКИШУТЯТ

Один из создателей термодинамики (наука о передаче тепла), Вальтер Нернст, в часы досуга разводил карпов.

Однажды кто-то глубокомысленно заметил:

— Странный выбор. Карп разводить и то интересней.

Нернст невозмутимо ответил:

— Я развожу таких животных, которые находятся в термодинамическом равновесии с окружающей средой. Разводить теплокровных — значит, обогревать на свои деньги мировое пространство.

А у вас есть не связанное с работой увлечение, которое демонстрирует вашу экспертность? 😊

Глава 3. Взаимодействия

Взаимодействие — это вообще главное, что изучает физика. Исследуя вещество, явление или предмет, мы всегда сталкиваемся с тем, что они взаимодействуют с окружающим миром.

ВМЕСТО «Я МЫСЛЮ, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, Я СУЩЕСТВУЮ» ФИЗИК БЫ СКАЗАЛ:
«Я ВЗАИМОДЕЙСТВУЮ, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, Я СУЩЕСТВУЮ».

Даже когда мы просто смотрим на предмет, он облучается фотонами (волной света). Фотоны от него отражаются и попадают нам в глаз. И наш глаз по углу отражения и длине волны может составить представление о форме этого предмета и о его цвете. Помните, что цвет предметов — это лишь длина волны, которую предмет отразил, а мы уловили.

В мире существует всего четыре вида взаимодействий.

Гравитационное взаимодействие

Хотя это самая слабая сила, она наиболее нам знакома. Из-за неё люди могут находиться на Земле, а планеты — вращаться по орбите вокруг Солнца.

Сила гравитации любого объекта пропорциональна его массе. Поскольку Земля — ближайший к нам из самых крупных объектов, то все предметы притягиваются к ней.

Если бы не было гравитационного взаимодействия, то из-за отсутствия центробежной силы люди оторвались бы от Земли и улетели бы в открытый космос со скоростью 436 м/с. Огромная скорость, не правда ли? Гравитация играет важнейшую роль в нашей Вселенной, в нашей жизни вообще. И вместе с тем это самое слабое взаимодействие (посмотрите на таблицу!).

Природа	Участники	относительная сила	Радиус, м	Носители взаимодействия
Сильное	Протоны и нейтроны	1,0	короткодействующее 10^{-15}	Глюоны
Электромагнитное	Электрические заряды	10^{-2}	дальнодействующее ∞	Фотоны
Слабое	Все элементарные частицы	$10^{-10} - 10^{-11}$	короткодействующее 10^{-18}	W- и Z-бозоны
Гравитационное	Масса	10^{-38}	дальнодействующее ∞	Гравитоны (гипотетические частицы)

Фундаментальные физические взаимодействия

Гравитационное взаимодействие объясняет теория относительности. А квантовая теория описывает три оставшихся вида взаимодействий.

Сильное взаимодействие

Участники сильного взаимодействия — протоны и нейтроны. Это та сила, которая удерживает вместе составляющие этих частиц (кварки) и всё ядро атома. Это мощное, самое сильное взаимодействие. Оно работает только на очень коротких расстояниях, крошечных, как ядро атома. И всё же иногда сильного взаимодействия не хватает, чтобы удержать ядро, и оно

разваливается на части. Это называется **радиоактивным распадом**.

В большинстве атомов вокруг нас ядра устойчивые и никогда не развалятся. Некоторые атомы радиоактивны, однако в большинстве случаев это для нас не опасно. Например, банан содержит калий-40, в грамме которого происходит 32 ядерных распада в секунду. Природный уровень радиации выше среднего у картофеля, орехов и семечек подсолнечника.

В атомной бомбе «Малыш», которая была сброшена на Хиросиму, содержалось около 700 граммов урана-235. И всего лишь 0,6 грамма вещества было превращено в энергию, создавшую такие ужасные разрушения. Представьте, насколько мощным является сильное взаимодействие.

#ФИЗИКИШУТЯТ

ЗАБАВНО, ЧТО ЛЮДИ БЛАГОДАРЯ ФИЛОСОФИИ «В ЖИЗНИ НАДО ПОПРОБОВАТЬ ВСЁ» НАЧИНАЮТ ПРОБОВАТЬ НАРКОТИКИ, А НЕ ИЗУЧАТЬ ЯДЕРНУЮ ФИЗИКУ, НАПРИМЕР.

Электромагнитное взаимодействие

Электромагнитное взаимодействие — это взаимодействие электрически заряженных частиц. Носители этого взаимодействия — фотоны.

Фотоны — это безмассовые частицы, которые двигаются со скоростью света и являются самыми распространёнными частицами во Вселенной. Луч света (это поток фотонов) доходит от Солнца до Земли за 8 минут, а от Полярной звезды до Земли — за 472 года, т.е. мы видим сейчас Полярную звезду такой, какой она была во времена Колумба. И вообще, **то, что мы видим в ночном небе, — это давно прошедшие события.**

Электромагнитное взаимодействие, как и гравитационное, работает на бесконечно больших расстояниях. Оно намного сильнее гравитационного, но не проявляется в космических масштабах, поскольку материя электрически нейтральна (в каждой области Вселенной количество положительных и отрицательных зарядов примерно одинаково).

В обычной жизни мы постоянно сталкиваемся с электромагнитным взаимодействием. Действие большинства современных приборов и бытовой техники основано на электромагнитном взаимодействии.

Слабое взаимодействие

Участники слабого взаимодействия — все элементарные частицы.

Это довольно странное взаимодействие, с помощью которого одни частицы превращаются в другие. Возьмём, например, нейтрон (напомню, что это элементарная частица, т.е. его нельзя разделить на части). С помощью слабого взаимодействия нейтрон может превратиться в протон, электрон и ещё одну очень лёгкую частицу — антинейтрино. В ядре нейтронам это сделать трудно: им мешает сильное взаимодействие. А вот когда нейтрон находится не в ядре (говорят: «свободный нейтрон»), он легко делает такое превращение. В свободном состоянии нейтроны существуют около 15 минут, а потом распадаются.

Но иногда такое превращение случается и в ядре. Это называется **бета-распадом**. Благодаря слабому взаимодействию наше Солнце поддерживает внутри себя ядерные реакции, и поэтому все живые организмы на планете Земля спокойно развиваются, а не замерзают.

Я с детства любила обниматься. Ну, даже больше не обниматься, а прижиматься к любимым людям. Обе мои бабушки были мягкие, уютные, мне нравилось сидеть у них на коленях.

Я клала голову на плечо дедушки, когда он рассказывал мне о космосе. Ну а с мамой мне нравилось спать, прижавшись к ней. Когда мне было шесть лет, мы с мамой возвращались домой в Москву с моря. Удалось достать билет только в общий вагон. Он был ужасно забит пассажирами, но нам удалось занять верхнюю полку. Почти двое суток мы лежали и разговаривали, прижавшись друг к другу, снизу места вообще не было. Эти дни вспоминаются как одни из самых счастливых в жизни.

Я всегда представляла себе, как частицы моего тела буквально соприкасаются с частицами тела другого человека или как, если иду по пляжу, частицы моих ног соприкасаются с частицами песка. И я испытала огромное разочарование, когда узнала, что никакие частицы не соприкасаются. Всё вокруг — это практически пустое пространство с точки зрения материи. А всё, что мы ОЩУЩАЕМ как прикосновение, — это взаимодействие частиц моего тела и тела другого человека, и оно происходит на расстоянии. Электроны атомов поверхности моей кожи отталкиваются от электронов другого человека. Это и есть прикосновение.

Но, если подумать, это ведь настоящее волшебство! Физика взаимодействий открывает перед нами великолепный мир, где кажущаяся сложность и многообразие происходящего сводятся к нескольким универсальным принципам. Все процессы, начиная от движения планет до объятий, от улыбки малыша до взаимодействия частиц в микромире, подчинены этим великим силам. Таким образом, наблюдая мир вокруг, мы видим танец взаимодействий, создающих удивительное единство в физическом мире.

Глава 4. Поля

Мы вспомнили, что такое частицы и волны, какие бывают фундаментальные взаимодействия в природе. И сейчас я расскажу о полях.

На этой теме существует больше всего спекуляций.

Думаю, вы не раз слышали фразы: «Существуют квантовые поля, и я пошлю своё желание в квантовое поле», «Вселенная обязана исполнить любое желание». Разберёмся, так ли это.

Поле — это достаточно математическое понятие в физике; поле нематериально, его невозможно потрогать. Слово «поле» используется в двух значениях.

1. Поле — это физическая величина, определённая во всех точках пространства.

Например, температура. В каждой точке пространства есть своя температура воздуха. В Москве она одна, в Лондоне другая, в Париже третья. Отметим на карте температуру для каждого города. В каждой точке пространства карты будет существовать своё значение. И мы назовём это полем температуры. Можно создать поле влажности, поле давления.

Но вместе с тем мы же понимаем, что температура существует. Никакого ПОЛЯ температуры в физическом смысле нет. Есть распределение температуры, которое называется полем.

2. Поле — это область пространства, передающая взаимодействия.

Это как раз те четыре фундаментальных взаимодействия, которые мы рассматривали в главе 3. Никаких других взаимодействий в природе нет. Поэтому есть гравитационное поле, электромагнитное поле и поле, отвечающее за слабое и сильное взаимодействие, т.е. за взаимодействие частиц внутри атома.

Есть специальная наука, которая исследует это взаимодействие, называется она **квантовой теорией поля**. Её изучают на кафедрах теоретической и ядерной физики.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ НА НАЗВАНИЕ: «КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ».

НЕ «ТЕОРИЯ КВАНТОВОГО ПОЛЯ»! «КВАНТОВОЕ ПОЛЕ» В РУССКОМ ЯЗЫКЕ ГОВОРИТЬ БЕЗГРАМОТНО!

Откуда это словосочетание вообще пришло в русский язык? Подозреваю, что так же, как и слово «вибрации», когда англоязычную научную литературу переводили переводчики без технического образования. В английском языке эта теория называется *quantum field theory*. В русском языке можно сказать «квантованное поле», хотя это понятие не так часто используется. Конечно, физики не обладают монополией на использование слова «квантовый». Поэтому вы можете сказать «квантовое поле», но не тогда, когда говорите о физике; вам надо указать, что именно вы имеете в виду. Замечаю, что часто под этим термином понимают коллективное бессознательное. Однако не говорите так в научной среде, иначе вас не будут серьёзно воспринимать.

Основная идея квантовой теории поля: частица — это элементарное возбуждение в некотором поле. Наша реальность — полевая; никаких частиц самих по себе не существует.

В квантовой физике мы рассматриваем частицы не как маленькие шарики, а как возмущения поля. В следующей главе

вы узнаете, что любая частица может быть как частицей, так и волной, и из-за этого возникала путаница; введение понятия поля упростило ситуацию. К тому же квантовая теория поля позволяет делать серьёзные математические расчёты.

В физике элементарных частиц есть свой аналог таблицы Менделеева — это стандартная модель. В ней размещены все известные элементарные частицы. Ещё раз обращаю ваше внимание на официальные названия кварков: прелестный, истинный, очарованный, странный... Очень мило, не правда ли?

		ФЕРМИОНЫ (МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЧАСТИЦЫ) ТРИ ПОКОЛЕНИЯ МАТЕРИИ			БОЗОНЫ (КВАНТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ)
		I	II	III	
КВАРКИ	Верхний	u	c	t	Глюон g
	Нижний	d	s	b	Глюон □
	Электрон	e	□	□	Z-БОЗОН □
ЛЕПТОНЫ	ЭЛЕКТРОННОЕ НЕЙТРИНО	d	s	b	W-БОЗОН □
	МЮОННОЕ НЕЙТРИНО				
	ТАУ-НЕЙТРИНО				

СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ

Можно сказать, что существуют поля каждой элементарной частицы из этой таблицы. Изучением взаимодействия этих полей занимается наука квантовая теория поля.

В теоретической физике также есть много гипотетических полей. Они относятся к теориям, которые не содержат внутренних противоречий и часто не противоречат наблюдениям. Однако они ещё не приняты в научном сообществе из-за того, что воспроизводимы только статистически. А для признания научной теории необходима 100%-ная воспроизводимость результатов.

Например, *тахионное поле*. Тахион — это гипотетическая частица с массой, равной комплексному числу, которая движется со скоростью, превышающей скорость света в вакууме. Впервые идею существования таких частиц предложил Арнольд Зоммерфельд.

Физик-теоретик Арнольд Зоммерфельд был универсальным учёным, чьи интересы распространялись как на точные науки, так и на гуманитарные, включая литературу, философию и историю. Его называют главным неудачником Нобелевской премии: Зоммерфельда номинировали 84 (!) раза, но так её и не дали. Сам Зоммерфельд два раза номинировал на премию своих коллег — Альберта Эйнштейна и Макса Планка, — после чего учёные стали нобелевскими лауреатами. Всего шесть учеников Зоммерфельда удостоились почётной награды, что тоже является рекордом.

Тахионы не могут как-либо взаимодействовать с частицами нашего мира, так как их скорость выше скорости взаимодействия в нашей Вселенной. Они просто выпадают из нашей пространственно-временной и причинно-следственной структуры!

По этой причине обнаружение и фиксация таких частиц представляются, скорее всего, невозможными.

Физики вообще любят придумывать теории, которые в принципе невозможно проверить.

Другой интересный пример гипотетического поля — **торсионное поле**. Мысль о существовании такого поля впервые пришла в голову математику Эли Картану, который предположил следующее. Если элементарные частицы обладают набором независимых параметров, то каждому из этих параметров должно соответствовать своё поле: заряду — электромагнитное, массе — гравитационное, а спину — спиновое (или торсионное). Мне это кажется очень разумным и логичным.

Теория активно разрабатывалась советскими учёными в 1980-е годы. Несмотря на сложности в СССР в этот период, изучение теории торсионных полей было поддержано правительством и хорошо финансировалось. Однако в 1990-е годы исследовательская группа была распущена.

Торсионное поле (если существует) является носителем пятого фундаментального взаимодействия — **информационного**. И это взаимодействие в настоящее время гипотетическое.

Однако многие теории десятилетиями не принимались, а потом стали звёздами науки. Хороший пример — бозон Хиггса и поле Хиггса (см. стандартную модель). Благодаря полю Хиггса у элементарных частиц есть масса. Бозон Хиггса даже называют частицей Бога. Существование бозона предсказали в 1964 году, однако доказательств тому не было. До 2012 года это была гипотетическая теория, а потом бозон Хиггса экспериментально обнаружили на Большом адронном коллайдере. Кто знает, может, через несколько десятилетий теорию торсионных полей тоже признают наукой.

Глава 5. Постулаты классической физики

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА — ЭТО НАБОР САМЫХ ДЕЙСТВЕННЫХ ПРИНЦИПОВ, КОГДА-ЛИБО ПРИДУМАННЫХ ЛЮДЬМИ. ЭТО САМАЯ ПРОВЕРЕННАЯ И ДОКАЗАННАЯ ТЕОРИЯ ИЗ ВСЕЙ НАУКИ.

Нильс Бор представил миру квантовую теорию в 1927 году, и с тех пор она господствует в науке.

Любой, кто не поражён квантовой теорией,
просто её не понимает.

*Нильс Бор,
один из создателей квантовой механики*

В основе квантовой теории лежит вероятность того, что **ВСЕ ВОЗМОЖНЫЕ СОБЫТИЯ МОГУТ ПРОИЗОЙТИ, СКОЛЬ БЫ ФАНТАСТИЧНЫ И НЕОБЫЧНЫ ОНИ НИ БЫЛИ.**

Из-за этого многие стали думать, что квантовая физика — это не наука, а воображаемая теория.

Постулаты классической физики

1. Пространство и время абсолютны. Любое сложное движение можно разложить на совокупность простых движений.

2. Существует связь причины и следствия. По теории Ньютона, у каждого изменения в движении есть причина.

3. Детерминизм. Если в какой-то момент нам известно состояние движения объекта, то мы можем определить его состояние в любой момент будущего и прошлого.

4. Свойства света полностью описаны в теории электромагнитных волн Максвелла.

5. Свойство системы можно рассчитать с любой степенью точности. Атомные системы не исключение.

Все эти постулаты нам знакомы из школы. И кажутся достаточно очевидными, потому что мир, который мы видим вокруг, казалось бы, подчиняется им. Но на самом деле сейчас все эти постулаты ставятся под сомнение как раз благодаря квантовой физике.

Глава 6. Как устроен атом

Первую модель атома предложил в 1904 году Джозеф Томсон. Она забавно называлась «пудинг с изюмом».

Считалось, что положительный заряд равномерно размещён по всему атому и внутри него находятся отрицательно заряженные электроны — как изюм в пудинге.

Кстати, не путайте Джозефа Томсона с другим физиком — Уильямом Томсоном, который известен ещё как лорд Кельвин. Этот Томсон, который лорд, был первым учёным, получившим право заседать в палате лордов. И в честь него мы говорим «температура по Кельвину».

Следующую, усовершенствованную модель атома предложил Резерфорд, ученик Джозефа Томсона, в 1911 году. Он установил, что в центре атома находится положительно заряженное ядро, вокруг которого вращаются отрицательно заряженные электроны, при этом ядро занимает меньше одной миллиардной части объёма атома. Это стало называться *планетарной моделью атома*.

#ФИЗИКИШУТЯТ

Уильям Томсон (лорд Кельвин) однажды отменил свою лекцию и написал на доске:

PROFESSOR TOMSON WILL NOT MEET HIS CLASSES TODAY.

(«ПРОФЕССОР ТОМСОН НЕ СМОЖЕТ СЕГОДНЯ ВСТРЕТИТЬСЯ СО СВОИМИ УЧЕНИКАМИ».)

Студенты решили подшутить над профессором и стёрли первую букву в слове *CLASSES* (получилось *LASSES* — «любовницы»).

На следующий день Томсон увидел это исправление, но не растерялся, а стёр ещё одну букву в этом же слове и молча ушёл (получилось *ASSES* — «ослы»).

Сила притяжения между положительно заряженным ядром и отрицательно заряженным электроном должна быть равна центростремительной силе, действующей на вращающийся электрон. Но если электроны кружатся вокруг ядра, как планеты вокруг Солнца, и постоянно ускоряются, то почему они не излучают электромагнитные волны? (Напомню, что ускорение ведёт к изменению скорости движения тела, а скорость может меняться не только по величине, но и по направлению.) Электроны должны были постоянно терять энергию и в результате упасть на ядро (любое заряженное тело, движущееся с ускорением, излучает электромагнитные волны и, следовательно, теряет энергию). Ответ нашёл ученик Резерфорда — Нильс Бор.

Нильс Бор, пожалуй, самый знаменитый разработчик квантовой теории. Амбициозный датчанин приехал работать в Манчестерскую лабораторию Резерфорда, едва зная английский. Бор учил язык по полному собранию сочинений Диккенса, которое он привёз с собой.

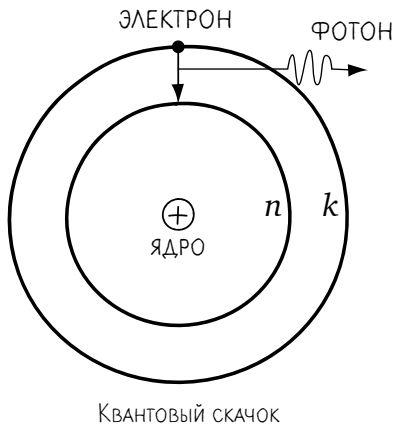
Нильс Бор работал несколько лет и усовершенствовал модель Резерфорда, предложив следующие постулаты.

Постулаты Бора

- Электроны могут двигаться только по определённым (стационарным) орбитам, не излучая электромагнитных волн (энергию).
- Излучение или поглощение энергии происходит только при переходе с одной орбиты на другую.

Орбита и энергетическое состояние

На картинке электрон находится в стационарном энергетическом состоянии и может перейти на соседнюю орбиту. Это называется «квантовый скачок». Далее я напишу формулу, по которой вычисляется величина этого «скачка», а пока важно понять: *квантовый скачок — это самое малое изменение энергии, которое только возможно.*



Забавно, когда понятие «квантовый скачок» используют в качестве синонима невероятно большого роста. Будьте с этим аккуратны!

И помните: КВАНТОВЫЙ СКАЧОК — ЭТО НЕ ТОЛЬКО КРОШЕЧНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ. ЭТО ИЗМЕНЕНИЕ МОЖЕТ БЫТЬ КАК УВЕЛИЧЕНИЕМ, ТАК И УМЕНЬШЕНИЕМ ЭНЕРГИИ.

#ФИЗИКИШУТЯТ

В ЛАБОРАТОРИИ РЕЗЕРФОРДА В 1920-Е ГОДЫ РАБОТАЛ ТАЛАНТЛИВЫЙ РУССКИЙ ФИЗИК ПЁТР КАПИЦА. ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ОН ТВЁРДО РЕШИЛ, ЧТО ХОЧЕТ ПОЕХАТЬ В АСПИРАНТУРУ К РЕЗЕРФОРДУ. КАПИЦА ДОБИЛСЯ ПОЕЗДКИ В АНГЛИЮ. НО РЕЗЕРФОРД, РУКОВОДИВШИЙ В ТО ВРЕМЯ ТРИДЦАТЬЮ АСПИРАНТАМИ, НЕ ЗАХОТЕЛ ПРИНИМАТЬ НОВОГО. ЕМУ И В ГОЛОВУ НЕ ПРИХОДИЛО, ЧТО ЭТОТ РУССКИЙ СТАНЕТ ОДНИМ ИЗ ЕГО ЛЮБИМЫХ УЧЕНИКОВ И СОАВТОРОМ В ОБЛАСТИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ФИЗИКЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР.

Появившись у Резерфорда, Капица попытался убедить учёного взять его к себе, но услышал отказ. Тогда Капица привёл следующий нестандартный довод. «У вас тридцать аспирантов?» — спросил он. «Да, и больше мне не нужно», — ответил Резерфорд. «А какова обычно погрешность измерений в вашей лаборатории?» — «Около трёх процентов». Капица моментально парировал: «Ну вот видите! Тридцать один аспирант точно укладывается в пределы погрешности!» После этого вопрос с аспирантурой был решён.



Задание

Подумайте, какие нестандартные методы вы используете для достижения своих целей.

Принцип запрета Паули

Когда мы смотрим на модель атома Бора, у нас возникает интересный вопрос: почему все электроны в атоме не находятся на самой нижней орбите? (Нижняя орбита — это та, которая

находится ближе всего к ядру и обладает минимальной энергией.)

Ответ дал Вольфганг Паули в 1925 году, сформулировав свой принцип исключения: **на каждом энергетическом уровне может находиться только один электрон**. Если уровень занят, следующий электрон займёт свободный, более высокий энергетический уровень. Уровни будут заполняться от минимальной энергии к максимальной.

#ФИЗИКИШУТЯТ

ВОЛЬФГАНГ ПАУЛИ БЫЛ ОДНИМ ИЗ СОЗДАТЕЛЕЙ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ И СТОПРОЦЕНТНЫМ ТЕОРЕТИКОМ. ЕГО НЕСПОСОБНОСТЬ ОБРАЩАТЬСЯ С ЛЮБЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ВОШЛА У ДРУЗЕЙ В ПОГОВОРКУ. ФИЗИКИ-ЭКСПЕРИМЕНТАТОРЫ ДАЖЕ НЕ ПОЗВОЛЯЛИ ЕМУ ЗАХОДИТЬ В ЛАБОРАТОРИЮ И РАЗГОВАРИВАЛИ С НИМ ЧЕРЕЗ ЗАКРЫТУЮ ДВЕРЬ. УТВЕРЖДАЛИ, ЧТО ЕМУ ДОСТАТОЧНО ПРОСТО ВОЙТИ В КАБИНЕТ, ЧТОБЫ В НЁМ ЧТО-НИБУДЬ СРАЗУ ЖЕ ПЕРЕСТАВАЛО РАБОТАТЬ. ЭТО МИСТИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ ОКРЕСТИЛИ ЭФФЕКТОМ ПАУЛИ. ОДНАЖДЫ В ФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ В ГЁТТИНГЕНЕ ПРОИЗОШЁЛ СИЛЬНЫЙ ВЗРЫВ. ВРЕМЯ ВЗРЫВА БЫЛО ТОЧНО ЗАФИКСИРОВАНО. КАК ПОТОМ ОКАЗАЛОСЬ, ЧП СЛУЧИЛОСЬ ИМЕННО ТОГДА, КОГДА ПОЕЗД, В КОТОРОМ ЕХАЛ ПАУЛИ, ОСТАНОВИЛСЯ НА НЕСКОЛЬКО МИНУТ В ГЁТТИНГЕНЕ.



Задание

Если бы был эффект вашего имени, то о чём бы он был? Помогает ли такой эффект вам в жизни?

Глава 7. Что такое квант

Молодой физик Макс Планк очень любил музыку. Он сомневался, стоит ли ему продолжать изучать теоретическую физику или всё же заняться музыкой.

В конце концов Планк объявил своему научному руководителю, что хочет посвятить жизнь теоретической физике. «Молодой человек, — произнёс профессор, — теоретическая физика уже в основном закончена... Зачем вам браться за такое бесперспективное дело?» Но Планк уже сделал выбор. Прошли годы, и Макс Планк стал одним из отцов-основателей квантовой теории, и именно он придумал термин «квант». Случилось это в 1900 году.

Планк изучал свечение нагретых тел. Кузнецы или стеклодувы, которые много работали с горячими объектами, всегда знали, что при нагревании цвет предметов меняется от красного к жёлтому, от жёлтого к синему. Напомню: цвет всего лишь показывает длину волны (или частоту) излучения.

Физики пытались найти формулы, описывающие этот эффект, опираясь на теории Ньютона и Максвелла. Но ничего не получалось. Тогда Планк выдвинул гипотезу, что свет излучается не непрерывно, а дискретно — «пакетами», которые он назвал квантами. Это была просто гипотеза, к которой вначале ни сам Планк, ни другие физики не отнеслись серьёзно.

Кстати, Планк не оставил своё увлечение музыкой. Он часто музицировал вместе с Альбертом Эйнштейном: Планк играл на фортепиано, а Эйнштейн — на скрипке.

Что значит «дискретно»? Например, дискретная величина — это количество наличных денег у вас в кошельке. У вас может быть 125 рублей и 3 копейки. Но не бывает кусочка копейки. Поэтому квант наличных денег — это копейка. Копейка — это минимальное количество наличных денег.

КВАНТ — это минимально возможное значение физической величины.

Формула Планка:

$$E = h\nu,$$

где E — энергия;
 $\hbar$ — постоянная Планка;
 ν — частота излучения (читается: «ню»).

[illegible]

Величину постоянной Планка сам Планк нашёл вручную, подбирая значения, совпадающие с результатами экспериментов.

Чем горячее объект и чем больше его энергия, тем выше частота его излучения. Поэтому кузнец видит, как при нагревании меняется цвет тела, т.е. увеличивается частота излучения тела (см. гл. 2, шкала электромагнитных излучений).

#ФИЗИКИШУТЯТ

ЭКЗАМЕНАТОР: НАПИШИТЕ ФОРМУЛУ ПЛАНКА.

СТУДЕНТ: E РАВНЯЕТСЯ $A\hbar\omega$.

ЭКЗАМЕНАТОР: ЧТО ТАКОЕ $\hbar$?

СТУДЕНТ: ПОСТОЯННАЯ ПЛАНКИ.

ЭКЗАМЕНАТОР: А ЧТО ТАКОЕ $A\hbar$?

СТУДЕНТ: ВЫСОТА ЭТОЙ ПЛАНКИ.

Вы, возможно, слышали, что температура поверхности Солнца — 6000°C . Но откуда нам это известно, ведь мы никогда к Солнцу не приближались? Мы это знаем из-за длины волны света, который излучает Солнце. Это рассчитывается по формуле Планка.

ВСЁ, ЧТО НАС ОКРУЖАЕТ, — КВАНТУЕТСЯ. ВСЁ НАШ МИР ДИСКРЕТЕН. КВАНТУЕТСЯ НЕ ТОЛЬКО ЭНЕРГИЯ. КВАНТУЮТСЯ РАССТОЯНИЕ, ОБЪЁМ. КВАНТУЕТСЯ ДАЖЕ ВРЕМЯ.

Математики считают, что мы можем бесконечное число раз делить отрезок пополам. Однако это математическая абстракция — наш мир устроен иначе. И в конце концов найдётся самая малая величина, которую уже невозможно будет поделить.

Насколько велик квант

Дам такие примеры. Атомное ядро включает в себя больше квантовых объёмов, чем количество кубических метров, входящих в галактику Млечный Путь.

А квант времени? Секунда — не самая малая единица измерения времени. В одной секунде больше квантов времени, чем количество секунд, прошедших с момента рождения Вселенной.

То есть квант — это очень, очень маленькая величина. И квантовый скачок тоже вычисляется по формуле Планка и является самым крошечным изменением энергии. Он может быть как увеличением, так и уменьшением энергии.

Дискретная природа нашего мира порождает удивительные и странные явления, называемые квантовыми эффектами. **Квантовые эффекты** — это основы квантовой физики, о которых я скоро расскажу. Постоянную Планка можно назвать мерой дискретности.

Если постоянная Планка была бы равна нулю, то мир бы не существовал, так как энергия всех фотонов равнялась бы нулю и не было бы светового излучения.

А если бы постоянная Планка была гораздо больше, то эффекты микромира стали бы обычным для нас делом. Предметы бы исчезали и появлялись в неожиданных местах, тела бы меняли направление движения безо всякой причины, и можно было бы быть живым и мёртвым одновременно. Как вам такой мир?

Физики точно не знают, почему наш мир дискретный. Одно из интересных возможных объяснений — теория симуляции. Согласно ей Вселенная — это компьютерная симуляция, созданная Богом, а квант — это бит информации, как в наших компьютерах. Мы разберём эту теорию в следующих главах.

Резюме и задания



Резюме

- Наш мир состоит из атомов, а атом, в свою очередь, из протонов, нейтронов и электронов. Размеры частиц очень маленькие по сравнению с размером целого атома, поэтому любое тело (включая нас с вами) — это практически пустое пространство.
- Видимое излучение — это малая часть всего спектра электромагнитных волн. Цвет предмета определяется частотой отражаемого излучения.
- Есть четыре вида фундаментальных взаимодействий: сильное, слабое, гравитационное и электромагнитное. Все другие взаимодействия можно свести к этим четырём.
- Поле — это область пространства, передающая взаимодействие. Нет понятия «квантовое поле», есть наука — квантовая теория поля. В ней поля можно называть квантованными.
- Электроны могут двигаться только по определённым (стационарным) орбитам, не излучая электромагнитные волны (энергию).
- Излучение и поглощение энергии происходит лишь при переходе с одной орбиты на другую. Это крошечное

изменение энергии (как увеличение, так и уменьшение) называется **квантовым скачком**.

- Квант — это минимально возможное значение физической величины. Весь наш мир квантуется (он дискретен). Квантуется энергия, расстояние, объём, время.



Задания

1. Как вы думаете, почему все предметы в мире — это практически пустое пространство, а мы этого не ощущаем?
2. Порассуждайте, как любое взаимодействие можно разложить на четыре фундаментальных взаимодействия. Найдите свои примеры.
3. Найдите или придумайте смешные примеры неграмотного использования понятия «квантовый скачок». Поделитесь в соцсетях с хештегом **#арьекнига**.
4. Приведите примеры понятий, которые являются дискретными, а также примеры недискретных понятий.

ЧАСТЬ 2.

ДВУХЩЕЛЕВОЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И КОРПУСКУЛЯРНО- ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ

Вы узнаете, что означает понятие «корпускулярно-волновой дуализм» и какой опыт считается самым главным в истории физики; что такое таинственный эффект наблюдателя и существует ли вообще объективная реальность. А ещё потренируетесь создавать собственную реальность.

Глава 1. Свет — это частицы или волны?	46
Глава 2. Дифракция и интерференция.	48
Глава 3. Двухщелевой эксперимент	50
Глава 4. Влияние наблюдателя	54
Глава 5. Опыт с фуллереном	57
Глава 6. «Квантовый ластик» с отложенным выбором . . .	59
Глава 7. Объективна ли реальность	62
Резюме и задание.	64

Глава 1. Свет — это частицы или волны?

Я думаю, что могу смело утверждать:
КВАНТОВУЮ МЕХАНИКУ НЕ ПОНИМАЕТ НИКТО.

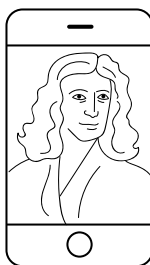
*Ричард Фейнман,
один из основателей квантовой механики*



АРИСТОТЕЛЬ
384–322 до н.э.
Свет — это
возмущение
в эфирной среде



ДЕМОКРИТ
460–370 до н.э.
Свет — это атомы,
сброшенные
с поверхности
солнца



ИСААК НЬЮТОН
1642–1727
Свет состоит
из частиц
(корпускул)



ХРИСТИАН
ГЮЙГЕНС
1629–1695
Свет — это волна

Физики, математики, философы всегда любили рассуждать о природе света. Аристотель считал, что свет — это волна. Демокрит, живший в те же годы, верил: свет — это частицы. Нью-

тон писал, что свет состоит из корпускул, а другой великий физик, Христиан Гюйгенс, считал свет волной.

И по сути, все они были правы. Свет иногда ведёт себя как волна, а иногда — как частицы. Частицы света — это фотоны. И это называется **корпускулярно-волновым дуализмом**.

И САМАЯ ГЛАВНАЯ ТАЙНА КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ТОМ, ЧТО ДО СИХ ПОР ТОЧНО НЕИЗВЕСТНО, КОГДА ЖЕ ВОЛНА ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ЧАСТИЦУ.

#ФИЗИКИШУТЯТ

— ЧТО ВЫ ДУМАЙТЕ О КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ТЕОРИИ СВЕТА?

— Я НЕ СВЕТА, Я — НАТАША.

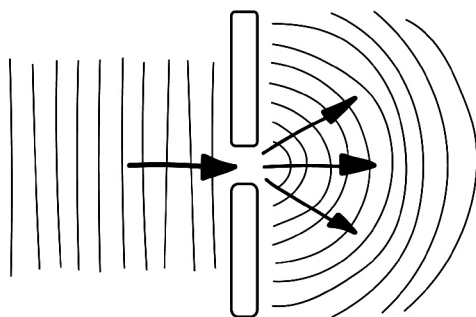
Глава 2. Дифракция и интерференция

Вспомним такие понятия, как «дифракция» и «интерференция», которые понадобятся нам для понимания двухщелевого эксперимента.

ДИФРАКЦИЯ ВОЛНЫ (в частности, света) — это отклонение волны от прямолинейного направления распространения при прохождении вблизи препятствий.

Например, это явление можно увидеть на поверхности воды.

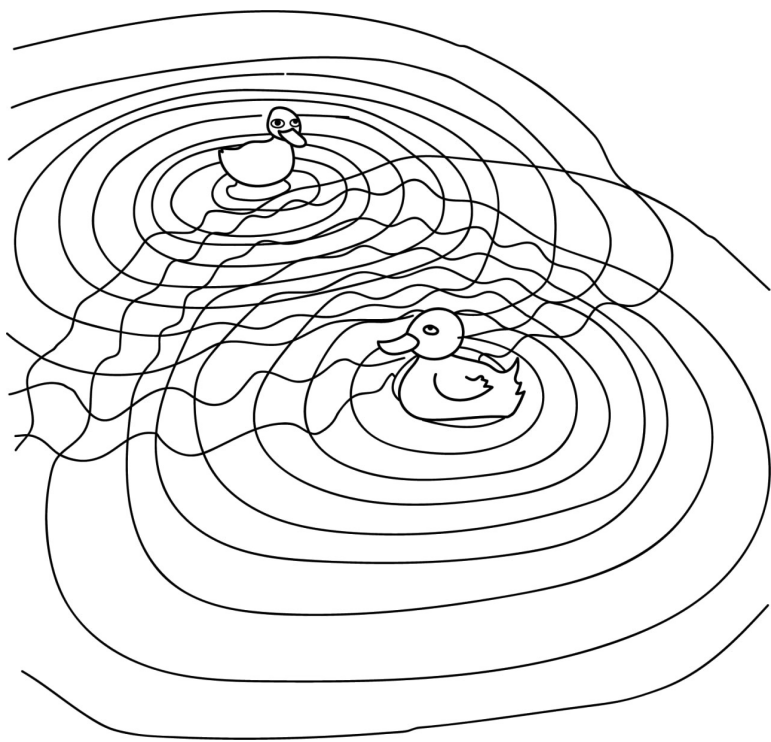
На пути распространения волн поместим экран с узкой щелью. За экраном будет расходиться круговая волна так, будто в щели находится источник волн.



ДИФРАКЦИЯ ВОЛН

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ — ЭТО ВЗАИМНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ИЛИ УМЕНЬШЕНИЕ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЙ АМПЛИТУДЫ ДВУХ ИЛИ НЕСКОЛЬКИХ КОГЕРЕНТНЫХ ВОЛН³ ПРИ ИХ НАЛОЖЕНИИ ДРУГ НА ДРУГА.

Например, если кинуть два камушка в воду, от них начнут расходиться круги. В какой-то момент круги начнут соединяться друг с другом. И вы увидите, что там, где они соединяются, высота волн увеличивается, а в других местах гасится. Вот это и называется *явлением интерференции*.



³ Когерентные волны — это волны, колебания которых происходят синхронно, т.е. с одинаковой частотой.

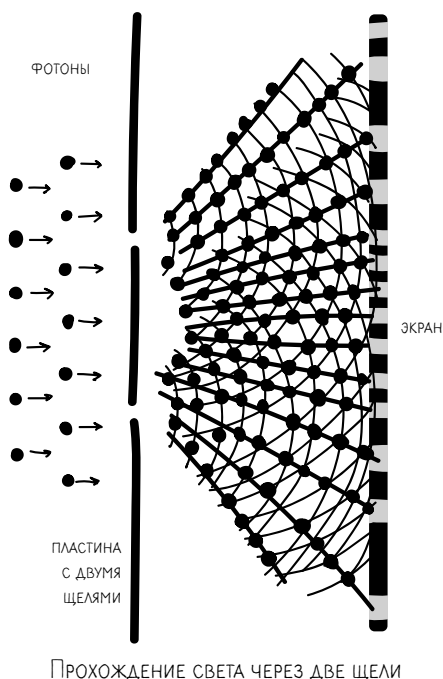
Глава 3. Двухщелевой эксперимент

Вся КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА МОЖЕТ БЫТЬ
ВЫВЕДЕНА ПУТЁМ ТЩАТЕЛЬНОГО ОСМЫСЛЕНИЯ
СЛЕДСТВИЯ ОДНОГО ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.

*Ричард Фейнман,
один из основателей квантовой теории*

Томас Юнг провёл свой знаменитый двухщелевой эксперимент ещё в далёком 1801 году. В чём суть опыта? Есть источник света, есть экран. Между ними помещают непрозрачную пластинку, в которой сделана длинная прорезь. На регистрирующем экране мы получаем тонкую полоску света. Сделаем ещё одну, параллельную прорезь рядом с первой. Мы ожидаем увидеть две полосы на экране, считая, что фотоны (кванты света) — это частицы. Но удивительно: полос не две. На нашем экране появляется узор из чередующихся тёмных и светлых полос (интерференционная картина). Точка, в которой пересекаются вершины волн, дающие наивысшую интенсивность, — это яркие линии.

Этот эксперимент стал самым часто повторяемым за всю историю физики. Он показывает, что свет — это не поток частиц, а электромагнитные волны, которые могут огибать препятствия и взаимодействовать друг с другом.



Однако это было только началом. Около 100 лет назад Эйнштейн с другими физиками исследовал свойства света, и расчёты показывали, что свет всё-таки состоит из частиц (фотонов). Но опыт Юнга показывал, что свет — это волна. Тогда ввели такое понятие, как «корпускулярно-волновой дуализм». То есть иногда свет ведёт себя как волна, а иногда — как частица (корпускула). Это кажется странным, но дальше всё становится ещё страннее.

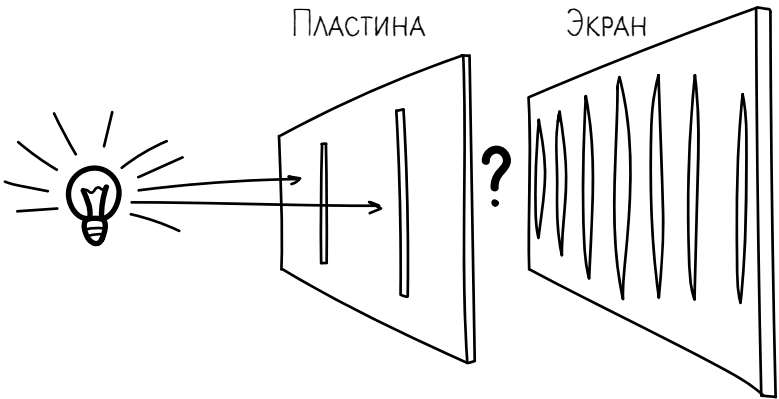
#ФИЗИКИШУТЯТ

УЗНАВ О КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОМ ДУАЛИЗМЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ СТАЛА ПРИСЫЛАТЬ СРАЗУ ДВЕ ПЛАТЁЖКИ: ЗА СВЕТ В ВИДЕ ЧАСТИЦЫ И ЗА СВЕТ В ВИДЕ ВОЛНЫ.

Физики смогли провести опыт Юнга с двумя щелями, но не со светом, а с пучком электронов. Учёные всегда сомневались: свет — это частицы или волна? А вот по поводу электронов сомнений не было⁴.

Учёные стали стрелять электронами по экрану с двумя прорезами. Удивительно, но получился интерференционный узор! Выпустили электроны — маленькие частицы материи, но получили рисунок, как в опыте с волной света. Как частицы материи создают интерференционный узор, словно волны?

Физики подумали: возможно, электроны, как маленькие шарики, отталкиваются друг от друга и создают такой узор? И учёные решили выпускать электроны по одному, чтобы исключить вероятность их взаимодействия друг с другом. И опять знакомая интерференционная картина!



ДВУХЩЕЛЕВОЙ ЭКСПЕРИМЕНТ С ЭЛЕКТРОННОЙ ПУШКОЙ

Как это возможно? Что вызвало интерференцию **ОДНОГО** электрона? Электрон — неделимая частица. Единичный электрон вылетает как частица, приобретает свойство волны, про-

⁴ Фотоны всё-таки особенные частицы: у них нет массы, они как бы не совсем «материальны». Электрон — это частица, которая имеет массу, имеет размер. Электроны вместе с другими частицами с ненулевой массой являются кирпичиками, из которых построен весь наш мир.

летая через обе щели одновременно. Он проходит через одну щель и проходит через другую. Физики были озадачены. Получается, электрон в момент прохождения пластины не существует как реальный объект с реальными координатами, а находится в двух местах одновременно.

Учёные решили понаблюдать, через какую щель электроны проходят на самом деле.

Глава 4. Влияние наблюдателя

Физики установили измеряющий прибор (датчик) возле одной щели, чтобы зарегистрировать, через какую именно щель пройдет электрон. *И оказывается, что квантовый мир и мистика не столь далеки друг от друга.* Картинка на экране резко поменялась и стала «классической»: два засвеченных участка напротив щелей и никаких чередующихся полос, т.е. никакой интерференции. *Электроны как будто знали, что за ними наблюдают, и не захотели проявлять свою волновую природу.*

#ФИЗИКИШУТЯТ

«ОЩУЩАЮ НА СЕБЕ МОЩЬ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ: РАБОТАЮ, ТОЛЬКО КОГДА ЗА МНОЙ НАБЛЮДАЮТ...»

Впоследствии этот эксперимент повторяли и с другими частицами, с атомами и со скоплениями атомов. Он всегда работает! Самые большие частицы, с которыми удалось к настоящему времени проделать опыт, — это молекулы, состоящие примерно из 2000 атомов. То есть такой размер — доказанная граница микромира, где действуют законы квантовой физики. Если вы будете бросать камешки в забор с двумя щелями, камешки будут пролетать в одну из щелей и интерферировать не будут. В микромире действуют другие законы. (Хотя позже

вы увидите, что даже в макромире могут происходить любые чудеса, включая неожиданные результаты бросания камешков, однако вероятность такого события очень мала.)

Конечно, опыт с датчиком ставит в тупик не только нас с вами, но и физиков всего мира. Эксперимент много раз пытались оспорить и опровергнуть. Но результаты всегда одни и те же: все объекты микромира проявляют себя как волны, и только когда мы за ними наблюдаем — становятся частицами. Получается, что...

...СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛИЯЕТ НА РЕЗУЛЬТАТ.

Возникает очень много вопросов. Неужели всё вокруг — это волны, пока не появится некий Наблюдатель? Но что значит «наблюдать», «измерять»? А если кошка станет наблюдать, это сработает? А улитка?

Будда говорил, что реальность возникает из пустоты как из неисчерпаемого источника. Пустота, или то, что называют дао в даосизме и брахман в индуизме, — понятия, очень близкие к осмыслению результатов двухщелевого эксперимента. Ведь вероятно, что реальность — это волны, набор возможностей, которые станут материей (частицами) только в присутствии наблюдателя. Объективной реальности не существует, есть только субъективная реальность, т.е. у каждого она своя. Реальность создаётся наблюдающим её умом.

Всё, что мы есть, — РЕЗУЛЬТАТ НАШИХ МЫСЛЕЙ.
УМ — ЭТО ВСЁ.

Будда

В буддизме и других восточных учениях сознание — это центр реальности. *То есть сознание и создаёт реальность подобно тому, как во сне мы создаём миры сновидений. Мира, отделённого от ума, не существует.*

Всякое вещество существует лишь благодаря силе, которая вызывает колебания атомных частиц и поддерживает целостность... системы атома. Мы должны предполагать, что за этой силой кроется сознательный разум, являющийся матрицей всякой материи.

*Макс Планк,
один из создателей квантовой теории*

То, что мы наблюдаем, — это не сама природа, а природа, которая выступает в том виде, в каком она представляется нам благодаря нашему способу постановки вопросов.

*Вернер Гейзенберг⁵,
один из создателей квантовой теории*

Вернёмся к двухщелевому эксперименту.

Возникает вопрос: а может, тут нет никакой мистики? Ведь на электрон нельзя просто «посмотреть». Посмотреть или измерить — это всегда провзаимодействовать. Частицы такие маленькие, что любое взаимодействие может сильно на них повлиять и изменить результаты эксперимента. На эту тему велись долгие дискуссии, и только в последние десятилетия удалось провести несколько экспериментов, которые приблизили нас к пониманию его результатов. Один из таких экспериментов — опыт с фуллереном.

⁵ О нём вы узнаете далее.

Глава 5. Опыт с фуллереном

В 2004 году был проведён эксперимент с пучком фуллеренов (молекул, состоящих из нескольких десятков атомов углерода). Как и следовало ожидать, на экране была интерференционная картина. Затем физики немного изменили условия опыта: на пути (до щелей) фуллерены облучали лазерным лучом. Это меняло их внутреннюю температуру (энергию колебания атомов внутри молекул).

Любое нагретое тело испускает тепловые фотоны. Изучая их характеристики, можно определить точное положение испустившей их молекулы. Чем выше температура, тем больше точность определения. При достаточно высокой температуре можно точно понять, в какую из щелей полетит фуллерен.

Если бы установку окружали датчики фотонов, они бы установили, на какой из щелей происходит рассеяние. Однако датчиков не устанавливали.

Было обнаружено, что увеличение нагрева приводит к размытию интерференционной картины, а затем и к полному исчезновению волновых эффектов. При температуре фуллеренов 3000 К на экране видны две чёткие полосы напротив щелей, т.е. интерференции нет.

Кажется, что одна только ВОЗМОЖНОСТЬ проследить за траекторией микрообъектов превращает их из волн в частицы. И не важно, знаем ли мы что-либо об их местоположении. Важ-

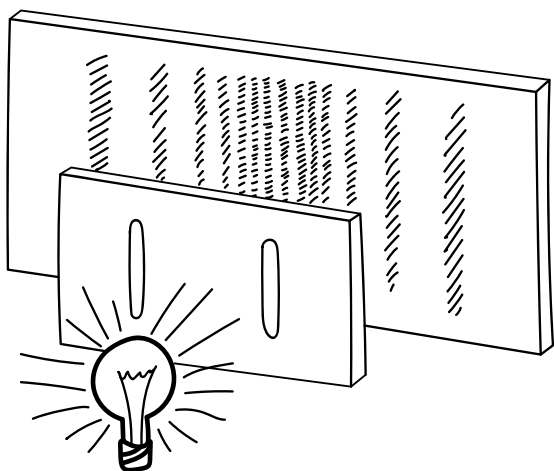
но только, что такую информацию принципиально возможно получить. Каким же образом фуллерены об этом «узнали»? Подробнее о таких процессах мы поговорим в следующих главах.

#ФИЗИКИШУТЯТ

КОГДА ЧИТАЕШЬ ХУДОЖЕСТВЕННУЮ ЛИТЕРАТУРУ, СОПЕРЕЖИВАЕШЬ ТО ОДНОМУ ПЕРСОНАЖУ, ТО ДРУГОМУ. ТО ЛИ ДЕЛО УЧЕБНИКИ ПО КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ И ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ! ТАМ ВСЕГДА СОПЕРЕЖИВАЕШЬ ОДНОМУ ГЕРОЮ — СЕБЕ.

Опыт с фуллереном кажется вам странным? Сейчас расскажу об ещё более странном эксперименте — эксперименте с отложенным выбором. Этот опыт ещё называется «квантовый ластик».

Глава 6. «Квантовый ластик» с отложенным выбором



ДВУХЩЕЛЕВОЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

В обычном двухщелевом эксперименте мы наблюдаем за электронами в момент, когда они проходят через щели. Мы хотим понять, через какую конкретно щель каждый электрон проходит. Как вы помните, если наблюдения нет, то мы видим интерференционную картину (электрон проявляет качества

волны). Если же наблюдение есть, то интерференционная картина пропадает и на экране появляются две засвеченные полосы (электроны ведут себя как частицы).

Суть эксперимента «квантовый ластик с отложенным выбором» в том, чтобы начать наблюдать за состоянием электрона уже ПОСЛЕ того, как он прошёл щель (но до того, как электрон попал на экран).

Технически это достаточно сложный эксперимент, я не буду приводить все его детали. Гейзенберг, Шрёдингер и Бор, конечно, тоже мечтали бы провести такой опыт, но в те времена это было невозможно. Эксперимент был впервые проведён в 1999 году.

И результат показал, что и в этом случае электроны ведут себя как частицы, а не как волны!

Получается, что, проходя щели, частицы уже «знают», что их вскоре будут измерять. Они как будто получили информацию из будущего.

Это поставило под сомнение наши представления о причинной последовательности. Неужели, как утверждают некоторые учёные, настоящее выбирает прошлое?

Это очень и очень интересный феномен, который физики до конца так и не могут объяснить.

Когда я училась в школе, я была уверена, что есть только одна точка зрения на то, где и как я живу. Я — отличница, пионерка, а СССР — самая справедливая страна в мире. Всё понятно. Впервые я серьёзно задумалась о том, как по-разному можно воспринимать факты из нашей жизни, когда переписывалась с девочкой из ФРГ.

Я изучала немецкий язык, был период сближения наших стран, и тем, у кого были хорошие отметки по языку, давали «друга по письмам». Так мы практиковали язык и узнавали новое о другой культуре. Моя подруга по письмам, Хельга, писала мне, что не любит зиму, так как мёрзнет: в доме очень холодно,

а отопление стоит дорого. Моё же детство проходило в типичной квартире московской многоэтажки, где было центральное отопление, и я даже никогда не задумывалась о подобных вопросах. А когда я рассказывала, как ходила отмечаться в очереди на диван, Хельга удивлённо спрашивала, почему диван нельзя просто купить. Я рассказывала о своих планах поступить в МГУ и о том, что надеюсь получить повышенную стипендию; а Хельга поражалась, что высшее образование и так бесплатное, так ещё дают довольно большую стипендию.

Так я осознала, что в картине мира другого человека любой факт моей биографии может приобретать иное значение. Но ведь и я сама могу взглянуть на факты из своей жизни под разными углами. Каждый факт может стать неожиданно важным, приобрести положительную или отрицательную оценку. Я могу своё советское детство описать, с одной стороны, как очень счастливое, а с другой — как бедное и несчастное; могу рассказать об отличной системе образования — и о том, как эта система убивает индивидуальность.

Глава 7. Объективна ли реальность

Посмотрев на результаты двухщелевого эксперимента, мы задаёмся вопросами: а существует ли вообще объективная реальность? Или реальность для каждого из нас субъективна (т.е. для каждого наблюдателя реальность своя)? Неужели Вселенная — это просто набор возможностей, совокупность волн, вплоть до момента появления сознания?

Далее мы подробнее узнаем, какие именно процессы приводят к «превращению» волн в частицы в соответствии со взглядами современной науки.

Ещё в XVIII веке были сказаны такие слова:

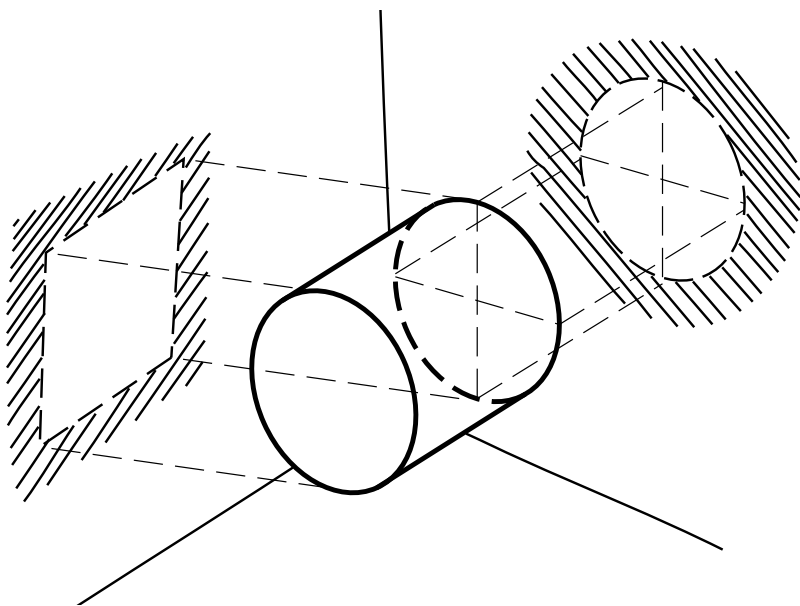
Объекты существуют только потому, что
есть люди, которые на них смотрят.

*Епископ Беркли,
философ*

Точно ли объективной реальности не существует?

У тех учёных, кто занимается квантовой физикой, есть фирменный ответ — ответ на многие вопросы: «Это так, но не точно».

Похоже, реальность — это нечто более сложное, чем мы можем себе представить. Вообразите, что есть цилиндр, но мы неспособны его увидеть. Мы как будто являемся существами, живущими на плоскости, и способны рассмотреть только его тени. Один из нас утверждает: это круг. А другой возражает: да нет, это квадрат. Мы можем бесконечно спорить, и каждый из нас будет по-своему прав. У каждого из нас — своя реальность.



У КАЖДОГО ИЗ НАС — СВОЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Возможно, объективной реальности нет вовсе. Возможно, она существует, но в такой сложной форме, что мы способны увидеть только «тень» как проекцию объекта в меньшую мерность.

Точно так же и для любого объекта микромира: сказать, что это частица, — значит, представить его как проекцию более сложного объекта. То же самое касается и волны.

Резюме и задание



Резюме

- Свет иногда ведёт себя как волна, иногда — как поток частиц. Это называется корпускулярно-волновым дуализмом.
- Двухщелевой эксперимент — самый главный опыт квантовой физики, из которого вытекают все основные законы. Он показывает, что любые объекты микромира проявляют свойства волны. Частицы как будто одновременно проходят через две щели и проявляют на экране интерференционную картину, свойственную волнам.
- Когда в двухщелевом эксперименте у щелей ставят датчики, чтобы понять, через какую из них всё-таки проходит электрон, он становится частицей.
- Из результатов двухщелевого эксперимента можно предположить, что поведение любых объектов микромира неразрывно связано с наличием наблюдателя. А при отсутствии сознающего наблюдателя все элементы реальности существуют в неопределённом состоянии.
- Вероятно, объективной реальности вовсе не существует.



Задание

Поиграем в создание собственных субъективных реальностей!

На любое событие, даже если оно давно прошло, можно посмотреть с разных точек зрения. Когда мы рассказываем, например, о своём детстве, то представляем лишь один из слоёв реальности. А хорошо было бы иметь много историй и вытаскивать их, как фокусник из шляпы, в зависимости от ситуации и от имиджа, который вы хотите создать.

Придумайте свои 10 автобиографий (можно только о детстве). Все они должны быть правдивыми. Но представьте правду с разных сторон, ведь можно выбрать разные факты и интерпретировать их разными способами. Расскажите истории:

- о своём счастливом детстве;
- о несчастливом детстве;
- о том, как вам повезло с родителями;
- о том, насколько сложные у вас семейные отношения, и т.д.

Используйте хештег **#арьекнига**, и будем делиться друг с другом историями.

ЧАСТЬ 3. ВСЁ ЧУДЕСАТЕЕ И ЧУДЕСАТЕЕ...

Вы изучите основные понятия и законы квантовой физики; узнаете, может ли объект находиться в нескольких местах одновременно, какова вероятность заключённому оказаться за тюремной стеной и «играть ли Бог в кости». А ещё попрактикуетесь использовать в жизни понятия квантовой физики и легко сможете продемонстрировать ум и эрудицию.

Глава 1. Волновая функция и уравнение Шрёдингера . . .	68
Глава 2. Принцип неопределённости Гейзенберга.	72
Глава 3. Принцип дополнительности Бора.	79
Глава 4. Квантовая суперпозиция	85
Глава 5. Туннельный эффект	89
Глава 6. Квантовая запутанность	92
Глава 7. Философские бои	94
Резюме и задания.	98

Глава 1. Волновая функция и уравнение Шрёдингера

Представьте, что вы принесли домой котёнка и выпустили его в прихожей из клетки-переноски. Котёнок убежал, и вы не знаете, где он. Можно предположить, что вероятность найти его в комнатах, близких к прихожей, выше, чем в комнатах второго этажа, например. Она выше и в местах, где котята любят прятаться: под диваном, в ящиках, под шкафом. На кухне эта вероятность будет достаточно высокой, так как котёнка могут привлечь запахи еды.

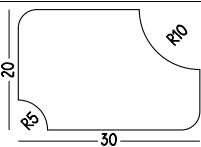
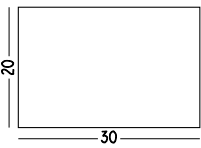
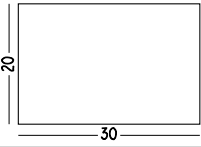
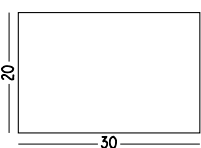
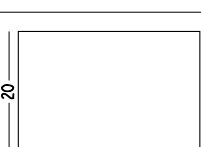
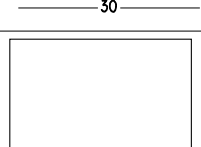
Распределение вероятности — это волновая функция котёнка. Обратите внимание, что она меняется со временем. Через пару часов вероятность найти котёнка в дальних комнатах увеличится. Поскольку вы не видите котёнка, то ничего не можете сказать о его местоположении. Есть только вероятность. И вот вы ходите по дому, заглядываете под мебель, за шторы... И в один миг — раз! — видите котёнка. Физик скажет, что произошёл коллапс волновой функции (т.е. котёнок обнаружен в определённом месте).

Именно таким образом волновая функция описывает поведение частиц — как котёнка. Только между частицей и котёнком есть одна существенная разница. Котёнок всё-таки в каждый момент времени где-то находится — просто вы не знаете

где. А, например, электрон НИГДЕ не находится, пока мы его не пронаблюдаем. Любая частица существует как эволюционирующий набор вероятностей до тех пор, пока не произойдёт коллапс её волновой функции.

#ФИЗИКИШУТЯТ

ЭВОЛЮЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

1970		Вычислите площадь фигуры
1985		Вычислите площадь прямоугольника
2000		Вычислите площадь прямоугольника, умножив длину на ширину
2010		Какова площадь прямоугольника? Выберите правильный ответ: – 4000 – 600 – 800 000
2015		Какова площадь прямоугольника? Выберите правильный ответ: – Канада – 600 – Завтрак
2020		Раскрасьте прямоугольник в свой любимый цвет

Эрвин Шрёдингер создал своё знаменитое уравнение в 1925 году. Шрёдингера считают Казановой в среде физиков: он очень любил женщин и постоянно заводил новые романы. Однажды он поехал на рождественские каникулы с очередной дамой сердца в уединённый отель в Австрии, и именно там ему пришла идея уравнения, которое наряду с $E = mc^2$ называют самым важным уравнением физики.

Это — дифференциальное уравнение, аналог уравнения Ньютона в квантовой механике. Только уравнение Шрёдингера описывает поведение объектов микромира. Решение этого уравнения — это математическая величина, называемая *волновой функцией* и обозначаемая греческой буквой пси (Ψ). Пси — это математическое облако вероятности: оно показывает нам вероятность того, что электрон окажется в том месте, где мы будем его искать.

На языке науки: КВАДРАТ МОДУЛЯ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ ОПИСЫВАЕТ
ВЕРОЯТНОСТЬ ТОГО, ЧТО ЭЛЕКТРОН НАХОДИТСЯ ТАМ, ГДЕ МЫ ЕГО БУДЕМ
ИСКАТЬ.

Уравнение Шрёдингера произвело эффект разорвавшейся бомбы. Ведь оно означает, что предсказать будущее невозможно. И не только на уровне микромира. Потому что крупные объекты, включая нас с вами, тоже состоят из частиц. И любая из частиц может поменять направление движения без всякой видимой причины. С ещё меньшей вероятностью, но даже все они могут поменять направление, и вы можете оказаться, например, сидящим в амазонских джунглях.

ЧЕМ БОЛЕЕ УСПЕШНОЙ СТАНОВИТСЯ КВАНТОВАЯ
ТЕОРИЯ, ТЕМ ГЛУПЕЕ ОНА ВЫГЛЯДИТ.

*Альберт Эйнштейн,
один из основателей современной
теоретической физики*

Многие столетия в физике господствовал детерминизм — теория, согласно которой все будущие события возможно предсказать. Если бы были известны координаты и скорости всех частиц во Вселенной, то можно было бы со 100%-ной точностью утверждать, что случится в каждое следующее мгновение. Здесь квантовая теория полностью опровергла физику Ньютона, согласно которой мир предсказуем и упорядочен. Мнение, что у каждого следствия есть чётко определённая причина, оказалось неверным.

Постепенно взгляды физиков — основателей квантовой теории разделились. С одной стороны были Гейзенберг и Бор, которые считали отсутствие детерминизма основой мироздания и много писали о связи квантовой физики с философией, психологией. Время доказало правоту именно этой точки зрения, именно за это была получена Нобелевская премия по физике в 2022 году.

А с другой стороны были Эйнштейн со Шрёдингером, которые не находили это разумным и говорили, что мир детерминирован и происходящее с объектами микромира между моментами наблюдения нам просто знать не дано. Шрёдингер для обоснования своей точки зрения придумал мысленный эксперимент с котом (*кот Шрёдингера*), который мы подробно разберём в следующей части книги.

Глава 2. Принцип неопределённости Гейзенберга

Давайте немного отвлечёмся и поговорим о Гейзенберге и о развитии квантовой теории.

Квантовая физика, как вы уже поняли, очень активно развивалась в 1920–1930-е годы. В становлении науки участвовали в основном четыре страны: Англия, Германия, США и Советский Союз. В СССР квантовую теорию вначале не приняли: её рассматривали как буржуазную философию, не соответствующую марксизму-ленинизму. Однако в 1930-е годы квантовая физика стала поддерживаться правительством. В СССР даже проводились международные конференции, а советские учёные часто ездили на стажировку в Германию и Англию.

Но с началом войны всё это сотрудничество прекратилось, а к концу для квантовой физики в Советском Союзе опять началось непростое время.

Был даже такой лозунг: «Разоблачение реакционного эйнштейнства в области физической науки — одна из наиболее актуальных задач советских физиков и философов!»⁶ Квантовую физику вполне могла постигнуть та же участь, что и генетику и молекулярную биологию. В январе 1949 года было на-

⁶ Философские вопросы современной физики. М: Академия наук СССР, 1952. — сборник статей

значено всесоюзное совещание. На нём собирались полностью разгромить квантовую физику и даже убрать её из учебников. Однако президенту АН СССР С. И. Вавилову и руководителю советского атомного проекта И. В. Курчатову в конце концов удалось похоронить эту затею.

В августе 1949 года состоялось успешное испытание первой советской ядерной бомбы; создание атомного оружия представлялось для советского руководства важнейшей задачей. Квантовая физика, лежащая в основе теории радиоактивного распада (и, соответственно, ядерных бомб), опять вошла в почёт, и с тех пор советские учёные, занимавшиеся ею, всячески поддерживались государством.

Изначально немецкие учёные занимали лидирующие позиции в развитии квантовой теории. Но в 1933 году к власти пришёл Гитлер. Он не признавал квантовую физику, впрочем, как и теорию относительности, и называл её «жидовской антинаукой». Многие физики стали уезжать из страны. Однажды Шрёдингер увидел на улице, как фашисты избивают евреев, и попытался за них заступиться. Тогда стали бить и его, и избивание остановилось, только когда один из фашистов узнал учёного и сказал остальным, что это лауреат Нобелевской премии по физике. Вскоре Шрёдингер уехал из Австрии.

Макс Планк лично просил Гитлера остановить гонения на физиков, но Гитлер ответил, что не будет поддерживать евреев. Сын Планка был среди заговорщиков, пытавшихся убить Гитлера, но его схватили, подвергли пыткам и казнили.

Со временем Гитлер всё же решил воспользоваться научным превосходством Германии и вложил много сил в создание атомной бомбы. Эйнштейн, узнав об этом, пришёл в ужас, ведь наличие ядерной бомбы в руках фашистов принципиально повлияло бы на исход войны. Он написал письмо Франклину Рузвельту с призывом начать разработку атомного оружия в США. И Рузвельт согласился на финансирование Манхэттенского проекта, что привело к созданию первой атомной бомбы.

В те годы Вернер Гейзенберг был, по мнению многих учёных, лучшим физиком на земле. В 1932 году он получил Нобелевскую премию с формулировкой «за создание квантовой механики». Тем не менее в 1935 году ему было отказано в кафедре Мюнхенского университета.

В Германии про Гейзенберга писали: «Ибо не сам по себе расовый еврей нам опасен, сколько дух, который он распространяет. И если носителем этого духа является не еврей, а немец, то с ним нужно бороться вдвое решительнее, чем с расовым евреем, который не может скрыть происхождения своего духа. Народная мудрость придумала даже специальное обозначение „белый еврей“ для подобных бациллоносителей»⁷.

Гонения на Гейзенберга удалось приостановить его матери, которая была подругой матери Гиммлера и попросила её о содействии. В результате расследования Гиммлер пришёл к выводу, что Гейзенберг — настоящий немецкий патриот. Гейзенберг не стал уезжать, он пользовался полным доверием вождей рейха, преподавал и по возможности поддерживал немецких физиков.

В самой науке в те годы происходили революционные изменения. В 1939 году немецкие физики доказали и теоретически обосновали расщепление ядра урана. Гитлер понял важность создания нового мощнейшего чудо-оружия и назначил Гейзенберга руководителем немецкой ядерной программы.

В 1941 году немецкие физики сильно опережали своих коллег из других стран. Почему же нацистская Германия не создала атомную бомбу?

Точного ответа нет. В 1941 году Гейзенберг встретился с Бором (они были близкими друзьями). Нильс Бор был ярым

⁷ Евгений Беркович, Семь искусств, №9. 14.10, 2013

противником нацизма и помогал американцам в создании бомбы. Гейзенберг тоже не поддерживал нацизм, однако был патриотом Германии и желал своей стране победы. Специально ли Гейзенберг саботировал создание немецкой бомбы, как впоследствии считалось? Или просто американцам это удалось сделать быстрее?

Известно, что Бор после встречи с Гейзенбергом посчитал, что тот предложил ему сотрудничать с фашистами. Бор сказал: «Гейзенберг должен разобраться со своей совестью сам»⁸. Отношения между учёными стали напряжёнными. ЦРУ даже разработало план убийства Гейзенберга в 1944 году, который, однако, провалился.

После войны Гейзенберг призывал прекратить ядерные испытания. Он много занимался научной работой и написал несколько книг о связи квантовой физики и философии.

Теперь перейдём с вами к изучению принципа неопределённости Гейзенберга.

Вернеру Гейзенбергу было 25 лет, когда он сделал свои основные открытия. (Кстати, столько же лет было Эйнштейну, когда он опубликовал статьи, положившие начало теории относительности.) Однажды Гейзенберг гулял поздно вечером по парку и на аллее под фонарём увидел человека. Вдруг этот человек пропал и вскоре появился под следующим фонарём. И всё повторилось. Гейзенберг подумал, что в действительности прохожий не появлялся и не пропадал, а каким-то образом переходил от одного светового пятна к другому. И тут Гейзенбергу пришла в голову мысль: а ведь элементарные частицы ведут себя точно так же. Они проявляются для нас в моменты взаимодействия, между которыми не имеют точного положения, и неизвестно, что с ними происходит.

Тогда это было революционной идеей! Гейзенберг в приподнятом настроении вернулся домой и стал делать вычисле-

⁸ Бомба для Гитлера. Неизвестные документы Нильса Бора / Владимир Абазинов

ния, которые подтвердили его правоту. Эта идея превратила его вскоре в одного из лучших физиков мира.

Самое известное открытие Гейзенберга — это принцип неопределённости.

Принцип неопределённости звучит так: невозможно одновременно с точностью определить координаты и скорость частицы.

#ФИЗИКИШУТЯТ

МАТЕМАТИКИ



Просто увеличь немного
значение на...



Нееет! Тогда значение не будет
точным!!!

Физики



Это корова или шар?



Да.

Это правило касается не только координат и скорости, но и любых двух смежных параметров микрообъекта, например тока и напряжения или электрического и магнитного полей.

ЧЕМ ТОЧНЕЕ ИЗМЕРЯЕТСЯ ОДНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧАСТИЦЫ, ТЕМ МЕНЕЕ ТОЧНО МОЖНО ИЗМЕРИТЬ ВТОРУЮ.

Неопределённость — это погрешность измерения.

$$\Delta X \cdot \Delta V \geq \frac{h}{2\pi \cdot m},$$

где ΔX — погрешность измерения пространственной координаты частицы;

ΔV — погрешность измерения скорости частицы;

h — постоянная Планка (её вы изучили в главе «Что такое квант»);

m — масса частицы.

То, что мы не можем одновременно точно измерить и скорость частицы, и её местоположение, не связано с неточностью приборов. В этом сама суть нашего мира. Так природа как будто защищает свои секреты, не хочет их выдавать.

Распространённая ошибка: иногда говорят, что мы вообще не можем точно измерять координаты частицы или её скорость. Это неправда. Посмотрите на формулу. Мы можем достаточно точно измерять координаты частицы, но тогда погрешность в измерении скорости будет стремиться к бесконечности. То есть если мы точно измерим координаты, то о скорости частицы мы не сможем сказать вообще ничего. И наоборот, если мы точно измерим скорость, то ничего не сможем сказать о том, где частица находится.

#ФИЗИКИШУТАТ

ПОПУЛЯРНАЯ НАДПИСЬ НА СТЕНАХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТЕТОВ:
«ЗДЕСЬ, ВОЗМОЖНО, БЫЛ ГЕЙЗЕНБЕРГ».

Гейзенберг всю жизнь изучал философию и написал несколько книг. Он утверждал: «...вряд ли можно продвинуться в современной атомной физике, не зная греческой философии»⁹. Гейзенберг изучал Иммануила Канта, и это привело физика к необычной концепции причинности: «...в формулировке закона причинности — „если точно знать настоящее, можно предсказать будущее“ — неверна предпосылка, а не заключение. Мы в принципе не можем узнать настоящее во всех деталях»¹⁰.

Рассмотрим следующий фундаментальный принцип.

⁹ Вернер Гейзенберг и философия / А.В. Ахутин

¹⁰ Эволюция понятий квантовой механики / М. Джеммер

Глава 3. Принцип дополнительности Бора

Про Нильса Бора я уже упоминала в первой части книги. Бор — один из основоположников квантовой физики. Создатель термина «квантовый скачок». Этот удивительный учёный сделал массу открытий, и вместе с тем самым главным своим достижением он считал принцип дополнительности. Роль принципа дополнительности оказалась столь существенной, что Вольфганг Паули даже предлагал назвать квантовую теорию теорией дополнительности, по аналогии с теорией относительности.

#ФИЗИКИШУТЯТ

Над дверью своего деревенского дома Бор прибил подкову, которая, согласно поверью, должна приносить счастье.

Увидев подкову, один из посетителей воскликнул: «Неужели такой великий учёный, как вы, может действительно верить, что подкова над дверью приносит удачу?» — «Нет, — ответил Бор, — конечно, я не верю. Это предрассудок. Но, вы знаете, говорят, она приносит удачу даже тем, кто в это не верит».

Принцип дополнительности был сформулирован Нильсом Бором в 1927 году. Официально он звучит так:

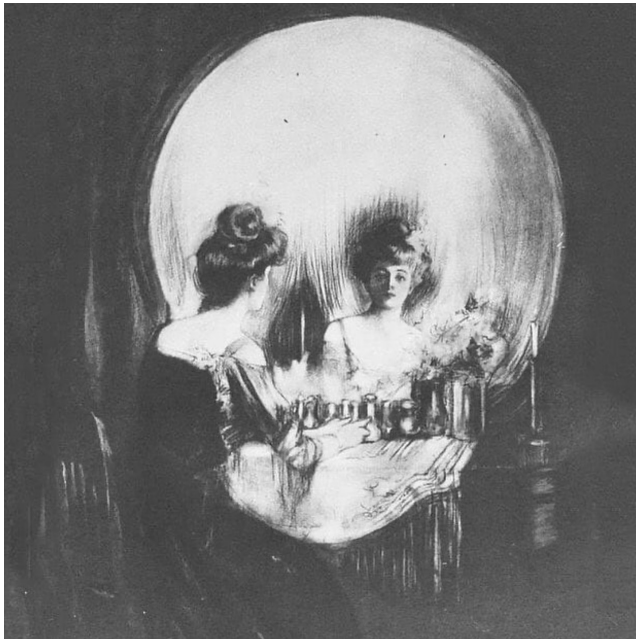
Для полного описания квантово-механических явлений
необходимо применять два взаимоисключающих набора
классических понятий, совокупность которых даёт
исчерпывающую информацию об этих явлениях как о целостных.

Скажем более простыми словами:

Оба как будто противоречащих друг другу аспекта необходимы
для полного описания системы.

Вот понятные примеры:

- частица и волна (помните, что объекты микромира могут быть либо частицей, либо волной?) или
- физическая картина явления и её математическое описание.



Чарльз Аллан Гилберт. Всё света (1892)

Посмотрите на картину Гилберта «Всё суэта». Что вы видите: молодую цветущую женщину за туалетным столиком или череп?

Чтобы полностью описать картину, нужно признать, что на ней присутствует либо женщина, либо череп. Их нельзя увидеть одновременно. И таким образом получается философский принцип, который говорит о дополняющих друг друга аспектах, необходимых для полного описания системы.

То же самое с электронами в квантовой физике. Они могут проявляться волной или частицей (как уже обсуждалось в главах о корпускулярно-волновом дуализме) и никогда — и той, и другой одновременно.

Обратите внимание: многие не-физики ошибаются, нарушая принцип дополнительности, когда говорят, что электрон — это одновременно и волна, и частица. Это грубейшая ошибка, за которую студента сразу отправили бы с экзамена с двойкой, даже не слушая дальше.

На картине вы видите либо женщину, либо череп. Вы не можете видеть одновременно и то, и другое.

Любой объект микромира может проявляться либо частицей,
либо волной; никогда одновременно той и другой.

Можно расширить и обобщить принцип дополнительности, используя понятия, с которыми мы сталкиваемся каждый день:

- пространство и время — две характеристики физической реальности;
- наука и искусство — два способа изучения окружающего мира;
- физики и лирики — они одинаково важны для социума;
- теория и эксперимент — оба аспекта необходимы для доказательства гипотезы;
- инь и ян — женское и мужское начало как единство и борьба противоположностей.



Задание

Придумайте свои примеры принципа дополнительности.

Нильс Бор был членом многих академий наук (включая даже АН СССР с 1929 года). Он был произведён в пэры Англии и получил высшую национальную награду Дании. В качестве своего герба он выбрал изображение инь и ян. На гербе начертан девиз: **CONTRARIA SUNT COMPLEMENTA** («Противоположности суть дополнения»).



Как ещё можно описать принцип дополнительности?

Рассматривая одно и то же явление с разных точек зрения, мы можем прийти к разным результатам. Но только совокупность представлений о предмете даёт его истинную картину.

Существует древняя притча о слоне.

СЛОН И СЛЕПЫЕ МУДРЕЦЫ

В одной деревне жили слепые мудрецы.

Как-то раз они услышали: «Эй, к нам пришёл слон!»

Слепые не имели ни малейшего представления о том, что такое слон и как он может выглядеть.

— Я знаю, — сказал один мудрец, — мы ощупаем его!

— Хорошая идея! — согласились другие. — Так мы сможем узнать, какой он, этот слон.

Итак, шесть мудрецов пошли «смотреть» слона.

Первый нащупал большое плоское ухо. Оно медленно двигалось вперёд и назад.

— Это веер! Слон похож на веер! — воскликнул он.

Второй мудрец стоял возле ноги слона и трогал её. Она была круглой и могучей.

— М-м-м... Это что-то круглое и толстое... Слон похож на дерево! — воскликнул он.

— Вы оба не правы, — сказал третий. — Да, он круглый, но не толстый и к тому же очень гибкий! Он похож на верёвку! — Этот мудрец нащупал хвост слона.

— Ну нет! Слон похож на копьё! Да — круглый, да — тонкий, но не гибкий! — воскликнул четвёртый, который ощупывал бивни.

— Нет, нет! — закричал пятый. — Слон — как высокая стена. Большая, широкая и шершавая, — говорил тот, ощупывая бок слона.

Шестой мудрец держал хобот.

— Все вы не правы, — сказал он. — Слон похож на змею.

— Нет, на верёвку!

— Нет, на змею!

— На стену!..

— Вы ошибаетесь!..

— Я прав!..

Шестеро слепых мудрецов безудержно кричали друг на друга. Их спор продолжался целый день. Потом ещё один день, затем неделю, а к единому мнению они так и не пришли. Каждый мудрец представлял себе лишь то, что могли чувствовать его руки, и верил он только себе.

Поэтому они никогда так и не узнали, как выглядит слон.

Только совокупность описаний предмета даёт полную картину.

ШУТЛИВАЯ ВЕРСИЯ ПРИТЧИ О СЛОНЕ И МУДРЕЦАХ

СОБРАЛОСЬ ОДНАЖДЫ ШЕСТЬ СЛЕПЫХ СЛОНОВ В НАДЕЖДЕ ВЫЯСНИТЬ СОВМЕСТНЫМИ УСИЛИЯМИ, ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ЧЕЛОВЕК.

Один слон пощупал человека ногой и сказал:

— Человек — это что-то маленькое и плоское.

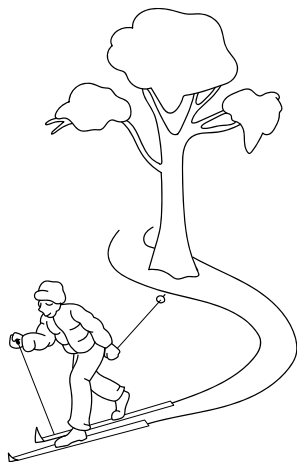
Остальные тоже пощупали человека ногой и единодушно согласились с первым.

Точно так же и мы с вами можем спорить друг с другом, когда смотрим на мир. Не только на слона, а на любые предметы, явления и даже понятия. Наши возможности всегда ограничены и не позволяют нам полностью видеть всего «слона» сразу. Мы можем пощупать его ногу, хвост, хобот или бивень и приблизиться к пониманию того, что же такое слон. Так мы составляем своё представление о мире.

Глава 4. Квантовая суперпозиция

Рассмотрим одно из самых загадочных явлений квантовой физики, которое называется квантовой суперпозицией.

Квантовая суперпозиция — это суперпозиция состояний¹¹, которые не могут быть реализованы одновременно с точки зрения обыденной реальности в классической физике.



«КВАНТОВЫЙ» ЛЫЖНИК

¹¹ Состояние физической системы, согласно классической физике, — это информация о местоположении и скорости всех частиц, входящих в эту систему. А в квантовой физике состояние системы описывается волновой функцией.

Посмотрите на картинку «квантового» лыжника. Мы видим, что он одновременно проехал и с одной, и с другой стороны дерева! В этом случае говорят, что он находился в суперпозиции.

СУПЕРПОЗИЦИЯ — ЭТО СПОСОБНОСТЬ КВАНТОВОЙ СИСТЕМЫ
ОДНОВРЕМЕННО НАХОДИТЬСЯ В ДВУХ ВЗАИМОИСКЛЮЧАЮЩИХ
СОСТОЯНИЯХ.

Квантовая частица может пребывать одновременно в двух, трёх состояниях и более.

Вспомним двухщелевой эксперимент. В отсутствие наблюдения частица проходит через две щели одновременно, это мы видим благодаря интерференционной картинке на экране. Здесь как раз суперпозиция состояний: частица проходит через одну щель и через другую одновременно. Однако необходимо различать суперпозицию и следствие этой суперпозиции — интерференцию. Нам видна только интерференционная картина, но мы не можем «увидеть» суперпозицию. Частицу одновременно в двух местах никто не наблюдал. Частица ведёт себя неким загадочным образом, «показывая» нам, что она находилась как бы одновременно в двух разных местах. Но любой эксперимент обнаружит её только в одном месте! (Согласно волновой функции, в двухщелевом эксперименте частица находится даже в суперпозиции четырёх состояний: она прошла через первую щель, через вторую, через две одновременно и [или] не прошла ни через одну из них.)

#ФИЗИКИШУТЯТ

ВСЕГДА СМОТРИТЕ ЗА МОЛОКОМ, КОГДА ЕГО КИПЯТИТЕ. ВЕДЬ ВСЕМ ИЗВЕСТНО, ЧТО МОЛОКО ОБЛАДАЕТ КВАНТОВЫМИ СВОЙСТВАМИ И ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ КИПЕНИЯ ВХОДИТ В СОСТОЯНИЕ СУПЕРПОЗИЦИИ: «УБЕЖАЛО» И «НЕ УБЕЖАЛО» ОДНОВРЕМЕННО. ЭФФЕКТ НАБЛЮДАТЕЛЯ ПРИВЕДЁТ К КОЛЛАПСУ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ, И МОЛОКО НЕ УБЕЖИТ.

Суперпозиция состояний касается не только положения частицы. Частица может одновременно двигаться и быстро, и медленно; вращаться и в одну, и в другую сторону.

Если мы говорим о квантовом мире, там можно быть «немножко беременной». Мало того, любая женщина в квантовом мире могла бы находиться одновременно в любом из возможных состояний: быть и беременной, и не беременной; быть и девушкой, и женщиной, и старухой. Как и мужчина может быть одновременно миллиардером и нищим, старым и молодым, полным и худым. В этом и состоит чудо квантового мира.

А что нам запрещает применять понятие квантовой суперпозиции для макромира? Каждый макрообъект состоит из частиц, которые точно подчиняются законам квантовой физики. Значит, макрообъект тоже может быть описан волновой функцией. Почему же мы не наблюдаем суперпозицию в обыденной жизни? А потому что происходят процессы, разрушающие эту суперпозицию, и система оказывается в одном из возможных состояний. Подробнее об этом мы поговорим в следующих главах.

#ФИЗИКИШУТЯТ

Что говорят разные психотерапевты, если спросить у них:
«Как пройти на вокзал?»

Гештальттерапевт: «Разреши себе хотеть попасть на вокзал».

Семейный терапевт: «Для кого из семьи особенно важно, чтобы вы шли на вокзал?»

Логотерапевт: «Какой смысл в том, чтобы идти на вокзал?»

Реинкарнационный терапевт: «Вернитесь во времена до своего рождения. Что это за карма, которая вынуждает вас быть зависимым от других?»

НЛП-терапевт: «Представьте, что вы уже там. Какие шаги вы предприняли?»

Гипнотерапевт: «Закройте глаза. Ваше бессознательное знает путь к вокзалу».

Коуч: «Если разжую вам решение, это не разрешит вашу основную проблему».

А физик-ядерщик скажет: «Войдите в состояние суперпозиции с вокзалом. При коллапсе волновой функции вы окажетесь на вокзале».

Глава 5. Туннельный эффект

Предположим, катится по полю мяч. На пути его движения — холм. Для того чтобы его преодолеть, мячу необходимо иметь достаточное количество энергии (достаточно большую скорость). Мы интуитивно это понимаем. Кинетическая энергия мяча должна быть больше его потенциальной энергии на вершине холма, тогда мяч сможет перевалиться через вершину и оказаться за холмом. Если же у мяча не будет достаточного количества энергии, он не доберётся до вершины и скатится обратно.

А в микромире происходит по-другому.

Всегда есть вероятность, что мяч, у которого совсем небольшая скорость, может оказаться с другой стороны даже очень высокого холма. При этом мяч как бы возьмёт у пространства энергию взаймы и после того, как окажется с другой стороны холма, отдаст её пространству обратно. Мало того, даже мяч, который никуда не катится, может оказаться с другой стороны холма! (Правда, с ещё более маленькой вероятностью). В этом случае речь идёт уже не о реальном физическом холме, а об энергетическом барьере, который частице с недостаточной энергией надо преодолеть.

ТУННЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ — ЭТО ПРЕОДОЛЕНИЕ МИКРОЧАСТИЦЕЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО БАРЬЕРА В СЛУЧАЕ, КОГДА ЕЁ ПОЛНАЯ ЭНЕРГИЯ МЕНЬШЕ, ЧЕМ ТА, КОТОРАЯ БЫ ДЛЯ ЭТОГО ПОТРЕБОВАЛАСЬ.

Это явление происходит, например, в алюминиевой проводке в наших домах и во многих электронных устройствах. Альфа-излучение и термоядерные реакции, которые мы рассматривали в первой части, возможны только благодаря туннельному эффекту.

Другой пример туннельного эффекта — процесс термоядерного синтеза, питающий энергией звёзды, в частности Солнце, благодаря которому мы живём. При термоядерном синтезе сталкиваются два лёгких ядра, в результате чего образуется новое ядро и излучается один нейтрон. Согласно классической физике, между двумя частицами с одинаковым зарядом действует мощная сила взаимного отталкивания. Это и есть потенциальный барьер, и ядра просто не могли бы сблизиться на достаточное расстояние, чтобы синтезировать новое ядро. Этот барьер преодолевается благодаря высокой скорости таких ядер и туннельному эффекту.

БЛАГОДАря ТУННЕЛЬНОМУ ЭФФЕКТУ (С КРОШЕЧНОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ) ПРИ УДАРЕ КУЛАКОМ ПО СТОЛУ МОЛЕКУЛЫ В РУКЕ И СТОЛЕ ПРОЙДУТ МИМО ДРУГ ДРУГА, И ВАША РУКА ПРОЙДЁТ СКВОЗЬ СТОЛ.

Впервые о туннельном эффекте я услышала от дедушки, когда мне было лет двенадцать. Я была поражена.

— *То есть, — спросила я, — какой-то электрон моего тела вполне может телепортироваться в Аргентину, например?*

— *Может, — ответил дедушка.*

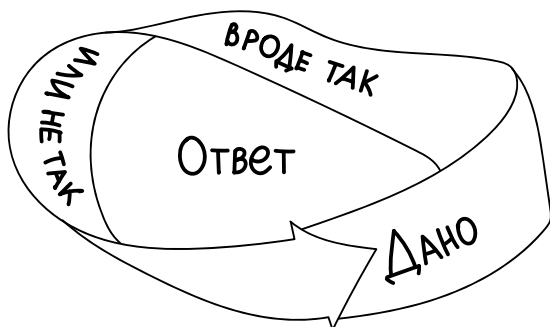
— *И моё тело целиком, прямо вместе с креслом, тоже может телепортироваться?*

— Вероятность этого уж очень мала, но теоретически может.

— И на Луну тоже?!

— И на Луну тоже, — улыбаясь, ответил дедушка.

#ФИЗИКИШУТЯТ



Задача об арестанте

Когда я была студенткой физфака МГУ, нам давали задачу об арестанте. Мы высчитывали, какова вероятность того, что арестант пройдет сквозь стену, т.е. окажется снаружи тюрьмы.

С точки зрения здравого смысла это невозможно. Ведь тогда получается, что человек может проходить сквозь стены! Но зная о туннельном эффекте — возможно. Ведь человек состоит из атомов, каждый из которых может в соответствии с туннельным эффектом «просочиться» сквозь стену.

Расчёты показывают, что для реализации этой идеи требуются многие миллиарды лет — больше времени, чем вообще просуществует наша Вселенная.

С точки зрения одного арестанта, это, конечно, долгий срок. А если представить, что этих арестантов миллиарды? Из 8 миллиардов человек, живущих сегодня на нашей планете, хотя бы один может пройти сквозь стену гораздо быстрее, с большой вероятностью — даже в течение года. Тогда вопрос с вероятностью таких событий приобретает уже совсем другой смысл.

Глава 6. Квантовая запутанность

Допустим, я возьму пару перчаток, не глядя положу по одной перчатке в разные коробки и отправлю их в далёкие страны. Первый адресат заглянет в коробку, увидит, какую именно — правую или левую — перчатку он получил, и сообщит мне. Тогда я легко определю, на какую руку другая перчатка, хотя вторую коробку ещё никто не открыл. Похожая корреляция происходит и в квантовом мире.

КВАНТОВАЯ ЗАПУТАННОСТЬ ВОЗНИКАЕТ, КОГДА СТАНОВЯТСЯ СВЯЗАННЫМИ ДРУГ С ДРУГОМ ДВЕ ЧАСТИЦЫ ИЛИ БОЛЕЕ. ТО, ЧТО ПРОИСХОДИТ С ОДНОЙ ЧАСТИЦЕЙ, СРАЗУ ЖЕ ВЛИЯЕТ НА ДРУГУЮ, НЕСМОТРЯ НА РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ НИМИ.

Например, два фотона взаимодействовали, т.е. запутались¹² между собой, и улетели друг от друга на большое расстояние. И если мы измерим спин (момент вращения) первой частицы, он окажется положительным, а спин второй — всегда отрицательным, и наоборот. Правда, как только мы измерим одну частицу, запутанное состояние пропадёт. Измерение параметра одной частицы всегда сопровождается мгновенным (быстрее скорости света) прекращением запутанности другой.

¹² Запутанность — это и спутанность, и перепутанность.

Такая взаимозависимость сохраняется, даже если микро-объекты разнесены в пространстве на громадные расстояния. Были проведены опыты с запутанными фотонами, разнесёнными на тысячу километров, и они показали эту связь.

Квантовая запутанность немного отличается от классической. Как в примере с перчатками: ведь я не знала, какая перчатка к какому адресату отправлена, но тем не менее летела уже определённая перчатка. А в микромире во Вселенной нет точной информации о частице, пока мы её не пронаблюдали. Нет информации, как ориентирован спин частицы. Но как только мы измерим спин одной частицы, то тут же узнаем спин другой.

Запутаться могут любые частицы, которые взаимодействовали друг с другом (например, две частицы, появившиеся в результате распада атома). Запутанных частиц может быть сколько угодно. И запутаться они могут по любому квантовому числу (это число, характеризующее квантовую систему; спин — одно из них).

КВАНТОВАЯ ЗАПУТАННОСТЬ, ИЛИ, КАК ЭЙНШТЕЙН НАЗЫВАЛ ЭТО ЯВЛЕНИЕ, «ЖУТКОЕ ДЕЙСТВИЕ НА РАССТОЯНИИ», — ОДНО ИЗ САМЫХ МИСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ. По сути, это — отсутствие независимости в КВАНТОВЫХ СИСТЕМАХ.

Благодаря квантовой запутанности был создан квантовый компьютер, развивается квантовая криптография, которая позволит получить полную сохранность данных, и происходит много других интереснейших явлений.

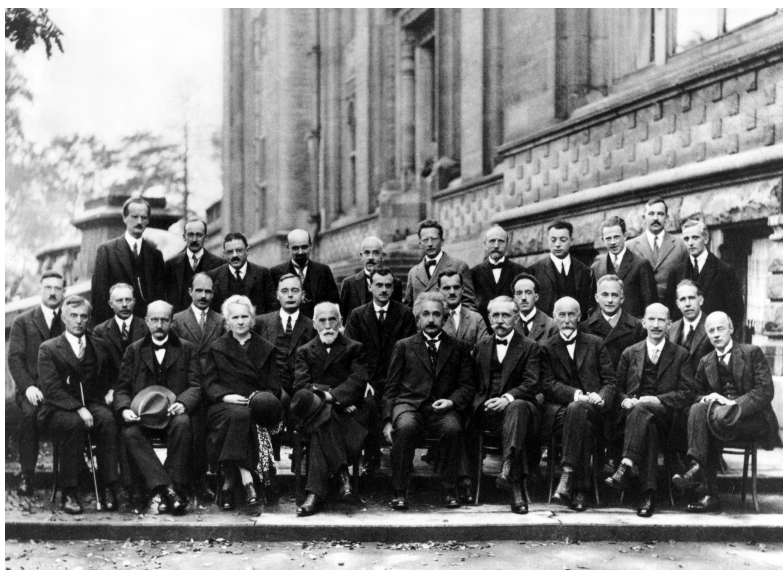


Задание

Подумайте, какие явления макромира вы могли бы связать с квантовой запутанностью.

Глава 7. Философские бои

В 1927 году на Сольвеевском конгрессе в Брюсселе начался знаменитый спор, продлившийся несколько лет. Самые выдающиеся физики обсуждали смысл законов квантовой физики, а по сути — основы устройства мироздания.



Сольвеевский конгресс (1927)

Это фото называется «самое умное фото в мире», потому что на нём можно увидеть Макса Планка, Альберта Эйнштейна, Нильса Бора, Эрвина Шрёдингера, Вольфганга Паули, Вернера Гейзенберга. И единственную женщину — Марию Кюри.

В споре по одну сторону были Эйнштейн и Шрёдингер. Они верили, что у любого события есть своя логическая причина. И что случайность — это иллюзия, возникающая из-за недостатка наших знаний о предмете. Что существуют скрытые параметры, которые позволят узнать всё.

С другой стороны находились Бор и Гейзенберг — как их называли, «квантовые бунтари». Они считали, что микромир очень отличается от привычного «большого» мира. Классической причинности не существует, скрытых параметров нет. Нам только кажется, что есть события, обязанные следовать одно за другим (например, если вы пнёте мяч, он полетит вперёд). Однако это усреднённый результат очень большого числа событий микромира, каждое из которых просто вероятно. Среди многих миллиардов частиц результат достаточно предсказуем, но каждая из них ведёт себя в соответствии с волновой функцией.

Эйнштейн раз за разом приводил примеры, которые демонстрировали абсурдность квантовой теории. Но Бору удавалось их объяснять, используя уже доказанные законы. Один из участников дебатов, Пауль Эренфест, писал: «Всё выглядело как шахматная партия. Эйнштейн выдаёт каждый раз новый пример... Бор постоянно разыскивает в тёмном облаке философических туманностей нужный инструмент, чтобы разбивать пример за примером».

«БОГ НЕ ИГРАЕТ В КОСТИ», — СКАЗАЛ ЭЙНШТЕЙН СВОЮ ЗНАМИТУЮ ФРАЗУ, ПЫТАЯСЬ ОТСТОЯТЬ ДЕТЕРМИНИЗМ КАК ИДЕЮ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ. БОР НА ЭТО ОТВЕТИЛ: «НЕ УКАЗЫВАЙТЕ БОГУ, ЧТО ЕМУ ДЕЛАТЬ».

#ФИЗИКИШУТЯТ



Знаменитые дебаты стали питательной средой для дальнейших исследований. И увеличили популярность квантовой физики.

Физик Джон Уилер, создатель термина «чёрные дыры» и автор эксперимента с отложенным выбором, который мы рассматривали во второй части, писал: «Это были величайшие дебаты из всех мне известных в нашей интеллектуальной истории. За тридцать лет я ни разу не слышал о публичном споре двух более великих людей, который продлился бы дольше

и был бы посвящён более глубокому вопросу с более глубокими последствиями для понимания этого нашего странного мира».

Спор выиграли Бор и «квантовые бунтари». Их «не-детерминистская» интерпретация квантовой механики стала самой распространённой в физике на многие десятилетия и является таковой и сегодня. Она называется **копенгагенской интерпретацией**.

Однако Эйнштейн и Шрёдингер тоже были на высоте. Им удалось выявить слабые места копенгагенской интерпретации. И ключевая точка их критики — один замечательный кот, споры о котором не утихают до сих пор. О нём мы и поговорим в следующей части.

Резюме и задания



Резюме

Волновая функция

...по-научному. Уравнение Шрёдингера — это главное уравнение квантовой физики. Его решение — волновая функция (комплексная функция), описывающая состояние квантовой системы.

...простыми словами. Волновая функция (а точнее, квадрат её модуля) описывает вероятность того, что частица окажется в том месте, где мы будем её искать.

Пока мы не наблюдаем за частицей, она нигде не находится. Как только начинаем наблюдать, происходит коллапс волновой функции — и частица становится локализованной.

Принцип неопределённости Гейзенберга

...по-научному.

$$\Delta X \cdot \Delta V \geq \frac{h}{2\pi \cdot m},$$

Произведение неопределённостей положения ΔX и скорости ΔV не может быть меньше, чем $\frac{h}{2\pi \cdot m}$.

...простыми словами. Невозможно одновременно с точностью определить и координаты, и скорость частицы.

ПРИРОДА КАК БУДТО ЗАЩИЩАЕТ ОТ НАС СВОИ СЕКРЕТЫ, И МЫ НИКОГДА НЕ СМОЖЕМ СО 100%-НОЙ УВЕРЕННОСТЬЮ ПРЕДСКАЗАТЬ, ЧТО ПРОИЗОЙДЁТ.

Принцип дополнительности Бора

...по-научному. Для полного описания квантовомеханических явлений необходимо применять два взаимоисключающих набора классических понятий, совокупность которых даёт исчерпывающую информацию об этих явлениях как о целостных.

...простыми словами. Оба как будто противоречащих друг другу аспекта необходимы для полного описания системы.

РАССМАТРИВАЯ ОДНО И ТО ЖЕ ЯВЛЕНИЕ С РАЗНЫХ ТОЧЕК ЗРЕНИЯ, МЫ МОЖЕМ ПРИЙТИ К РАЗНЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ. И ТОЛЬКО СОВОКУПНОСТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРЕДМЕТЕ ДАЁТ НАМ ИСТИННУЮ КАРТИНУ.

Квантовая суперпозиция

...по-научному. Квантовая суперпозиция — это суперпозиция состояний, которые не могут быть реализованы одновременно с классической точки зрения.

...простыми словами. Частица может пребывать в суперпозиции и находиться в комбинации двух и более состояний одновременно. Например, одновременно в двух местах.

СУПЕРПОЗИЦИЯ СОСТОЯНИЙ КАСАЕТСЯ НЕ ТОЛЬКО ПОЛОЖЕНИЙ ЧАСТИЦЫ. ЧАСТИЦА МОЖЕТ ОДНОВРЕМЕННО ДВИГАТЬСЯ И БЫСТРО, И МЕДЛЕННО; ВРАЩАТЬСЯ И В ОДНУ, И В ДРУГУЮ СТОРОНУ.

Туннельный эффект

...по-научному. Туннельный эффект — это преодоление микрочастицей потенциального барьера в случае, когда её полная энергия меньше, чем та, которая бы для этого требовалась.

...простыми словами. Квантовое туннелирование — это эффект, при котором частицы могут проходить через барьеры, чья высота больше, чем энергия частиц.

В классической физике такое явление было бы невозможно.
А в квантовом мире оно встречается на каждом шагу.

Квантовая запутанность

...по-научному. Это квантово-механическое явление, при котором квантовые состояния двух или большего числа объектов оказываются взаимозависимыми. Такая взаимозависимость сохраняется, даже если эти объекты разнесены в пространстве, когда любые известные взаимодействия бесконечно малы. Измерение параметра одной частицы сопровождается мгновенным прекращением запутанного состояния другой.

...простыми словами. Если частицы взаимодействовали (например, одновременно родились при распаде атома), то они оказываются связанными несмотря на расстояние, на которое разлетелись.

Если у одного из запутанных фотонов его спин при измерении оказался положительным, то спин другого фотона окажется отрицательным. Это происходит мгновенно, т.е. быстрее скорости света.



Задания

1. Придумайте примеры, как вы можете использовать понятия квантовой физики в жизни. С одной стороны, вы так лучше их запомните, а с другой — покажете окружающим свои ум и эрудицию. (Одна моя студентка так даже нашла себе мужа. Её использование профессиональных слов послужило поводом для начала их знакомства. Она сделала себе несколько футболок с самыми любимыми фразами и мемами квантовой физи-

ки, и у неё не было отбоя от желающих познакомиться с ней мужчин. И в результате нашёлся «тот самый».)

Относитесь к законам квантовой физики легко и с юмором. Вовлекайте близких в научные дискуссии, а новых образованных друзей — в вашу жизнь. Уж если серьёзные физики любят развлекаться и шутить, используя научные термины, вам это тем более можно!

Например, так:

- **волновая функция.** Моя дочка иногда на переменах гуляет в тех местах школы, где гулять запрещено. Она отправляет мне СМС: «Мама, сегодня в ланч-перерыве произошёл коллапс моей волновой функции». Это означает, что учителя увидели её в одном из запрещённых мест — установили, где она находится. И скоро напишут мне письмо о её плохом поведении;
- **суперпозиция.** Утром зазвонил будильник, я открыла глаза. С одной стороны, я ещё хочу спать, а с другой — уже как будто и проснулась. Я могу сказать: «Я сейчас в суперпозиции состояний сна и бодрствования»;
- **принцип неопределённости Гейзенберга.** Когда печатаешь на клавиатуре, нельзя печатать одновременно быстро и грамотно. Либо одно, либо другое;
- **принцип дополнительности Бора.** Я ругаю своего ребёнка и одновременно понимаю, как же сильно я его люблю.

2. Подумайте, как законы квантовой физики связаны с вашей жизнью. Например, я часто вижу, как знание принципа дополнительности Бора помогло бы ссорящимся людям (и даже компаниям и странам). Насколько мир стал бы лучше, если бы люди слышали противоположное мнение и принимали его как дополнительное!

Используйте хештег **#арьекнига**, и будем делиться друг с другом историями.

ЧАСТЬ 4.

ФАНТАСТИЧЕСКИЕ КОТЫ И ГДЕ ОНИ ОБИТАЮТ

Вы узнаете о коте (а точнее, кошке) Шрёдингера
и о квантовом самоубийстве, о многомировой
интерпретации и о том, существует ли Луна, если на неё
никто не смотрит.

Глава 1. Кот Шрёдингера	104
Глава 2. Многомировая и копенгагенская интерпретации квантовой физики.	110
Глава 3. Квантовое самоубийство.	115
Глава 4. Друг Вигнера	117
Глава 5. Квантовый Чеширский Кот	120
Резюме и задания.	123

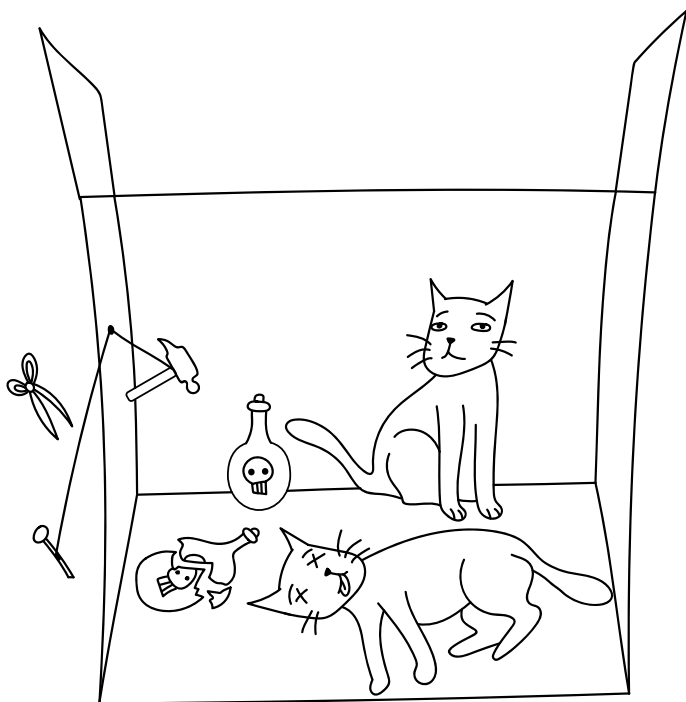
Глава 1. Кот Шрёдингера

Давайте поговорим о знаменитых котах.

В Англии самый знаменитый кот — это Ларри, который живёт в официальной резиденции премьер-министра на Даунинг-стрит, 10. Он официальный главный мышелов страны и даже получает зарплату. Меняются премьер-министры, а Ларри остаётся.

Знаменитый Непотопляемый Сэм, ходивший по морям во времена Второй мировой войны, пережил гибель трёх кораблей и умер через несколько лет на берегу. А Кот Казанский несколько сотен лет назад, по преданиям, спас своего хозяина, казанского хана, предупредив его о подкопе под кремлёвскую стену.

Ну а в мире науки самый знаменитый кот — это кот Шрёдингера. Забавно, что кот Шрёдингера на самом деле кошка. Шрёдингер был австрийцем и говорил на немецком языке. Он называл животное *die Katze* (есть признак женского рода). Точно неизвестно, как кошка превратилась в кота. Моё предположение: кошку Шрёдингера *die Katze* перевели на английский и она стала *the cat* без рода (в английском у имён существительных нет рода). А затем был уже перевод на русский, после которого и вовсе потерялась половая принадлежность и появился «КОТ».



ЭКСПЕРИМЕНТ «КОТ ШРЁДИНГЕРА»

Ну а теперь к эксперименту «Кот Шрёдингера». Это мысленный эксперимент, и, конечно, ни один кот не пострадал.

Шрёдингер задумался: а что случится, если поместить кота в коробку с устройством, содержащим смертельно опасный яд и ядро радиоактивного атома? Возникшая при распаде ядра частица запустит механизм, который высвободит яд, и кота настигнет смерть?

Момент распада радиоактивного ядра — это одно из тех событий, которое в физике даже теоретически невозможно предсказать.

Предположим, что вероятность распада ядра за один час составляет 50%, и именно на этот час мы посадили кота в ко-

робку. Тогда мы можем сказать, что через час кот в коробке с вероятностью 50% будет жив, а с вероятностью 50% — мёртв.

В момент, когда мы посадили кота в коробку, он точно был жив. Распад радиоактивного атома — это событие, относящееся к квантовой физике.

Поскольку судьба кота находится в прямой корреляции с судьбой радиоактивного ядра, у них возникает запутанное состояние. Для Гейзенберга, пока вы не открыли коробку, волновая функция кота окажется в суперпозиции двух состояний: одна её часть будет описывать живого кота, а другая — мёртвого.



Когда Шрёдингер описывал эксперимент, он хотел показать Гейзенбергу и Бору абсурдность их трактовки квантовой физики. Получается, что, только когда мы откроем коробку

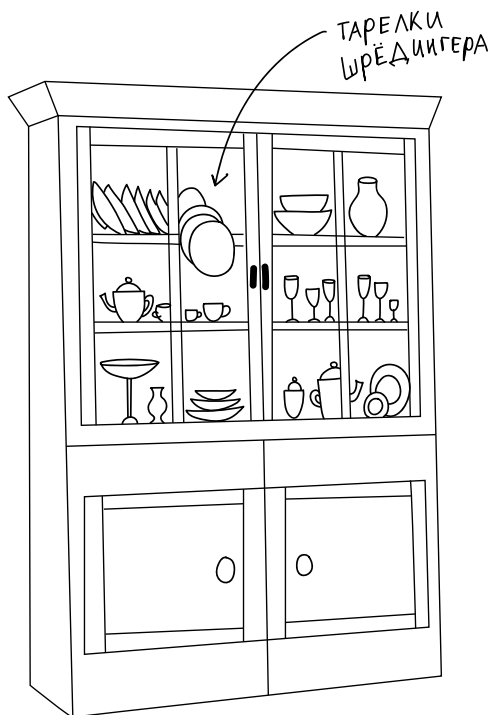
и произведём наблюдение, только в тот момент кот станет живым или мёртвым. А до этого он находится в состоянии суперпозиции — живой и мёртвый одновременно.

Но так не может быть! Кот однозначно ещё до открытия коробки либо жив, либо мёртв. Получается парадокс, который уже скоро как 100 лет волнует умы всего человечества.

НАБЛЮДЕНИЕ (СОЗНАНИЕ) ОПРЕДЕЛЯЕТ СУЩЕСТВОВАНИЕ КОТА.

Шрёдингер, конечно, совсем не ожидал, что его невинные рассуждения о кошке станут такими известными, а сама кошка превратится в мем.

Мы можем много шутить о коте Шрёдингера. Например, так:



Или так:



Мысль о том, существует ли объект без наблюдателя, не нова.

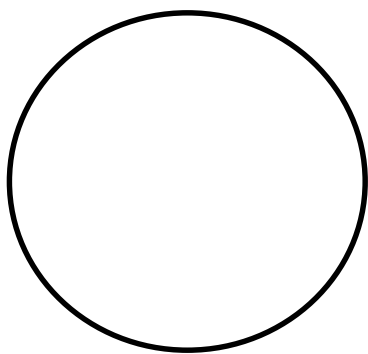
Епископ Беркли, живший в Англии в XVII–XVIII веках, задавал вопрос: «Если дерево падает и вокруг нет никого, то существует ли звук падающего дерева?» Довольно парадоксально.

Квантовая физика отвечает на этот вопрос ещё парадоксальнее. Она утверждает, что если рядом с деревом никого нет, то само дерево существует как суперпозиция различных

состояний: молодого деревца, засохшего бревна, пиломатериалов и т.д. Только когда кто-то посмотрит на дерево, произойдёт коллапс его волновой функции — и дерево проявится в каком-либо виде. Казалось бы, абсурдно, но у квантовой физики есть козырь: она полностью согласована с результатами эксперимента и признана самой точной наукой всех времён.

#ФИЗИКИШУТЯТ

Вы согласны с теорией Шрёдингера?



☒ Да
☒ Нет

Эйнштейн спрашивал гостей в своём доме: «Вы действительно думаете, что Луна существует, только когда вы на неё смотрите?»

Парадокс кошки актуален до сих пор, и у физиков нет однозначного о нём мнения. Есть несколько интерпретаций квантовой физики, и во многом они различаются как раз во взглядах на проблему кошки.

Глава 2. Многомировая и копенгагенская интерпретации квантовой физики

Мой отец работал в Бауманке и ещё профессионально занимался альпинизмом. Люблю рассматривать фотографии, снятые отцом, где я новорождённая. Такие фото были редкостью для советских времён. Сотни фотографий моего сморщенного личика, как я плачу, улыбаюсь и строю разные гримасы, лежу в немецкой коляске и играю с погремушками. Когда мне было три месяца, отец повёл в горы группу альпинистов в Приэльбрусье, на вершину с самой высшей категорией сложности (пятой). Он попал под камнепад и погиб... У меня было счастливое детство, большая любящая семья. Но мне нравится думать, что где-то, прямо рядом с нами, существует мир, в котором мой папа остался жив. Там он видел, как я росла, давал мне советы и много меня фотографировал. И сейчас бы наверняка гордился моей книгой.

А когда я оканчивала МГУ, то получила предложение бесплатно учиться в аспирантуре Стэнфордского университета. У меня был диплом с отличием, я выступала на конференциях, но в те годы невозможно было делать научную карьеру в России: наука совсем не финансировалась. Это было прекрасное предложение. Если бы я согласилась, то наверняка бы осталась работать в науке навсегда. Не жалею о своём выборе, но очень

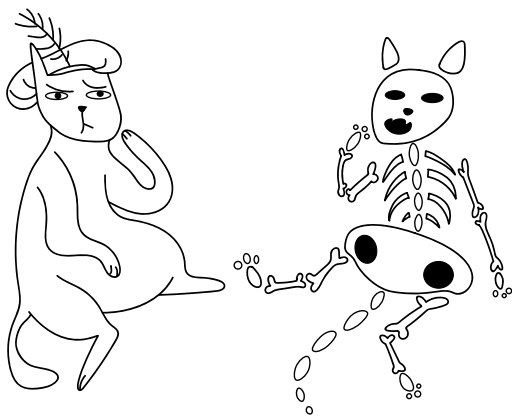
интересно: как сложилась бы моя жизнь тогда?.. Существует ли некая параллельная реальность, где я теперь профессор?

Линия нашей жизни постоянно разветвляется. Иногда мы сами выбираем, иногда так распоряжается Судьба. Многие физики сегодня верят в многомировую интерпретацию. И возможно, существует мир, где мой отец всё это время был рядом со мной. И есть мир, где я работаю в Стэнфорде.

Есть несколько интерпретаций квантовой физики. Классическая — это копенгагенская интерпретация. Она создана Бором и Гейзенбергом во время их работы в Копенгагене. В большинстве учебников квантовой физики вы встретите именно её. Копенгагенская интерпретация даёт прекрасные результаты в экспериментах, но вместе с тем не отвечает на возникающие вопросы. Как именно влияет на микрообъект акт наблюдения, при котором тот превращается в волну или частицу? Что случается с котом Шрёдингера?

В последние годы на научных конференциях были проведены опросы, и они-то как раз и показали, что многие физики верят в многомировую интерпретацию.

Согласно ей, когда коробку с котом открывают, Вселенная расщепляется на две разные Вселенные. В одной из них наблюдатель видит мёртвого кота, а в другой — живого.



В многомировой интерпретации оба состояния кота существуют. И живой кот, и мёртвый. И когда наблюдатель открывает коробку, он запутывается с котом. Образуется два — соответствующих живому и мёртвому коту — состояния наблюдателя, которые не взаимодействуют друг с другом.

#ФИЗИКИШУТЯТ

ШРЁДИНГЕР ХОДИЛ ПО КОМНАТЕ В ПОИСКАХ НАГАДИВШЕГО
КОТЁНКА, А КОТЁНОК СИДЕЛ В КОРОБКЕ НИ ЖИВ НИ МЁРТВ.

В момент, когда квантовая система сталкивается с выбором, она расщепляется на несколько реальностей, количество которых равно количеству возможных вариантов (у кота Шрёдингера — только два, но их может быть больше). И, будучи наблюдателями, мы тоже расщепляемся и видим лишь один исход. Но в параллельных Вселенных остаются наши клоны, которые наблюдают параллельные исходы.

НАС МУЧАЕТ СОЗНАНИЕ ТОГО, ЧТО
БЕСЧИСЛЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НАШИХ ПОЧТИ
ТОЧНЫХ КОПИЙ ЖИВЁТ СВОЕЙ ПАРАМЛЕЛЬНОЙ
ЖИЗНЬЮ. И ЧТО КАЖДОЕ МГНОВЕНИЕ
ВОЗНИКАЕТ ЕЩЁ БОЛЬШЕ ДУБЛЕЙ, ЧТОБЫ
РАЗДЕЛИТЬ С НАМИ МНОЖЕСТВО ВАРИАНТОВ
НАШЕГО БУДУЩЕГО.

Фрэнк Вильчек,
физик-теоретик, нобелевский лауреат
2004 года

Хью Эверетт придумал теорию многомировой интерпретации в 1957 году. Другой известный физик, Брайс Девитт, полемизируя с Эвереттом, сказал: «Я просто не в состоянии почувствовать себя расщеплённым».

Эверетт ответил, что такой аргумент напоминает ему реакцию критиков Галилея, говоривших, что они не ощущают движение Земли.

Элегантный ответ, не правда ли? Со временем Девитт начал разделять взгляды Эверетта и стал одним из самых главных поклонников многомировой интерпретации.

Тем не менее вначале эта теория не получила никакого одобрения у физиков и прозябала в неизвестности. Она казалась слишком экстравагантной, чтобы быть верной. Эверетт огорчился и ушёл из науки. Он стал частным подрядчиком государственной американской оборонной промышленности и разбогател. Он сделал деньги в основном на том, что рассчитывал, как увеличить количество жертв во время ядерной войны, т.е. каким образом сделать бомбу так, чтобы убить и покалечить как можно больше людей. Не надо обижать физиков.

Согласно теории многомировой интерпретации, прямо сейчас, когда вы читаете эту книгу, одновременно рядом с вами существует огромное количество миров — тех, где, например, остались до сих пор жить динозавры и существуете вы, но совершившие другие выборы в жизни, и тех, в которых вы никогда не родились, потому что ваши родители никогда не встретились. И каждый из разных «вас» свято верит, что именно его Вселенная — настоящая.

Лауреат Нобелевской премии по физике Стивен Вайнберг сравнивает это с настройками радиоприёмника. Существует много радиостанций, но ваш приёмник настраивается только на одну волну, конкретную. И именно она у вас и звучит. Так и мы: выбираем только один из миров и считаем, что именно он и есть настоящий. Но это не отменяет других радиостанций — других миров, — которые есть вокруг нас.

Существует теория, что проекции мира создаются сознанием человека. Нет объективной реальности, реальность — это

многомерная и сложная субстанция. Совершая выбор, мы создаём проекции этой самой многомерной реальности и формируем собственную реальность. И только наше сознание способно склеивать, собирать лишь одну версию. Человек осознаёт одну альтернативу мира, как и сознание наблюдателя осознаёт только одно из состояний кота, отражающее одну классическую реальность.

#ФИЗИКИШУТЯТ

(Мой самый любимый анекдот.)

Едут Шрёдингер, Гейзенберг и Ом¹³ в авто.

Патрульный останавливает их и спрашивает Гейзенберга, сидящего за рулём:

- Вы знаете, с какой скоростью вы двигались?
- Нет, зато я точно знаю, где нахожусь!
- Вы ехали 55 миль в час по дороге с ограничением в 35.
- Отлично! Теперь я не знаю, где я!

Всё это кажется патрульному подозрительным, и он просит открыть багажник.

- Вы в курсе, что у васдохлый кот в багажнике?
- Теперь знаем! — кричит в ярости Шрёдингер.

Патрульный просит их пройти в отделение. Ом сопротивляется.

¹³ Георг Симон Ом — физик, в честь которого названа единица электрического сопротивления.

Глава 3. Квантовое самоубийство

По древнегреческой мифологии, жили как-то три сестры-мойры: младшая создавала нити на веретене, средняя переплетала нити друг с другом, а старшая нити перерезала... Нити — это символы человеческой жизни: рождение, переплетение с жизнями других людей и смерть. И мойры показывали неотвратимость судьбы.

В целом из квантовой физики следует, что мир не детерминирован, наше будущее (и смерть) не предопределены. А что об этом говорит многомировая интерпретация? И как можно проверить, истинна ли многомировая интерпретация? Ответом на этот вопрос служит красивый мысленный эксперимент, названный «квантовое самоубийство».

КВАНТОВОЕ САМОУБИЙСТВО — ЭТО ЭКСПЕРИМЕНТ С КОТОМ

ШРЁДИНГЕРА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КОТА.

Представим, что на участника эксперимента направлено ружьё, которое стреляет или не стреляет с вероятностью 50%. Это зависит от распада радиоактивного атома и происходит раз в секунду. То есть каждую секунду случается либо осечка, либо выстрел. Если верна классическая — копенгагенская — интерпретация, ружьё в конечном счёте выстрелит и участник эксперимента умрёт.

А в многомировой интерпретации в момент, когда ружьё стреляет, Вселенная расщепляется на две Вселенные. В одной из них участник эксперимента остаётся жить, в другой — умирает. В мире, где участник остался жив, эксперимент продолжается. И получается, что участник эксперимента не погибнет никогда, потому что каждый раз он продолжит существовать в том мире, где остался жив. И сколько бы раз ружьё ни стреляло, он всё равно окажется в той реальности, которая для него продолжится.

Если смотреть на эксперимент со стороны — его участник рано или поздно умрёт. А если быть участником эксперимента, то в рамках эксперимента ружьё вас не убьёт никогда (если вы выбираете жизнь). Получается интересный парадокс: мы можем доказать верность многомировой интерпретации только для самих себя.

#ФИЗИКИШУТЯТ

ШРЁДИНГЕР ОБОЖАЛ РУССКИЕ СКАЗКИ. ОСОБЕННО ЕГО РАДОВАЛИ ФРАЗЫ: «ДОЛГО ЛИ, КОРОТКО ЛИ», «ВИДИМО-НЕВИДИМО» И, КОНЕЧНО ЖЕ, «НИ ЖИВ НИ МЁРТВ».

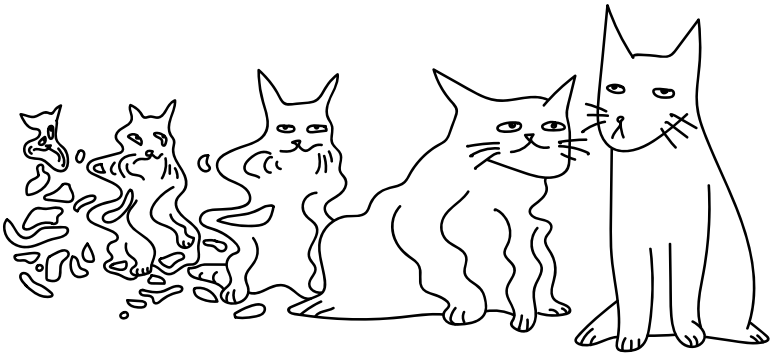
Глава 4. Друг Вигнера

А вот ещё один умственный эксперимент — усложнённый вариант эксперимента с котом.

Давайте представим, что после завершения эксперимента учёный (назовём его «Друг Вигнера») открывает коробку и видит, предположим, живого кота. Происходит коллапс волновой функции кота — ядро не распалось, и кот жив.

То есть в комнате, где находится друг Вигнера, кот признан живым. Но за пределами комнаты — сам Вигнер. И он ещё не знает, жив кот или мёртв. Вигнер признает кота живым только тогда, когда его друг ему об этом сообщит. И для Вигнера кот находится всё ещё в состоянии суперпозиции. Так произошёл коллапс волновой функции? Если друзья не общаются между собой, то у каждого своя субъективная реальность. А объективной реальности не существует.

А у Вигнера есть ещё друзья. И они тоже ещё не признали кота живым. Кот станет полностью живым только тогда, когда субъективные реальности всех друзей встретятся в одной точке. И признают кота живым только тогда, когда им сообщат результат эксперимента.



И получается, что кота можно признать живым или, наоборот, мёртвым только тогда, когда все люди во Вселенной узнают результат эксперимента. А до этого момента кот, согласно Вигнеру, остаётся живым и мёртвым одновременно¹⁴.

Так много рассуждений, и все вокруг кота! Какая же позиция правильная?

Единственная точка зрения, которая не имеет права на существование для физика-теоретика, — это её отсутствие.

¹⁴Примечание. Сегодня многие физики считают, что неодушевлённые объекты могут разрушить суперпозицию квантовых систем с помощью декогеренции. Следовательно, можно предположить, что коллапс волновой функции наступает независимо от того, есть ли вообще наблюдатели и их «друзья». Мы ещё разберём эту теорию в следующей главе.

#ФИЗИКИШУТЯТ

Закон Мёрфи: если какая-нибудь неприятность может произойти, она случится.

Следствия:

- 1) всё не так легко, как кажется;
- 2) всякая работа требует больше времени, чем вы думаете;
- 3) из всех неприятностей произойдёт именно та, ущерб от которой больше;
- 4) если четыре причины возможных неприятностей заранее устранимы, то всегда найдётся пятая;
- 5) предоставленные самим себе, события имеют тенденцию развиваться от плохого к худшему;
- 6) как только вы принимаетесь за какую-нибудь работу, находитесь другая, которую надо сделать ещё раньше;
- 7) всякое решение плодит новые проблемы.

Обобщение следствий, сделанное Шнэттерли: даже если неприятность не может случиться, она случается.

Расширенный закон Мёрфи: если могут случиться несколько неприятностей, они происходят в самой неблагоприятной последовательности.

Следствие Фарнсдика из 5-го следствия: после поворота событий от плохого к худшему цикл повторится.

Расширение закона Мёрфи, сделанное Гаттузо: нет такой плохой ситуации, которая не могла бы стать ещё хуже.

Закон Эванса и Бьерна: какая бы неприятность ни случилась, всегда найдётся тот, кто знал, что так оно и будет¹⁵.

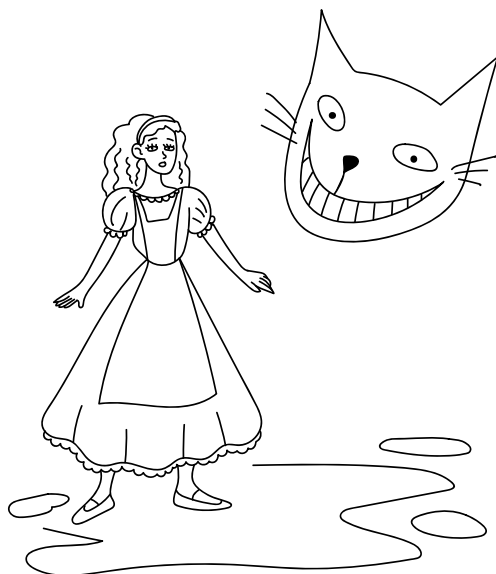
¹⁵ По материалам сборника Физики продолжают шутить: сборник переводов. — М.: Мир, 1968.

Глава 5. Квантовый Чеширский Кот

Чёрная Королева покачала головой:

— Вы, конечно, можете называть это чушью, но я-то встречала чушь такую, что в сравнении с ней эта кажется толковым словарём.

Л. Кэрролл. Алиса в Зазеркалье



Вы знаете, почему Чеширский Кот называется Чеширским? Потому что он жил в английском графстве Чешир, там же, где и Льюис Кэрролл, написавший «Алису в Стране чудес». Я, кстати, тоже жила в Чeshire, поэтому могла считать и своего кота чеширским.

В произведениях Льюиса Кэрролла вы можете заметить много пересечений с квантовой физикой и теорией относительности. Помните дерево, под которым находилась нора Кролика? Вы можете видеть дерево, порождаемое корнями, но не сами корни. Наш привычный макромир — это дерево, а квантовая физика, изучающая основы нашего мира, — его корни. Изучение квантовой физики похоже на прыжок Алисы в нору Кролика. По мере того как Алиса осваивала подземный мир, становилось всё чудеснее и чудеснее, порой пространство изгибалось, а время растягивалось. Многие похожи на подругу Алисы, которая так и не решилась прыгнуть: им страшно прикоснуться к источнику, из которого возникают частицы и рождается вся материя.



Задание

Поищите связь происходящего в Стране чудес с законами квантовой физики. Делитесь своими идеями в соцсетях с хештегом #арьекнига.

Чеширский Кот Льюиса Кэрролла обладал удивительным свойством: он исчезал, а его улыбка оставалась. Мы можем научно сказать так: *свойство объекта (с точки зрения физики) отделялось от самого объекта*. Свойство кота — улыбка — способно было отделяться от самого кота.

Возможно ли это в реальном мире? Казалось бы, нет. Может ли масса машины, например, отделиться от машины? Или ощущение шелковистости ткани отделиться от шёлкового платья? На самом деле в микромире это возможно.

Были произведены эксперименты с потоком нейтронов. Вы знаете, что у частиц есть спин. Спин — это момент импульса частицы. Наличие спина показывает, что частица как будто вращается вокруг своей оси. То есть спин — это свойство частицы. И был проведён эксперимент, в котором частицы были зарегистрированы в одном месте, а их свойства, спины, — в другом. А потом через некоторое время частицы и спины опять соединились.

Частицы и их свойства могут быть разделены в пространстве.

Поразительно, правда?

Резюме и задания



Резюме

- «Кот Шрёдингера» — это мысленный эксперимент, показывающий абсурдность законов квантовой физики, если их применяют к макрообъектам. В эксперименте кот находится в суперпозиции живого и мёртвого кота до момента, пока экспериментатор не откроет коробку и не увидит кота.
- Согласно многомировой интерпретации, когда коробку с котом открывают, Вселенная расщепляется на две разные Вселенные. В одной из них наблюдатель видит мёртвого кота, а в другой — живого.
- «Квантовое самоубийство» — это мысленный опыт с котом Шрёдингера с точки зрения кота. С его точки зрения, смерть не наступит никогда.
- Согласно эксперименту «Друг Вигнера», кота можно признать живым или, наоборот, мёртвым только тогда, когда все люди во Вселенной узнают результат эксперимента. А до этого момента кот остаётся живым и мёртвым одновременно.
- «Квантовый Чеширский Кот» — это реальный эксперимент, показывающий, что свойство объекта

способно отделяться от самого объекта подобно тому, как Чеширский Кот уходил, а его улыбка оставалась.



Задания

1. Как вы считаете, кот Шрёдингера определённо жив или мёртв до открытия коробки? Обоснуйте своё мнение.
2. Верите ли вы в многомировую интерпретацию? Если да, помечтайте о мирах, которые могут быть рядом с нами. Подумайте, как бы выглядел мир, если бы вы приняли другие решения в важные моменты жизни.
3. Порассуждайте о парадоксах «квантовое самоубийство» и «друг Вигнера». С вашей точки зрения, доказывают ли они субъективность реальности каждого человека?
4. Придумайте примеры, как свойства объектов отделяются от самих объектов. Не стесняйтесь: чем нелепее это будет выглядеть, тем интереснее!

Делитесь в соцсетях вашими историями с хештегом **#арьекнига**, и будем обсуждать их вместе!

ЧАСТЬ 5. СИСТЕМЫ МИРОУСТРОЙСТВА

Вы исследуете основные научные теории о том, как устроен мир и что первично — материя или сознание; разберётесь, сколько измерений существует (их гораздо больше, чем три); изучите теорию декогеренции, где физика тесно переплетается с эзотерикой; узнаете, могут ли люди видеть то, чему не дали определения, способна ли корова стать орлом и как мы создаём свой субъективный мир.

Глава 1. Классические интерпретации	126
Глава 2. Суперструны и поиск теории всего	129
Глава 3. Биоцентризм Ланца	139
Глава 4. Теория декогеренции	142
Глава 5. Психология Леонтьева	154
Глава 6. Танец со Вселенной	156
Резюме и задания	158

Глава 1. Классические интерпретации

Как вообще всё устроено в мире? Почему существуют фундаментальные взаимодействия? Почему 14 миллиардов лет назад произошёл Большой взрыв? Играет ли сознание человека роль в создании реальности?

На эти темы рассуждают философы, биологи, химики и, конечно же, физики. Однозначного ответа не существует. Есть различные гипотезы. И некоторые из них мы с вами обсудим.

НАУКА НЕ МОЖЕТ ПОСТИГНУТЬ ГЛАВНУЮ
ТАЙНУ МИРОЗДАНИЯ, И ВСЁ ПОТОМУ, ЧТО МЫ
САМИ ЯВЛЯЕМСЯ ЧАСТЬЮ ЗАГАДКИ, КОТОРУЮ
ПЫТАЕМСЯ РАЗГАДАТЬ.

*Макс Планк, один из основателей
квантовой физики*

Копенгагенская интерпретация

Первая и самая, пожалуй, известная теория мироустройства — это копенгагенская интерпретация. Она была разработана в 1920-е годы Бором и Гейзенбергом.

Эта теория утверждает, что существует барьер, разделяющий странный мир частиц и привычный нам макроскопический мир. И нет смысла интересоваться, что же происходит

в невидимой квантовой области. Как только откроете коробку с котом Шрёдингера, вы сможете произвести измерения и определить, жив кот или мёртв. Происходит коллапс волновой функции, волны исчезают, и остаются частицы. Кот соответствует определённом состоянию системы — он жив или мёртв.

В макромире царит здравый смысл, где всё понятно и привычно. А в микромире — нет.

На вопрос Эйнштейна «Неужели Луна существует только тогда, когда вы на неё смотрите?» копенгагенская школа в некотором смысле даёт положительный ответ. Любой макрообъект состоит из микрообъектов. Эта школа утверждает, что нет смысла говорить о том, что происходит в микромире между моментами наблюдения.

Во многих вузовских учебниках по физике излагается точка зрения копенгагенской школы. Но многие физики от неё уже отказались и считают, что мир един. Я лично даже не очень понимаю, почему копенгагенскую интерпретацию называют интерпретацией, а не теорией, так как она ничего не предлагает интерпретировать, а просто даёт хороший математический аппарат для вычислений.

Многомировая интерпретация

Следующая по известности — это многомировая интерпретация, или интерпретация Эверетта. Она появилась в 1957 году. Мы подробно её разбирали в предыдущей части. Согласно этой интерпретации, вся Вселенная постоянно расщепляется на параллельные реальности и мы, как наблюдатели, тоже расщепляемся вместе с ней.

Из этой теории, однако, непонятно, каким образом мы выбираем Вселенную. Когда мы, например, хотим открыть коробку с котом, как мы выбираем между Вселенными — той, где кот жив, и той, где кот мёртв? Выбирает это наше сознание, наша душа или нечто ещё более высшее, что делает выбор за нас? Многомировая интерпретация об этом не говорит, но есть

другие научные теории, в которых рассматриваются вопросы сознания.

#ФИЗИКИШУТЯТ



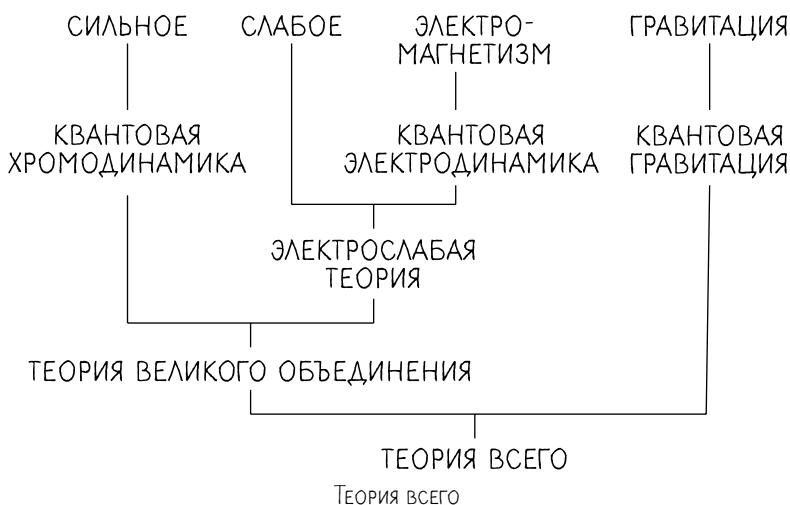
Задание

Как вы думаете, каким образом происходит выбор Вселенной? Что его производит?

Большинство паранаучных теорий, такие, например, как трансёрфинг реальности, наиболее близки как раз к многомировой интерпретации. В них говорится о том, что мы способны перемещаться по близко расположенным параллельным мирам, двигаясь в сторону исполнения своего желания.

Глава 2. Суперструны и поиск теории всего

Помните, мы в первой части рассматривали четыре фундаментальных взаимодействия (четыре силы)? Физиков всегда волновало, что квантовая физика, которая вполне успешно описывает микромир, никак не связана с гравитацией. Ну ведь должны же быть общие законы в макромире и микромире! И главной мечтой всех физиков остаётся создание теории, которая объединила бы все четыре взаимодействия, — так называемой теории всего. Один из главных претендентов на такую теорию сегодня — это теория суперструн.



СОГЛАСНО ТЕОРИИ СУПЕРСТРУН, МЫ ЖИВЁМ СОВСЕМ НЕ В ТРЁХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ, А В ПРОСТРАНСТВЕ С ГОРАЗДО БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ИЗМЕРЕНИЙ (10-, 11- или 26-МЕРНОМ).

Идеи многомерности зародились ещё в середине XIX века с появлением *геометрии Римана*.

Риман рассуждал так: давайте представим, что есть некие червячки, живущие на двумерной поверхности. Только эта поверхность не ровная, а изогнутая, как, например, скомканный лист бумаги. Для двумерных червячков существует только два измерения — червячки двигаются только по плоскости. И только мы с вами, как трёхмерные существа, понимаем, что их поверхность изогнута в нашем трёхмерном пространстве. Червячки нас не видят (в лучшем случае они замечают нашу проекцию на листе бумаги).

Теперь представим, как червячки, проползая через места, где бумага смята, чувствуют, будто незримая сила их тянет, изгибает, не даёт им ползти по прямой. Но мы-то понимаем, что червячков тянет не неведомая сила, а искривление двумерной поверхности в трёхмерном пространстве. То есть возможно, что *сила — это следствие геометрии*.

Риман предположил, что гравитация, электричество и магнетизм — это следствие деформации нашего трёхмерного пространства в высшем измерении. Это было поистине революционной идеей для тех времён!

Затем Эйнштейн показал всему миру, что время может рассматриваться как дополнительное измерение и, по сути, мы живём в четырёхмерном пространстве. Было доказано, что *гравитация — это следствие деформации четырёхмерного пространства-времени*¹⁶.

¹⁶Говоря о гравитации, мы знаем, что все объекты к друг другу притягиваются. Представьте батут, на котором лежит тяжёлый мяч (на таком батуте могут жить знакомые нам двумерные червячки). Мяч прогибает двумерную поверхность батута под своей тяжестью. Если мы кинем на батут теннисный мячик, он начнёт двигаться по поверхности, постепенно приближаясь к тяжёлому мячу. То есть притяжение теннисного мячика к тяжёлому мячу — это следствие деформации двумерного пространства. Так

Но оставался вопрос, как объединить теорию гравитации с электромагнетизмом (в те годы физика ещё не открыла сильное и слабое взаимодействие).

#ФИЗИКИШУТЯТ

Исаак Ньютон был не только знаменитым физиком, но и членом английской палаты лордов. Заседания палаты Ньютон посещал регулярно. Однако многие годы он не проронил на заседаниях ни слова. Документально зафиксирован только один случай, когда Ньютон что-либо сказал. И это было: «Дует. Закройте, пожалуйста, форточку».

В 1919 году Эйнштейн получил письмо от немецкого математика Теодора Калуцы, который преподавал в Кёнигсберге (ныне Калининград, Россия). На нескольких страницах Калуца сумел объединить теорию гравитации Эйнштейна с теорией электромагнетизма, введя ещё одно дополнительное пространственное измерение. Эйнштейн был просто поражён.

Получалось, что **свет — это возмущение, вызванное колебаниями высшего измерения** (дополнительного к нашим).

Однако возникает естественный вопрос: где же оно, пятое измерение? Все проведённые эксперименты показывают, что мы живём в четырёхмерном пространстве — трёх пространственных измерениях и одном временном. У Калуцы был такой ответ: **пятое измерение отличается ото всех других, оно сжато в круг и имеет размеры меньше атома.**

Звучит, конечно, довольно странно. Но представить это можно так. Между двумя опорами давайте подвесим садовый шланг. Издали будет казаться, что это одномерный объект, по которому можно двигаться только туда-обратно. Однако, когда мы подойдём ближе, то разглядим, что у шланга есть ещё и толщина (а для наших червячков — ещё и ширина) и шланг на

и в нашем мире: то, что мы считаем гравитацией, на самом деле искажение четырёхмерного пространства-времени. Сила — это следствие геометрии.

самом деле двумерный объект. Червячок, живущий на шланге, может двигаться не только вдоль него, но ещё и поперёк. Физики сказали бы, что это направление является скрученным и червячок, двигаясь поперёк шланга, вскоре вернётся в то же место, откуда он начал движение.

Точно так же и в нашем мире существует ещё одно пространственное измерение, компактизированное и скрученное.

Калуца сумел объединить две части пазла, так как обе они представляют собой части целого — пятимерного пространства. Его теория подтверждала идею червячков Римана, в которой все силы происходили от складок на смятом листе бумаги. Как и все великие идеи в физике, доводы Калуцы выглядели просто и элегантно.

В 1926 году, используя законы квантовой теории, математик Оскар Клейн подсчитал размер этого пятого измерения. Он оказался равным **10 в минус 33-й степени сантиметра**, что делает его невозможным для обнаружения в экспериментах на Земле. Вольфганг Паули сказал об этой теории так: «Она даже на неправильную не тянет». Ведь любая теория в физике должна быть доступна для проверки. А проверить существование дополнительных измерений мы сможем, только достигнув энергии 10 в 19-й степени млрд. эВ, что невозможно.

Несмотря на её красоту и математическую точность, о теории Калуцы — Клейна в 1930-е годы забыли. Физики вернулись к ней через несколько десятилетий, когда уже были открыты и описаны слабое и сильное взаимодействие и идея объединить уже все четыре фундаментальные силы природы опять вошла в моду.

Знаменитые физики — основатели квантовой теории, о которых мы говорили ранее, тоже увлекались разработкой теории всего. В 1958 году Гейзенберг объявил по радио, что ему вместе с Паули наконец удалось завершить единую теорию поля, но им недостаёт лишь технических деталей. Когда газеты об этом написали, Паули пришёл в ярость. Ведь теория не была

завершена! Паули отправил Гейзенбергу письмо. В конверте был чистый лист бумаги с подписью:

ЭТО ДОКАЗАТЕЛЬСТВО, ЧТО Я УМЕЮ РИСОВАТЬ,
КАК ТИЦИАН. НЕДОСТАЁТ ЛИШЬ ТЕХНИЧЕСКИХ
ДЕТАЛЕЙ.

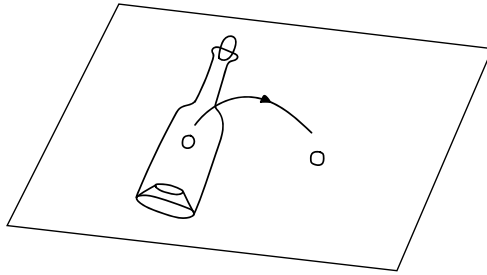
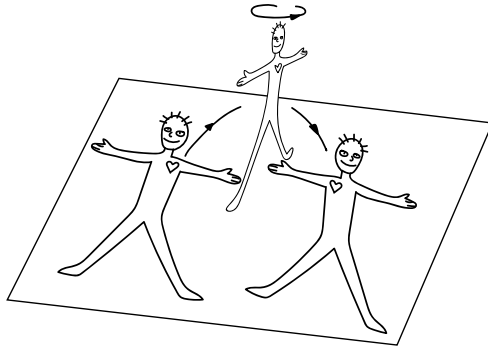
Физикам старой гвардии так и не удалось создать единую теорию. Ситуация изменилась в конце 1960-х годов, когда двое физиков, Венециано и Сасскинд, показали формулу, которая способна описать все свойства частиц, участвующих в ядерных взаимодействиях. Их формула описывала основы нашего мира как что-то похожее на резинку, которая может растягиваться, сжиматься, вибрировать. И измерений в пространстве получалось точно больше, чем три. Так возникла теория струн.

Давайте немного отвлечёмся. Раз уж рассуждаем о многих измерениях, поговорим о том, что бы мы могли делать, если бы оказались в четвёртом пространственном измерении.

Как я уже писала, идея существования четвёртого пространственного измерения впервые стала серьёзно обсуждаться в середине XIX века, после открытия геометрии Римана. Это стало модной темой, о которой дискутировали не только в университетах, но и в светских салонах. Идея четвёртого измерения будоражила умы физиков и художников, писателей и политиков.

Что можно делать в четвёртом измерении? Представим это по аналогии с тем, что мы способны делать с двумерными объектами из трёхмерного пространства.

Например, нам под силу приподнять объект с плоскости и положить его обратно на плоскость другой стороной. А из четвёртого измерения нам доступно поменять у человека правую и левую сторону местами, сделать у него сердце с правой стороны.



Что можно делать из дополнительного измерения

А ещё возможно вытащить монетку из запечатанной бутылки. Чудеса, да и только!

Сейчас некоторые утверждают, что они путешествуют в четвёртое, пятое и даже сороковое измерение. А попросите их показать какой-нибудь трюк четвёртого измерения. Смогут ли они достать монетку из запечатанной бутылки?

В такой ситуации нельзя было терять ни минуты, и дух, прибегнув к четвёртому пространственному измерению, поспешно ретировался, исчезнув через деревянную стенную панель, после чего в доме всё стало тихо...

Оскар Уайльд. Кентервильское привидение

В четвёртом пространственном измерении и правда можно было бы проходить сквозь стены.

ЧЕТВЁРТОЕ ИЗМЕРЕНИЕ, СЧИТАЮТ ИССЛЕДОВАТЕЛИ, ОКАЗАЛО РЕШАЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ КУБИЗМА И ЭКСПРЕССИОНИЗМА В ЖИВОПИСИ.

Если бы мы посмотрели на трёхмерный объект из четвёртого измерения, мы бы в прямом смысле увидели его со всех сторон одновременно. Прямо как на картинах Пикассо.



Как-то в поезде попутчик спросил у Пикассо: «Почему вы рисуете женщин настолько уродливыми?» — Пикассо в ответ попросил собеседника показать, как выглядит его жена. Посмотрев на фотографию, он спросил: «Неужели она у вас такая маленькая и плоская?»

Художник, судя по всему, имел в виду, что реалистичность и красота любого изображения определяется взглядом наблюдателя.



Задание

Согласны ли вы, что степень реалистичности любой картины определяется взглядом наблюдателя? Обоснуйте своё мнение.

О высших измерениях рассуждали у Достоевского братья Карамазовы. И даже Ленин писал:

«МАТЕМАТИКИ ПУСТЬ ИССЛЕДУЮТ И ЧЕТВЁРТОЕ ИЗМЕРЕНИЕ, И МИР, В КОТОРОМ ОНО ВОЗМОЖНО, — ЭТО ДАЖЕ ПОЛЕЗНО, НО СВЕРГНУТЬ ЦАРЯ МОЖНО ЛИШЬ В ПРОСТРАНСТВЕ С ТРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯМИ!»

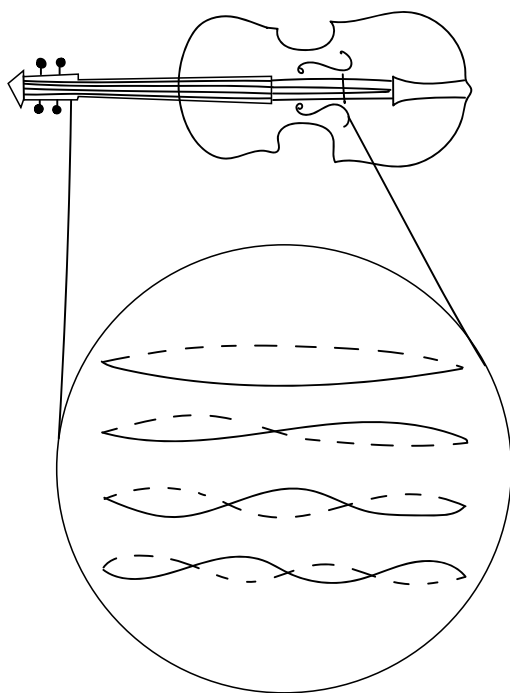
Ленин хотел вернуть «на Землю» своих соратников, слишком много рассуждавших о дополнительных измерениях.

Итак, о чём нам говорит теория струн...

Основа нашего мира — микроскопические струны (их размер гораздо меньше размера атома).

Любая частица — это одна из разрешённых мод колебания струны.

Струна постоянно вибрирует. Она может распасться на более мелкие струны или объединиться с другими струнами и образовать одну длинную струну.

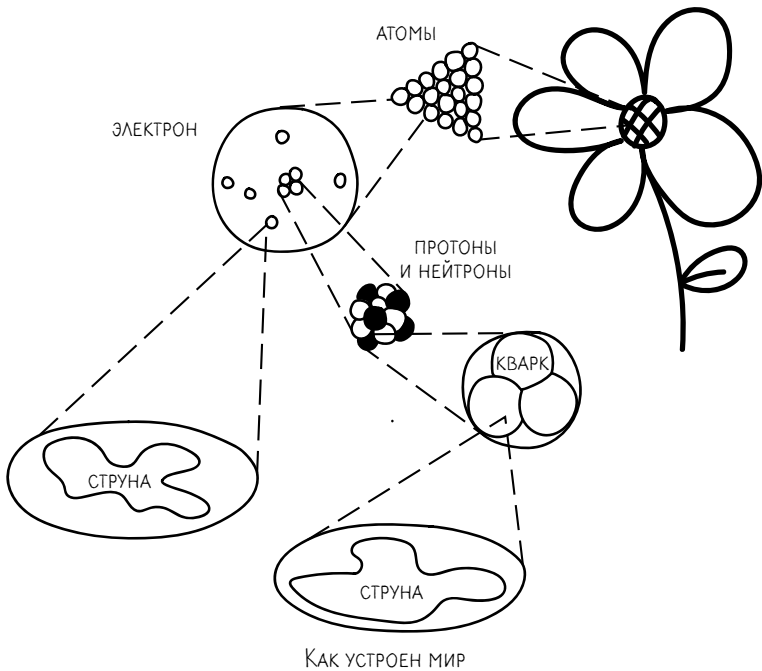


Любая частица — это одна из разрешённых мод колебания струны

Помните, я упоминала понятие «компактизированное измерение»? Существует три привычных нам измерения, одно временное и, вероятно, семь компактизированных скрученных.

И впервые в науке появилась теория, которая объединяет все известные нам фундаментальные силы.

Позже возникло несколько теорий струн, которые учёные объединили в *теорию суперструн*. Следующий этап развития этой гипотезы — *М-теория*, согласно которой основа мира — это не только микроскопические струны, но и многомерные мембраны.



Сейчас теория суперструн — это только гипотеза. Во-первых, её уравнения настолько сложны, что пока не существует математических методов для точного их решения. А во-вторых, экспериментально теорию суперструн можно проверить только при очень больших энергиях, которых мы не способны достичь.

Физик Виттен считает, что все по-настоящему великие идеи в физике — это «побочные продукты» теории суперструн. И открытие Эйнштейном общей теории относительности раньше теории суперструн — «просто случайное событие в развитии планеты Земля».

Глава 3. Биоцентризм Ланца

Разберём ещё одну теорию мироустройства, которая мне кажется очень увлекательной.

Эту концепцию предложили в 2007 году биолог РОБЕРТ ЛАНЦА и астрофизик БОБ БЕРМАН. Основная идея: сознание и жизнь СОЗДАЮТ ОКРУЖАЮЩУЮ РЕАЛЬНОСТЬ, ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ, А НЕ НАОБОРОТ.

Такая гипотеза, как я уже говорила, стала всерьёз рассматриваться ещё в 1920-е годы, когда были сформулированы основные законы квантовой физики (помните главу «Философские бои» из третьей части?). До этого об основополагающем значении разума рассуждали многие — от Будды до епископа Беркли. Однако только в конце XX века физики обнаружили, что 96% массы Вселенной приходится на тёмную материю и тёмную энергию. И мы практически ничего о них не знаем. Как?! Получается, что известные законы физики описывают только 4% происходящего вокруг нас? Похоже на то.

Ланца рассуждает о том, насколько удивительно точно параметры Вселенной подходят для появления и поддержания жизни (мы подробно поговорим об этом в части о теории симуляции). Например, если бы Большой взрыв был на 0,0001% мощнее, то галактики бы не образовались — и жизнь, соот-

ветственно, тоже. А если бы сильное ядерное взаимодействие было меньше всего на 2%, то ядра атомов не удержались бы вместе (и вся Вселенная состояла бы из водорода).

Современная наука не объясняет, каким образом сознание возникло из материи. Но впервые о сознании учёные-физики всё-таки заговорили, получив результаты двухщелевого эксперимента.

Согласно биоцентризму, тот, кто наблюдает за миром, творит реальность, а не наоборот. При этом Ланца пишет о человеке, однако мне кажется, что животные тоже могут стать наблюдателем.

«Если в лесу падает дерево, а людей рядом нет, то возникнет ли звук при падении?» — спрашивал епископ Беркли. Многие ответят: «Конечно да». Но задумаемся, что такое звук. Дерево падает, и возникают колебания давления воздуха, которые распространяются в окружающей среде. Они заставят барабанную перепонку вибрировать, и нервные волокна пошлют электрический сигнал в мозг. Получается, что наблюдатель, его ухо и мозг так же нужны для восприятия звука, как и сами колебания воздуха. И правильным ответом будет «нет».

Наше внутреннее и внешнее восприятие неразрывно связаны. Все мы видим и чувствуем разное в зависимости от наших концепций. Когда мы стоим на полу, на самом деле никакие наши частицы не соприкасаются с частицами пола (я уже упоминала, что мы, как и любые предметы, — почти пустые пространства). Мы не проваливаемся сквозь пол, так как наши электроны отталкивают электроны пола. Чувство, что мы крепко стоим на твёрдой поверхности, — это иллюзия нашего мозга.

Биоцентризм утверждает, что до появления сознания, т.е. наблюдателя, любая Вселенная могла существовать лишь в вероятностном состоянии. Это согласуется с корпускулярно-волновым дуализмом. Но, на мой взгляд, эти процессы ещё более полно описывает теория декогеренции, которую мы изучим далее.

В биоцентризме моя любимая часть — это рассуждения о смерти и о вечности. Ощущение «живого» организма — это нейроэлектрический фонтан с энергией около 100 Вт. Мы излучаем столько же тепла, сколько и обычная лампочка. Так как энергия никуда не исчезает, а только меняет форму, то и энергия нашего сознания, согласно Ланца, остаётся жить вечно.

Пространство, как и время, согласно биоцентризму, не является независимым элементом реальности. Это форма восприятия, помогающая нам понимать мир. Есть такая фраза: «Мы несём с собой пространство и время, как черепаха несёт свой панцирь». Люблю это высказывание.



Задание

Вам нравится теория биоцентризма? Расскажите о ней в соцсетях, используя хештег **#арьекнига**, и подискутируем вместе!

Глава 4. Теория декогеренции

Кто я — мотылёк, которому снится, что он
человек, или человек, которому снится, что
он мотылёк?

*Чжуан-цзы,
древний даос*

Понятие «декогеренция» было предложено физиком Хайнцем-Дитером Це чуть более 50 лет назад.

Вспомним о нашем любимом коте Шрёдингера. Кот — это не кошка, гуляющая сама по себе. Он взаимодействует с окружающей средой — с коробкой, в которой находится, с молекулами воздуха, с потоками нейтрино и т.д. Каким бы ничтожно малым ни было воздействие, оно разрушает волновую функцию «живой-мёртвый кот». Волновая функция распадается на две. И Хайнц-Дитер Це математически показал, что столкновение даже одной-единственной молекулы воздуха с котом приводит к коллапсу волновой функции. То есть ещё до открытия коробки кот жив или мёртв.

ДЕКОГЕРЕНЦИЯ — ЭТО ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ СУПЕРПОЗИЦИИ, Т.Е. ПЕРЕХОД ИЗ КВАНТОВОГО СОСТОЯНИЯ (СОСТОЯНИЯ СУПЕРПОЗИЦИИ) В КЛАССИЧЕСКОЕ (МАКРОМИР).

Мы будем называть квантовое состояние суперпозиции не-проявленным состоянием. Говоря проще:

ДЕКОГЕРЕНЦИЯ ВОЗНИКАЕТ ПРИ ЛЮБОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СИСТЕМЫ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ В ПРОЦЕССЕ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ.

Под обменом информацией понимается процесс наблюдения, измерения или любого иного взаимодействия.

Часто спрашивают: декогеренция и коллапс волновой функции — это одно и то же? В целом да, но декогеренция — это физический процесс, а коллапс волновой функции — это математическое понятие. То есть эти понятия — из разных областей, примерно как «гражданка» и «деваха»: и то, и другое обозначает женщину, но используется в разных обстоятельствах.

Декогеренция — это «проявление» материи, возникновение твёрдых тел и окружающего нас мира. В процессе декогеренции возникает время и пространство.

Что запускает процесс декогеренции? Любое взаимодействие системы с окружающей средой. Физики скажут, что уменьшается энтропия системы в результате акта синергии.

В двухщелевом эксперименте декогеренцией является превращение волны в частицу.

Если система не обменивается информацией с внешним миром, то очень быстро начинается обратный процесс. И вскоре наш мир начнёт как бы «расплываться», превращаясь снова в квантовый.

Создание реальности

Мы уже сталкивались с примером декогеренции в квантовой физике, когда говорили о запутанных частицах в третьей части.

Когда квантовая система запутанных частиц не взаимодействует с окружением, её описывает волновая функция. А когда система начинает взаимодействовать с окружением, тогда и происходит декогеренция. Мера запутанности постепенно уменьшается, квантовый мир уступает место классическому. Система начинает проявляться, как лист фотобумаги в проявителе. Этот лист содержит всё потенциальное множество изображений. И процесс проявления — это и есть декогеренция.

В классическом мире, напомним, запутанности гораздо меньше, чем в квантовом.

Религии, философские и эзотерические течения обычно считают, что изначально мир был единым и все его части были взаимосвязаны (т.е., по сути, запутанным). Со временем мир становился всё более определённым. Мы можем сказать, что происходил процесс декогеренции, в первую очередь в результате взаимодействия мира с нами как наблюдателями. И наш материальный мир — это лишь результат процесса декогеренции. Нам не дано знать картину всей квантовой реальности.

Опишем это простыми словами. Объективной реальности не существует. Есть суперпозиция состояний — это и есть изначальный мир, акт творения или бытие. А мы сами своим актом наблюдения из этой суперпозиции создаём реальность, в которой обитаем. И она нам кажется настоящей, ведь мы же сами её и создали!

При этом суперпозиция коллапсирует (вспоминаем коллапс волновой функции), и из неё появляются плотные объекты классического мира, которые выглядят как совершенно отдельные в результате взаимодействия с наблюдателем, «я» и релевантным ему сознанием.

Если мы из суперпозиции реальности создаём свою реальность, которую видим вокруг, то можно сказать, что человек способен управлять мерой запутанности окружающего мира, взаимодействуя с ним.

Почему привычный нам мир выглядит для всех одинаково

На самом деле, он не полностью для всех одинаков. Если мы с вами посмотрим, например, на одно и то же дерево, вы обратите внимание на зелёный цвет его листьев, а я скажу, какое оно высокое. Кто-то заметит, какая у дерева кора. Мы все отметим разные стороны того, что видим.

То, что большинство из нас видят окружающую реальность примерно одинаково, объясняется относительной схожестью работы наших органов чувств.

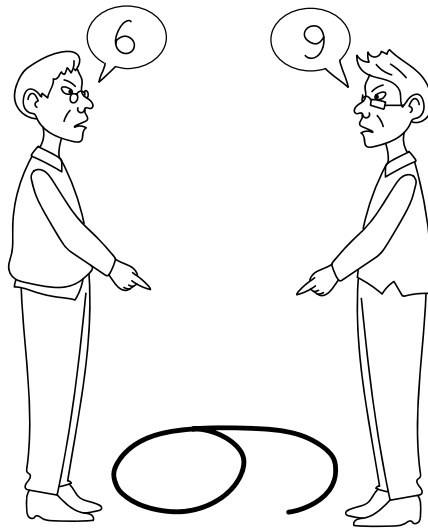
Согласно квантовой физике, Вселенная произошла, а точнее, непрерывно происходит из единого квантового источника.

Интересным примером служит изгнание Адама и Евы из рая. Его можно рассматривать как переход мира с большей мерой квантовой запутанности в мир с меньшей мерой запутанности, близкий к классическому.

Можно сказать, что человек способен управлять уровнем запутанности своего сознания с окружением, а значит, создавать другие проекции реальности.

Декогеренция в психике

ДЕКОГЕРЕНЦИЯ В ПСИХИКЕ — ЭТО ОДНОБОКОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЯВЛЕНИЯ ИЛИ ОБЪЕКТА, В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕГО ОДНУ СТОРОНУ ЯВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕК ПРИЕМЛЕТ, А ДРУГУЮ — НЕТ.



СУБЪЕКТИВНЫЕ РЕАЛЬНОСТИ

Можно представить некую высшую реальность как суперпозицию возможных реальностей. Если я буду считать, что есть только одна реальность, только одна точка зрения, что только моё мнение верное, — это и есть декогеренция в психике. Помните, мы писали свои автобиографии — правдивые, но абсолютно разные? Когда я давала такое задание студентам, иногда слышала в ответ: «Но моё детство было очень несчастным, я ничего другого не могу сказать!» Вот это и есть декогеренция, когда мы не способны увидеть другую сторону.

Способность видеть суперпозицию различных реальностей вообще очень важна для нас. Декогеренция в психике — это когда я буду, например, утверждать, что я всегда добрая. Но нужно признать, что иногда я могу быть и злой. Такая способность позволяет видеть мир и проявляться в нём гораздо свободнее и ярче.

ЧЕЛОВЕК ПОЛУЧАЕТ ИЗ ОБЪЕКТА ТОЛЬКО ТУ ИНФОРМАЦИЮ, КОТОРУЮ ОН
В СОСТОЯНИИ ОСОЗНАТЬ.

В следующей главе мы свяжем это с понятием из психологии «образ мира». А пока в пример приведу историю с синим цветом.

Синий цвет не существовал во многих античных культурах; в греческом, китайском, японском языке такого слова вообще не было. И есть доказательства, что люди тогда вообще не видели этот цвет!

В 1858 году учёный Уильям Гладстон изучал «Одиссею» Гомера и подсчитал: Гомер упоминает чёрный цвет около 200 раз, белый — около 100, красный — 15, жёлтый и зелёный — менее 10 раз. Когда Гомер описывает что-то синее (с нашей точки зрения), он использует неожиданные сравнения — например, цвет моря называет цветом тёмного вина.

Гладстон заметил, что и в других древнегреческих произведениях нет упоминания синего цвета. Впоследствии филолог Лазарус Гейгер, изучавший, в частности, Коран, древнекитайскую литературу и Ветхий Завет, пришёл к выводу, что это справедливо и для других древних цивилизаций.

Эти гимны состоят из более 10 тысяч строк,
где множество раз встречается описание
небес. Едва ли что-нибудь описывается
чаще, чем небеса. Солнце, закаты, день
и ночь, тучи и молнии и много чего
ещё. Но есть одна вещь, о которой
невозможно узнать из этих описаний. Это
то, что небо синего цвета.

Ханс Гейгер
(об индуистских ведических гимнах)

Могут ли люди видеть цвета, которым ещё нет определения? Учёный Джули Давидовф, чтобы это выяснить, специально отправился в Африку к племени химба, у которого в лексиконе нет слова «синий» и которое не различает голубой и зелёный. Учёный показал им круг с 11 зелёными квадратами и одним — голубым. Члены племени не смогли их различить.

Но химба различают больше оттенков зелёного, чем мы. Когда учёный показал им круг из зелёных квадратиков, один из которых по цвету немного отличался от других, они сразу же на него указали. А большинство европейцев и не увидели бы различий. Без слова, определяющего цвет, без способа его идентификации нам практически невозможно заметить его отличие от близкого цвета, хотя мы физически его видим.

Получается, мы можем извлечь только ту информацию, для которой существует определение у нас в мозгу. Это одна из причин, почему важно изучать устройство мира (и, в частности, читать эту книгу)!

Ещё одно проявление декогеренции в психике — это жёсткость позиции (только чёрное и белое) и чёткое достижение. В целом социум с детства научил нас хорошо декогерировать реальность, научил ставить цели и достигать их.

Рекогеренция

Рекогеренцией назовём процесс, обратный декогеренции. Если частица ни с чем не взаимодействует и за ней не наблюдают, то очень быстро она перейдёт в состояние квантового объекта.

РЕКОГЕРЕНЦИЯ — ЭТО ОБРАТНЫЙ ПРОЦЕСС ОБРЕТЕНИЯ СИСТЕМОЙ
КВАНТОВЫХ СВОЙСТВ ПРИ ПРЕКРАЩЕНИИ ИЛИ ОСЛАБЛЕНИИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОКРУЖЕНИЕМ.

В ходе рекогеренции контуры тел расплываются и границы между ними исчезают. Подсистемы объединяются в единую квантовую систему с высокой степенью запутанности.

РЕКОГЕРЕНЦИЯ В ПСИХИКЕ — ЭТО ОСОЗНАНИЕ, Т.Е. ПЕРЕХОД
К ПОНИМАНИЮ ПРОИСХОДЯЩЕГО ИЗ БОЛЕЕ ШИРОКОГО СПЕКТРА
ВОСПРИЯТИЯ МИРА.

Для осуществления рекогеренции необходимо умение различать состояние окружения и управляемо с ним взаимодействовать.

Осознанная рекогеренция возможна: уже есть чему рекогерировать, когда прежде имела место декогеренция и есть необходимая информация о явлении.

Например, если во мне ярко выражено какое-либо качество, надо посмотреть, есть ли противоположное качество. И принять для себя, что да, оно иногда тоже присутствует. Если буду говорить, что я всегда добрая, — процесса рекогеренции не произойдёт. Для того чтобы он произошёл, я должна признать, что я иногда бываю злой.

Очень важная мысль: РЕКОГЕРИРУЯ ПРОТИВОПОЛОЖНОСТИ, МЫ
ОБРЕТАЕМ ЦЕЛЬНОСТЬ. ТО ЕСТЬ, ТОЛЬКО ПРИЗНАВ В СЕБЕ ИЛИ В МИРЕ
ВСЕ ЧАСТИ ЯВЛЕНИЯ, МЫ СПОСОБНЫ НАЧАТЬ ПРОЦЕСС РЕКОГЕРЕНЦИИ.

Рекогеренцией в психике хорошо владеют те, кто умеет достигать расслабленности ума, принимать различные стороны. Жителям одних стран это удаётся лучше, чем жителям других. Например, индийцы много занимаются йогой, мечтают, гуляют по пляжу. В целом это полезное умение. Однако по жителям Индии видим: если постоянно находиться в состоянии рекогеренции, то перестаёшь чего-либо хотеть, перестаёшь развиваться, ставить цели. В лучшем случае можно жить в монастыре, хотя даже в монастыре есть свои правила и свои обя-

занности у тех, кто там живёт. Ну а чаще всего мы, как и жители многих развивающихся стран, лучше построим себе хижину на пляже и будем спокойно ходить, собирая бананы, — просто радоваться жизни и никуда не стремиться.

Рекогерирование мысли

РЕКОГЕРИРОВАНИЕ МЫСЛЕЙ — это попадание в некий источник, когда смолкает внутренний диалог. Пример — медитации.

Иногда в России такое состояние называли «попасть в пребывание». Иногда говорили «выйти в чисто поле». Это и есть процесс рекогеренции, когда мы начинаем размыывать реальность вокруг себя, чтобы потом её подсобрать в другом виде.

Во сне, например, мы как бы уходим в другую реальность, но вместе с тем для других людей мы продолжаем существовать как физическое тело. Так что мы способны мыслями, сознанием уйти в рекогеренцию, но всё же не совсем раствориться в пространстве.

Благодаря рекогеренции мы получаем доступ к неограниченным возможностям личностных изменений.

Жёсткий каркас жизненного опыта и реальности человека в момент рекогеренции рушится, и появляются возможности для полной реконструкции нового бытия.

Теоретически есть и возможность выбора новой Вселенной. Однако на практике выбор ограничен огромным количеством наблюдателей в нашей жизни, которые привязывают нас к уже существующей для них Вселенной.

ГАРМОНИЯ ДАО ПОКИДАЕТ НАС ВСЯКИЙ РАЗ,
КОГДА МЫ НАРУШАЕМ ЕГО БЕЗМЯТЕЖНОСТЬ
СВОИМИ СУЖДЕНИЯМИ.

Ошо. «Синь-Синь-Мин...»

Управление состояниями

Западный социум, как мы выяснили, стимулирует нас к тому, чтобы быть в состоянии декогеренции, проявленности, жёсткости для мира. В состоянии же рекогеренции мы не стремимся к развитию, к достижениям, к осуществлению своих желаний.

Поэтому в идеале для нас — уметь управлять состояниями, переходя от одного к другому.

Необходимое для этого условие — возможность управляемых переходов от суперпозиционных состояний к классическим и обратно. И чем шире у нас набор состояний, доступных для осуществления подобных процессов, тем развитее наше внутреннее пространство и тем мы осознаннее в себе и окружающем мире. И в результате сможем достичь большего.

АДАПТИВНЫЙ ИНТЕЛЕКТ — ЭТО АНАЛОГ НАШЕЙ СПОСОБНОСТИ
УПРАВЛЯТЬ СОСТОЯНИЯМИ ДЕКОГЕРЕНЦИИ И РЕКОГЕРЕНЦИИ.

Собственная реальность

Особенности взаимодействия наблюдателя с окружением лежат в основе создания им собственной реальности. Верно и более сильное утверждение:

НАБЛЮДАТЕЛЬ ВЛИЯЕТ НА НАБЛЮДАЕМОЕ, РАСКРЫВАЯ В НЁМ ТЕ ИЛИ
ИНЫЕ КАЧЕСТВА, КОТОРЫЕ ВНЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С НИМ МОГЛИ БЫ
И НЕ ПРОЯВИТЬСЯ.

Конечно, есть и другие наблюдатели и есть набор доступных состояний. То есть корова орлом не станет, как её ни наблюдай. Почему? Потому что уже достаточно долго корову наблюдали другие наблюдатели. Она вступала во взаимодействие с окружающим миром. И вошла в уже достаточно жёсткое декогерированное состояние именно как корова.

Из теории декогеренции также следует, что не любое наше желание всегда исполняется. Почему? Потому что есть другие наблюдатели, есть в мире другие взаимодействия и процессы. И даже если в своём желании пойдём против этих процессов, мы всё равно слабее, чем весь мир вокруг. И поэтому не любое желание должно сбываться.

В то же время вне акта наблюдения невозможно проявление материальных объектов и их свойств. Система остаётся только в квантовом состоянии.

Итак, мы пришли к очень интересной мысли: а существует ли вообще мир вокруг?

Существует ли мир вокруг?..

С точки зрения теории декогеренции, если никто не видит Солнце, если ни одно небесное тело, звёздная пыль и так далее с ним не взаимодействуют, Солнце перестанет существовать как классический объект и перейдёт в квантовое состояние.

Поскольку взаимодействующих с Солнцем объектов великое множество, оно и является нам как классический объект. По сути, другие объекты внешнего мира осуществили декогеренцию и объект «Солнце» воспринимается нами в проявленном состоянии.

Всё точно так же, как с коровой, в которую огромное количество наблюдателей, атомов и других систем уже превратили объект, который мы видим. Всё, декогеренция уже произошла и всё ещё непрерывно происходит.

КАЖДЫЙ ИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ ВНОСИТ СВОЙ ВКЛАД
В ФОРМИРОВАНИЕ РЕАЛЬНОСТИ.

И если таких объектов достаточно много, реальность вокруг предстаёт как объективная и не зависящая от нас. В этом случае возникает иллюзия объективности мира и существования у него истории, т.е. последовательности независимых от наблюдателя событий, приведшей к настоящему состоянию.

Квантовые ритуалы

В основе многих эзотерических практик (таких как медитации, практики остановки внутреннего диалога, осознанные сновидения, карты Таро, гадания, заговоры, магия) лежит физический процесс, связанный с очищением запутанности нашего сознания с окружением. Это и есть рекогеренция.

Если перенесём внимание сознания с анализа взаимодействия с окружением на процессы внутри нас, то так мы отвлечём сознание от реальности, станем способными чувствовать тонкие структуры и даже сможем на них воздействовать.

И в таких состояниях окружение воспринимается и ощущается как часть нас самих. Уходит разделение собственного тела и мира вокруг. Через изменение внутреннего состояния мы способны не только чувствовать мир вокруг, но и влиять на него.

Глава 5. Психология Леонтьева

Рассмотрим идеи талантливого психолога Алексея Николаевича Леонтьева. Именно он открыл факультет психологии МГУ и много лет им руководил.

Леонтьев ввёл понятие «образ мира» как пятое измерение. Он говорил, что мы осознаём мир не только в его пространственно-временных характеристиках. Мир не одинаков для каждого из нас. Каждым человеком мир преломляется, словно между нами и миром помещена призма. Мы видим мир сквозь призму наших восприятий, или, по Леонтьеву, значений.

Леонтьев описывает четыре измерения, в которых живёт человек, — это длина, ширина, высота и время. И вводит понятие пятого измерения как смыслового поля, системы значений и внутрисистемных связей.

Образ мира предшествует четырёхмерному восприятию мира в пространстве и времени. Это пятое квазиизмерение, которым является смысловое поле, система значений.

ФАКТ СОСТОИТ В ТОМ, ЧТО КОГДА Я ВОСПРИНИМАЮ ПРЕДМЕТ, ТО Я ВОСПРИНИМАЮ ЕГО НЕ ТОЛЬКО В ЕГО ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ И ВО ВРЕМЕНИ, НО И В ЕГО ЗНАЧЕНИИ.

*Алексей Леонтьев,
психолог и философ*

Значение — это ещё один параметр, ещё одно измерение, посредством которого человек описывает мир.

Сознание, по Леонтьеву, — это открывающаяся субъекту картина мира, в которую включён сам субъект, его действия и состояния.

С точки зрения теории декогеренции мы можем сказать, что люди производят декогеренцию, проявление, кристаллизацию своей реальности из некоего квантового источника.

Образ мира регулирует и направляет всю деятельность человека. Образ мира есть система ожиданий, порождающая гипотезы, на основе которых структурируются впечатления.

Обычно человек уже декогерировал свой образ мира, свою картину из окружающей реальности, и всё остальное, что происходит, он подстраивает под эту реальность, встраивает в неё, ищет вокруг себя доказательства своего образа мира. Человек уже не замечает других оттенков, видит только подкрепление существующего для него образа мира.

Глава 6. Танец со Вселенной

«Не стоит прогибаться под изменчивый мир, пусть лучше он прогнётся под нас...»¹⁷

Так ли это?

Я, как физик, категорически с этим не согласна. Да, не стоит прогибаться под изменчивый мир. Но надо ли прогибать мир нам самим?

Это состояние жёсткой декогеренции в психике: мы поставили себе цель — и мы её достигаем. С какой-то степенью вероятности мы её и достигнем, но при этом потратим очень много внутренней энергии; к тому же такая жёсткость, как правило, ничем хорошим не заканчивается. Счастливее и здоровее мы от этого не станем.

Существует более правильный образ, который мне очень нравится, — это образ танца со Вселенной.

Есть я, и есть Вселенная. Мы с ней в танце — мы некое единое целое. Мы обе слышим её музыку, и мы вместе танцуем. Для того чтобы у нас всё получалось красиво, в один момент меня как партнёра ведёт Вселенная, я её слушаюсь и получаю удовольствие — нахожусь в рекогеренции. А в другой момент я решаю взять инициативу в свои руки и говорю: «А вот здесь поведу я», — и Вселенная следует за мной. Мы в чувствовании

¹⁷ Слова из песни «Машины времени», автор — Андрей Макаревич (признан иноагентом на территории Российской Федерации).

друг друга для того, чтобы понимать своего партнёра, чтобы ощущать, когда хорошо повести ему, а когда хорошо повести мне. И так мы, постоянно взаимодействуя и доверяя друг другу, танцуем восхитительное танго жизни...

Резюме и задания



Резюме

- Копенгагенская интерпретация утверждает, что существует барьер, разделяющий странный мир частиц и привычный нам макроскопический мир. И нет смысла интересоваться, что же происходит в невидимой квантовой области.
- Согласно многомировой интерпретации, вся Вселенная постоянно расщепляется на параллельные реальности, и мы, как наблюдатели, тоже расщепляемся вместе с ней.
- Возможно, что сила — это следствие геометрии.
- Согласно теории суперструн, существует три привычных нам измерения, одно временное и семь компактифицированных скрученных; основой мира служат крошечные струны.
- Основная идея биоцентризма: сознание и жизнь создают окружающую реальность, пространство и время, а не наоборот.
- Декогеренция — это проявление материи, или бытия, возникновение классического, обычного для нас мира, состоящего из наблюдаемых нами твёрдых тел. В процессе декогеренции возникают время и пространство. Процесс

декогеренции запускает любое взаимодействие системы с окружающей средой.

- Согласно Леонтьеву, образ мира предшествует четырёхмерному его восприятию в пространстве и времени. Это пятое квазиизмерение, которым является смысловое поле, система значений.



Задания

1. Какая ваша самая любимая теория мироустройства? Почему?

2. Как вы считаете, что первично — материя или сознание?

3. Придумайте, что бы вы смогли сделать из четвёртого пространственного измерения? Делитесь вашими историями в соцсетях с хештегом **#арьекнига**.

4. Прочитайте пример, как можно поменять свой образ мира и кардинально поменять жизнь, и попробуйте это сделать. Уверена, вы получите большое удовольствие!

Пример изменения своего образа мира

Мария хочет создать семью, найти любимого. Но в последнее время у неё появилась неуверенность в себе и возникают мысли: «В России женщин больше, чем мужчин, — меня никто не выберет», «Я недостаточно красива и молода» и т.д. Марии необходим новый образ мира: «Я прекрасна и достойна самого лучшего! Мой любимый ждёт встречи со мной!..»

Для этого Марии надо собрать доказательства в подтверждение нового образа мира, например:

- записать все комплименты, которые ей говорили, и возвращаться к этим записям;
- посмотреть фильмы и сериалы, подтверждающие этот образ мира (например, документальный фильм «Райские птицы» показывает жизнь птиц, где самцы танцуют на шесте, месяцами строят замки, ухаживают за собой —

только бы самка обратила на них внимание), — так укрепится мысль, что женщина — это венец творения («Это естественно для природы, значит, в моём мире тоже»);

- найти примеры из своей жизни и жизней знаменитостей, когда успешный интересный мужчина выбирал в жёны ту, чьи достоинства были не самыми очевидными по стандартным меркам.

ЧАСТЬ 6. ИГРА В ИМИТАЦИЮ

Вы изучите, что такое теория симуляции, и познакомитесь с основными её доказательствами; узнаете, что общего у снежинки, береговой линии Великобритании и бронхов человека; познакомитесь с практическими способами применения теории симуляции в жизни и с понятием «квантовая карма»; научитесь применять законы квантовой кармы и совершать настоящее чудо — менять реальность вокруг себя.

Глава 1. Что такое теория симуляции	162
Глава 2. Доказательства теории симуляции	167
Глава 3. Игроки и персонажи	184
Глава 4. Квантовая карма	189
Глава 5. Формула квантового мира.	194
Резюме и задания.	201

Глава 1. Что такое теория симуляции

Можно ли действительно доказать, что
вся палитра испытываемых человеком
ощущений по своему происхождению
не есть отражение окружающей
действительности, а всего лишь мастерская
иллюзия, вызываемая злым демоном?

*Рене Декарт,
философ и математик*

С давних времён существовали предположения, что, возможно, тот мир, в котором мы живём, — ненастоящий, он лишь имитация, которую мы видим. Эта идея увлекала Пифагора, Платона, Аристотеля. В восточных философских и религиозных направлениях существует концепция майи как иллюзии, в которой мы живём. И в наши дни эти идеи набирают всё большую популярность. А что это, как не теория симуляции?

Теория симуляции захватила внимание писателей и режиссёров во всём мире¹⁸. Впервые в массовое сознание она вошла вместе с фильмом «Матрица», в котором рассказывается

¹⁸Мои фавориты — это Станислав Лем и его книга «Из воспоминаний Ийона Тихого» и Курт Воннегут «Завтрак для чемпионов»; сериалы «Мир Дикого Запада» и «Чёрное зеркало».

о виртуальной реальности, созданной машинами и поработившей людей. Даже соцсети становятся уже метавселенными, где люди взаимодействуют через свои аватары, используя технологии виртуальной реальности.

Существует лишь один шанс из миллиарда,
что мы живём не в симуляции.

*Илон Маск,
предприниматель, инженер и миллиардер*

Мои же размышления показывают, что теория симуляции даёт нам много инструментов, которые мы можем использовать в жизни. Давайте рассмотрим доказательства этой теории и методики её использования.

Симуляция — это имитация какого-либо физического процесса с помощью искусственной, например механической или компьютерной, системы.

В учёном мире увлечение теорией симуляции началось со статьи профессора Оксфордского университета Ника Бострома «Доказательство симуляции», опубликованной в 2003 году. В статье он рассказывает, что наша реальность может имитироваться на компьютере, созданном продвинутой цивилизацией. И даже, возможно, есть некая иерархия симуляций в симуляции. То есть существует высший разум, который создал нашу цивилизацию (человечество является симуляцией), но мы тоже можем создать свою симуляцию. Возможно, всё к этому и идёт. И новая симуляция постепенно начнёт жить своей отдельной жизнью, а мы за ней сможем наблюдать. И та, другая симуляция, которую мы создадим, создаст свою новую и так далее. Подобных симуляций, вложенных как матрёшка одна в другую, может быть бесконечно много.

Как можно представить симуляцию?

Думаю, все мы играли в компьютерные игры. Посмотрим внимательно, как устроена их графика.

Издали кажется, что все ландшафты — настоящие и существуют во всех подробностях. На самом деле это не так. Это иллюзия. На улицах, где игрока нет, ничего не происходит. Там никого нет, даже текстуры не подгружены. Но как только вы туда придёте — появятся люди, поедут машины, замяукают кошки... Смотря вперёд, вы чётко видите пространство перед собой, однако за вашей спиной детали упрощаются или вовсе исчезают (в старых играх 1990-х годов это очень заметно). Персонаж, за которого вы играете, поворачивает голову, и вы можете разглядеть только то, что перед ним. Вдали всё расплывчато, там нет деталей. Постепенно всё больше деталей будет подгружаться, всё станет чётким. Пространство будто понимает, что за ним начали наблюдение.

На таком принципе работают все современные компьютерные игры. Делается это, чтобы оптимизировать нагрузку на компьютер. И по такому принципу компьютеры будут работать всегда. Хранить все детали — это очень большая нагрузка на компьютер, это слишком много информации.

#ФИЗИКИШУТЯТ



Мы можем сказать, что реальность компьютерной игры находится в некоем неопределённом состоянии, и, только когда наблюдатель (ваш аватар в игре) на неё смотрит, она принимает определённое значение. Не напоминает ли это знаменитый двухщелевой эксперимент? И не напоминает ли его следующее утверждение?

Мы можем сказать, что НАБЛЮДАТЕЛЬ (ИГРОК) ВЛИЯЕТ НА КОМПЬЮТЕРНЫЙ МИР ОДНИМ ТОЛЬКО ФАКТОМ СВОЕГО НАБЛЮДЕНИЯ.

Научные прогнозы показывают, что в очень скором будущем станут доступны огромные объёмы вычислительных мощностей. Мы сможем создавать настолько реалистичные миры, что их персонажи не будут от нас отличаться, они обретут разум. И при этом не будут осознавать, что живут не в «настоящем» мире. Может, мы тоже герои компьютерной игры?

Благодаря развитию искусственного интеллекта, виртуальной реальности и метавселенных компьютерный мир вскоре будет невозможно отличить от реального. Нам кажется, что в нашем мире уж точно любой предмет — реален. Но вспомните, с чего мы начали книгу: в действительности любой предмет абсолютно пуст, материи (частиц) в нём — ничтожные доли процента.

Ещё мы обсуждали, что любой предмет существует только тогда, когда взаимодействует с другими предметами (или с вами). И если он никак не взаимодействует с окружением, то вообще нельзя сказать, существует ли он. Для физиков вместо «Я мыслю, следовательно, я существую» правильнее будет сказать: «Я взаимодействую, следовательно, я существую».

Мир — это игра перспектив, игра зеркал,
которые существуют только как отражение
друг друга и друг в друге.

*Карло Ровелли,
специалист в области квантовой
гравитации*

#ФИЗИКИШУТЯТ

Люди, кричащие, что мы живём в симуляции, — ПРЕКРАТИТЕ,
ПОЖАЛУЙСТА! Это ролевой сервер. Вы портите другим атмосфе-
ру!

Глава 2. Доказательства теории симуляции

Существует несколько доказательств теории симуляции, включающих:

- эффекты квантовой физики;
- ограниченность скорости света и теорию относительности;
- эффект Манделы;
- фрактальность;
- антропный принцип;
- закон Мура;
- математику в основе нашей жизни;
- принцип наименьшего действия Гамильтона;
- веру в Бога.

Рассмотрим каждое из этих доказательств.

Эффекты квантовой физики

Двухцелевой эксперимент и эффект наблюдателя: наблюдатель производит коллапс волновой функции частицы только фактом своего наблюдения. Это похоже на работу игрового движка. Как будто наша Вселенная запущена на компьютере, мощности которого недостаточно, чтобы постоянно просчитывать положение каждой частицы. Частицы находятся в суперпозиции, и более точные расчёты делаются тогда, когда частица становится видимой для наблюдателя (или, исходя из

теории декогеренции, когда частица обменивается информацией с окружающей системой).

А что насчёт **квантовой запутанности**? Как частицы могут реагировать на состояния друг друга мгновенно, несмотря на любые расстояния? В теории симуляции в момент, когда частицы запутываются, описывающие их программы объединяются. Объединение происходит по квантовому числу, и тогда становится понятно, что расстояние между частицами действительно не имеет значения. Они описываются одной программой вплоть до момента декогеренции, когда их программы вновь разделяются.

Пиксельная Вселенная. Вы уже знаете, что всё в нашем мире квантовано — существует самое малое значение энергии, расстояния, времени. Мы можем представить системы окружающего мира как совокупность кубитов, ячеек памяти, и в таком случае наш мир — как один большой квантовый компьютер.

Ограниченность скорости света и теория относительности

Вторым доказательством теории симуляции служит то, что ничто не может двигаться быстрее скорости света. Я, например, не встречала другие, кроме теории симуляции, разумные объяснения этого факта. Как известно из теории относительности Эйнштейна, при увеличении скорости время замедляется и даже полностью останавливается, приближаясь к скорости света. Если мы полетим на космическом корабле со скоростью, близкой к скорости света, для нас время будет идти очень медленно. За одну нашу секунду на корабле могут пройти миллионы лет на Земле. Быстрее же скорости света мы не сможем двигаться, ведь для этого было бы необходимо еще больше замедлить время.

В теории симуляции скорость света — это скорость обновления нашего мира. Любители компьютерных игр знают, что при больших объёмах информации игра немного замедляется.

А у нас время замедляется при больших скоростях и рядом с массивными объектами. Все циклы обработки информации подвисают в целях экономии.

Скорость света ограничена из-за ограниченности мощности процессора, создающего нашу реальность.

#ФИЗИКИШУТЯТ

А ВЕДЬ ФИЗИК, ИЗУЧАЮЩИЙ АТОМЫ, — ЭТО ЛИШЬ КУЧКА АТОМОВ, ИЗУЧАЮЩИХ САМИХ СЕБЯ.

Эффект Манделы

В 2009 году в интернете стали обсуждать смерть президента ЮАР Нельсона Манделы. Оказалось, что многие были уверены: он умер в тюрьме в 1980-е годы (хотя на момент обсуждения Манделе предстояло прожить ещё четыре года). Кроме того, люди припоминали выпуски новостей с сообщениями о смерти Манделы, газетные статьи и т.д. То есть был эффект ложной коллективной памяти, который назвали эффектом Манделы.

Это не единственный такой случай.

Некоторые помнят, что Аляску продала Екатерина Первая, хотя в действительности договор был подписан уже после смерти Екатерины Второй.

Или, например, сцена убийства Кеннеди. Многие помнят, что он ехал в белом лимузине и в машине было всего четыре человека (я тоже так помнила). Но на самом деле цвет автомобиля был чёрный и находились в нём шестеро.

Многие помнят скульптуру Родена «Мыслитель» как сидящего мужчину, в раздумьях подпирающего кулаком лоб. В реальности он поддерживает ладонью подбородок.

Учёные до сих пор спорят, существует ли эффект Манделы, хотя есть много и правда странных фактов проявления ложной коллективной памяти.

Известны, кстати, случаи, когда человек неожиданно начинал говорить на незнакомом ему языке или, например, точно описывал детали городов, где он никогда не бывал.

В теории симуляции всё это легкообъяснимо: это баги компьютерной программы, возникающие, когда мы все переходим в соседнюю, параллельную реальность.

Фрактальность

В 1950-е годы английский физик Льюис Фрай Ричардсон исследовал влияние длины государственной границы на вероятность начала военного конфликта. Он с удивлением обнаружил, что Испания и Португалия дают разные величины их общей границы.

В самом деле, длина границы зависит от длины отрезков, которыми она измеряется. Ричардсон стал изучать береговые линии. И открыл поразительный факт: при стремлении длины отрезков к нулю (т.е. при увеличении точности измерения) длина береговой линии стремится к бесконечности!

А всё потому, что береговые линии — это фракталы. Ими являются ещё и маленькие снежинки, математически точная длина периметра которых тоже бесконечность!



Мера = 200 км
Длина = 2400 км



Мера = 100 км
Длина = 2800 км

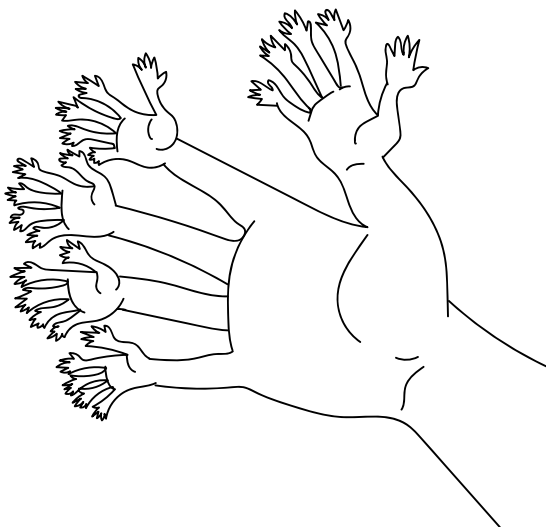


Мера = 50 км
Длина = 3200 км

Длина границы зависит от длины отрезков, которыми она измеряется

ФРАКТАЛ — это множество, обладающее элементами
самоподобия.

Если бы мы захотели представить себе фрактал руки чело-
века, этот фрактал мог бы выглядеть так:



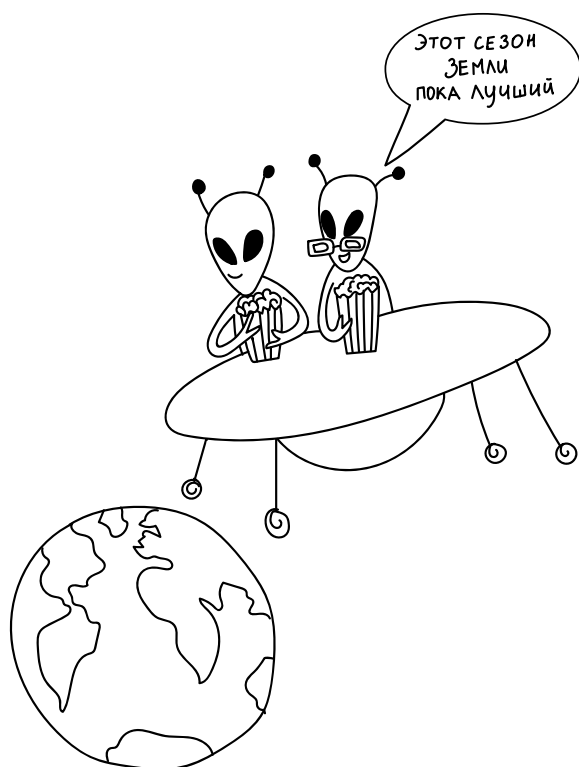
Примеры фракталов — папоротники, снежинки, рост популяции кроликов, молнии, береговые линии, колебание котировок на бирже и рост раковых клеток.

В 1978 году аниматор Лорен Карпентер делал компьютерную графику с изображением горного хребта. Когда он рисовал гору произвольно, изображение получалось нереалистичным. И тогда Карпентер решил применить фрактальный принцип: нарисовал гору в виде простой пирамиды, затем разделил каждую из её сторон на более мелкие подобные фигуры, повторив процесс много раз. И гора получилась правдоподобной, ведь в реальности горные хребты, как и большинство элементов природы, — это фракталы. И теперь в современной компьютерной графике фрактальный принцип используется для построения «реалистичного» мира.

ЗА ХАОСОМ ПРИРОДЫ СКРЫТ ПОРЯДОК. МЫ МОЖЕМ
МАТЕМАТИЧЕСКИ — С ПОМОЩЬЮ ФРАКТАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ — ОПИСАТЬ,
КАК ФОРМИРУЮТСЯ ОБЛАКА, КРОНЫ ДЕРЕВЬЕВ, ЦВЕТЫ, БРОНХИ
И КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА.

Но почему мир так устроен? Если верить в теорию симуляции — то опять же для уменьшения нагрузки на процессор, создающий нашу реальность. Зачем каждый раз придумывать новые элементы, если можно многократно повторять уже существующие?

Для меня фрактальность нашего мира — один из самых сильных аргументов в пользу теории симуляции.



Антропный принцип

Когда-то в детстве, изучая физику, я поразилась, как много факторов должно было сойтись, чтобы жизнь на нашей планете стала возможной.

- В самом деле, если бы Земля находилась чуть дальше от Солнца, то замёрзли бы все океаны. А если бы чуть ближе — они бы превратились в пар.

- Если бы у Земли не было её спутника — Луны, то земная ось постоянно меняла бы направление, что вызывало бы драматические изменения климата, шквал цунами и землетрясений. А для создания ДНК необходимы сотни миллионов лет климатической стабильности. Да и у Луны как раз подходящий размер, чтобы стабилизировать Землю.
- Кроме того, у нас есть Юпитер, обладающий большой массой, и благодаря этому он отбрасывает пролетающие астероиды подальше от Земли, в открытый космос.
- Если бы Земля была чуть меньше, то в нашей атмосфере не было бы кислорода. А если бы чуть больше — то в атмосфере было бы много ядовитых газов.
- Ещё мы находимся в правильном месте нашей Галактики — где Млечный Путь. Чуть ближе к центру Галактики — и сильное излучение сделало бы жизнь невозможной. Чуть дальше — и у нас было бы недостаточно тяжёлых элементов, необходимых для жизни.

Одним словом, мы живём в границах такого узкого диапазона, что, похоже, разумная жизнь на Земле — это и в самом деле уникальное явление не только для нашей Галактики, но и для всей Вселенной.

И это ещё не говорю о фундаментальных константах!

Их существует несколько сотен (скорость света, постоянная Планка, массы элементарных частиц и т.д.). Эти константы неизменны. Если бы даже одна из этих констант была другой, то жизнеспособная и устойчивая Вселенная не смогла бы сформироваться.

Пример — гравитационная постоянная. Если бы она была чуть больше (т.е. больше была бы сила притяжения тел), то расширение Вселенной после Большого взрыва прекратилось бы почти мгновенно и мир сжался бы обратно, не успев родиться. А если бы гравитационная постоянная была чуть меньше, то Вселенная расширялась бы без образования звёзд и планет.

Неужели наша Вселенная была изначально создана специально для нас?

Если бы хоть один из параметров был немного изменён, то мы бы не существовали и некому было бы придумывать законы квантовой физики, да и вообще рассуждать о мироустройстве.

Антропный принцип: мы видим Вселенную такой, потому что только в такой Вселенной мог возникнуть наблюдатель, человек.

В научной среде по поводу антропного принципа есть разногласия. Кто-то полагает, что благодаря антропному принципу существует множество других Вселенных (и здесь тоже есть много мнений). Другие принимают даже более сильную версию антропного принципа — версию уже знакомого нам физика Джона Уилера: «Наблюдатели необходимы для обретения Вселенной бытия».

Однако некоторым учёным не нравится антропный принцип, так как они не видят в нём раскрытия причин «точной настройки» Вселенной.

Представьте себе, что вы стоите перед расстрельной командой. Пятьдесят человек в вас целятся, но все промахиваются. Если бы кто-то не промахнулся, вы бы не выжили и не смогли задуматься об этом. Но вы не можете это просто забыть — вы озадачены и будете искать причины своего фантастического везения.

*Джон Лесли,
специалист в области квантовой
гравитации*

Может, причина в том, что нам просто повезло?

Но с другой стороны, многие физики считают антропный принцип одним из доказательств существования Бога (или некоей высшей силы, создавшей нашу Вселенную в теории симуляции).

Закон Мура

КОЛИЧЕСТВО ТРАНЗИСТОРОВ УДВАИВАЕТСЯ КАЖДЫЕ 24 МЕСЯЦА, БЕЗ
УВЕЛИЧЕНИЯ СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА.

В 1983 году журнал «Мир науки» привёл такое сравнение: «Если бы за последние 25 лет авиационная промышленность развивалась столь же стремительно, как вычислительная техника, то Boeing 767 можно было бы приобрести сегодня за \$500 и облететь на нём земной шар за 20 минут, израсходовав при этом 19 литров горючего. По этой аналогии, хотя и не совсем точной, можно судить о темпах снижения стоимости и энергопотребления и [темпах] роста быстродействия вычислительных машин». И хотя высказывание было сделано 40 лет назад, оно по-прежнему актуально.

Инженер Гордон Мур нашёл эту закономерность ещё в 1965 году, впоследствии чуть её подкорректировав. Он заметил, что количество транзисторов на микрочипах удваивается каждые два года. Закономерность эта подтверждается экспериментально.

Чем меньше размер транзистора, тем меньше он потребляет тока. А чем больше количество транзисторов, тем выше вычислительная мощность.

Получается, что размер транзисторов уменьшается, их число растёт, и растёт также мощность.

В начале 2000-х годов Мур сделал несколько заявлений, признав, что вскоре экспоненциальный рост будет уже невозможен и закон перестанет действовать. Ведь мы ограничены

скоростью света, а ещё размерами атомов. Уменьшение размеров транзисторов имеет свой предел.

Что же случится в будущем? Похоже, поменяется сам ПРИНЦИП вычислений.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИНГУЛЯРНОСТЬ — это гипотетический момент в будущем, когда технологическое развитие в принципе становится неуправляемым и необратимым, что порождает радикальные изменения характера человеческой цивилизации.

По предсказаниям футурологов, это может случиться между 2030 и 2045 годами. Сложно сказать, правда ли это и как всё будет выглядеть. Сейчас есть много признаков перехода в виртуальную реальность. Виртуальными становятся вещи, которые мы привыкли воспринимать только как реальные, предметы искусства и даже... члены семьи. Люди покупают виртуальные земельные участки и переходят на цифровые валюты. Если верить в теорию симуляции, то у нашей цивилизации уже есть предпосылки для создания собственной симуляции.



Задание

Что вы думаете об этом? Интересно? Или страшно? Делитесь своим мнением в соцсетях с хештегом **#арьекнига** — порассуждаем вместе!

Математика в основе нашего мира

Вселенная — это великая книга, написанная
на языке математики.

*Галилео Галилей,
физик, астроном, математик*

Когда на вечеринках меня спрашивают, чем я занимаюсь, я даю один из припасённых ответов. Могу сказать, что увлекаюсь психологией, воспитываю троих детей или танцую аргентинское танго, — и быть уверенной, что у нас получится длинная увлекательная беседа. Если же отвечу, что моя специальность — математика и ядерная физика, то обычно интерес собеседника сразу гаснет. Мне говорят: «Математика, физика — это самые скучные предметы, которые были у меня в школе», — и я остаюсь с бокалом шампанского в одиночестве¹⁹.

Почему же математика и физика так всех пугают?

С детства мы знаем, что математика — это царица наук. Математика — один из основных способов описания нашего мира. Казалось бы, естественное любопытство, желание узнать, как устроен мир, должно быть свойственно людям. Но скучная школьная программа и незаинтересованность учителей делают своё дело — навсегда отбивают у многих детей интерес к математике и физике.

Есть что-то очень МАТЕМАТИЧЕСКОЕ В НАШЕЙ
ВСЕЛЕННОЙ, И ЧЕМ ВНИМАТЕЛЬНЕЕ МЫ
СМОТРИМ, ТЕМ БОЛЬШЕ МАТЕМАТИКИ НАХОДИМ.
МАТЕМАТИКА ВЕЗДЕ! ТАК ЧТО ЖЕ НАМ ДЕЛАТЬ
СО ВСЕМИ ЭТИМИ НАМЁКАМИ НА МАТЕМАТИКУ
В НАШЕМ ФИЗИЧЕСКОМ МИРЕ?

*Макс Тегмарк,
космолог и астрофизик*

Законы физики можно описать математическими уравнениями. Уравнения покажут траектории движения тел, их взаимодействия; опишут электричество, радиоактивность и другие явления и законы нашего мира. Математика — везде.

¹⁹ Бывают, конечно, исключения — любители труднодостижимых целей, у которых сочетание «красивая женщина — физик» сразу вызывает яркие эмоции. Но это тема для другой книги;)

Не только уравнения, но и просто числа выражают фундаментальные свойства нашей реальности (например, фундаментальные константы). Природа описывается математикой. Как физические законы, так и красота! Вспомним, например, золотое сечение. Любой архитектор вам расскажет, какие параметры (математические) должны быть соблюдены, чтобы здание казалось гармоничным.

Существует даже гипотеза математической Вселенной, которая гласит: есть внешняя физическая реальность, как её называет Макс Тегмарк, которая является математической структурой. По мнению этого физика, всё в нашем мире — чисто математическое, включая нас самих.

Это, конечно, лишь одна из гипотез. Но то, что математика лежит в основе физических законов, которые описывают наш мир, — факт. И если мы живём в симуляции, то наш мир точно должен быть построен математически.



Задание

Подумайте, в каких ещё категориях можно описать наш мир. Возможно, это Слово, если брать Библию?.. Поделитесь мыслями по хештегу **#арьекнига**.

Принцип наименьшего действия Гамильтона

Ещё Аристотель заметил:

«...ПРИРОДА НИЧЕГО НЕ ДЕЛАЕТ НАПРАСНО
И ВО ВСЕХ СВОИХ ПРОЯВЛЕНИЯХ ИЗБИРАЕТ
КРАТЧАЙШИЙ ИЛИ ЛЕГЧАЙШИЙ ПУТЬ».

Мы все знакомы с многочисленными проявлениями этой глубокой мысли на практике. Угол падения равен углу отражения именно потому, что тогда путь света из одной точки в другую является кратчайшим (движется по сторонам равнобедренного треугольника).

Позднее принцип обрёл и точную математическую формулировку (для этого потребовались усилия Ферма, Лейбница, Ньютона, Мопертюи, Эйлера и Гамильтона): действие — это произведение массы тела на его скорость и пройденное расстояние.

ПРИНЦИП НАИМЕНЬШЕГО ДЕЙСТВИЯ ГАМИЛЬТОНА ПРОСТЫМИ СЛОВАМИ ЗВУЧИТ ТАК: ТЕЛО БУДЕТ ДВИГАТЬСЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СИЛ ПО ТАКОЙ ТРАЕКТОРИИ, ЧТОБЫ ДЕЙСТВИЕ БЫЛО МИНИМАЛЬНЫМ.

Не правда ли, это существенно сужает возможное количество будущих сценариев поведения системы и вообще похоже на правило разработчика компьютерных игр, созданное для экономии мощности компьютера при развёртывании виртуальной реальности.

Возможно, принцип наименьшего действия — это один из фундаментальных принципов творения реальности высшего разума, принцип создания симуляции.

Самый важный вопрос: что есть реальность?

Удивительно, но на этот счёт нет единого мнения. Вот лишь некоторые из вариантов.

Реальность — это:

- движение элементарных частиц;
- колебания суперструн;
- взаимодействия квантованных полей;
- объединение четырёх стихий — земли, воды, воздуха и огня;
- Божественное творение;
- сон;
- симуляция;
- математический конструкт.

ИММАНУИЛ КАНТ СЧИТАЛ, ЧТО РЕАЛЬНОСТЬ СУЩЕСТВУЕТ, НО МЫ НЕ СПОСОБНЫ ЕЁ ПОЗНАТЬ, ТАК КАК У НАС НЕТ ДОСТУПА К «ВЕЩИ В СЕБЕ».

Другие уверены, что реальности вообще не существует. Есть мнение, что реальность субъективна и она у каждого из нас в голове.

Такие разные ответы... И все приемлет квантовая физика. И даже объясняет многие из них и даёт математические формулы для расчётов.

Каждый из нас понимает реальность по-своему. Но точно верно одно: реальность — не то, чем кажется на первый взгляд.

Вера в Бога

Человечество всегда верило в Бога как в некую высшую силу. Во многих религиях есть идея, что Бог также создатель нашего мира. В различных религиозных конфессиях Бог может выглядеть по-разному, но остаётся одно общее: мы склонны верить, что существует нечто Высшее.

ЭЛЕМЕНТ БОГА В ГИПОТЕЗЕ СИМУЛЯЦИИ — ЭТО
ТОТ, КТО ЗНАЕТ ВСЁ О НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ
И МОЖЕТ ЕЙ УПРАВЛЯТЬ.

*Дэвид Чалмерс,
философ*

Даже те, кто не принадлежит к какой-либо религиозной конфессии, в трудные минуты призывают на помощь высшие силы.

Мы вряд ли когда-либо сможем представить, как выглядит создатель симуляции. Но порой мы чувствуем его присутствие в каждой детали нашего мира.

#ФИЗИКИШУТЯТ

О ВРЕДЕ ОГУРЦОВ

(УПРАЖНЕНИЕ В СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЛОГИКЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ)

(ИНОГДА ЛОГИКА МОЖЕТ ЗАВЕСТИ НАС В ЗАНЯТЫЕ ДЕБРИ.)

ОГУРЦЫ ВАС ПОГУБЯТ! КАЖДЫЙ СЪЕДЕННЫЙ ОГУРЕЦ ПРИБЛИЖАЕТ ВАС К СМЕРТИ. УДИВИТЕЛЬНО, КАК ДУМАЮЩИЕ ЛЮДИ ДО СИХ ПОР НЕ РАСПОЗНАЛИ СМЕРТОНОСНОСТИ ЭТОГО РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОДУКТА И ДАЖЕ ПРИБЕГАЮТ К ЕГО НАЗВАНИЮ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ В ПОЛОЖИТЕЛЬНОМ СМЫСЛЕ («КАК ОГУРЧИК!»).

С ОГУРЦАМИ СВЯЗАНЫ ВСЕ ГЛАВНЫЕ ТЕЛЕСНЫЕ НЕДУГИ И ВСЕ ВООБЩЕ ЛЮДСКИЕ НЕСЧАСТЬЯ:

- ПОЧТИ ВСЕ ЛЮДИ, СТРАДАЮЩИЕ ХРОНИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ, ЕЛИ ОГУРЦЫ (ЭФФЕКТ ЯВНО КУМУЛЯТИВЕН);
- 99,9% ВСЕХ ЛЮДЕЙ, УМЕРШИХ ОТ РАКА, ПРИ ЖИЗНИ ЕЛИ ОГУРЦЫ;
- 100% ВСЕХ СОЛДАТ ЕЛИ ОГУРЦЫ;
- 99,7% ВСЕХ ЛИЦ, СТАВШИХ ЖЕРТВАМИ АВТОМОБИЛЬНЫХ И АВИАЦИОННЫХ КАТАСТРОФ, УПОТРЕБЛЯЛИ ОГУРЦЫ В ПИЩУ В ТЕЧЕНИЕ ДВУХ НЕДЕЛЬ, ПРЕДШЕСТВОВАВШИХ ФАТАЛЬНОМУ НЕСЧАСТНОМУ СЛУЧАЮ;
- 93,1% ВСЕХ МАЛОЛЕТНИХ ПРЕСТУПНИКОВ ПРОИСХОДЯТ ИЗ СЕМЕЙ, ГДЕ ОГУРЦЫ ПОТРЕБЛЯЛИ ПОСТОЯННО.

Есть данные и о том, что вредное действие ОГУРЦОВ СКАЗЫВАЕТСЯ ОЧЕНЬ ДОЛГО: СРЕДИ ЛЮДЕЙ, РОДИВШИХСЯ В 1890 ГОДУ И ПИТАВШИХСЯ ВПОСЛЕДСТВИИ ОГУРЦАМИ, СМЕРТНОСТЬ РАВНА 100%. Все лица 1900–1930 ГОДОВ РОЖДЕНИЯ ИМЕЮТ ДРЯБЛУЮ МОРЩИНISTУЮ КОЖУ, ПОТЕРЯЛИ ПОЧТИ ВСЕ ЗУБЫ, ПРАКТИЧЕСКИ ОСЛЕПЛИ (ЕСЛИ БОЛЕЗНИ, ВЫЗВАННЫЕ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ОГУРЦОВ, НЕ СВЕЛИ ИХ УЖЕ ДАВНО В МОГИЛУ). ЕЩЁ УБЕДИТЕЛЬНЕЕ РЕЗУЛЬТАТ, ПОЛУЧЕННЫЙ ИЗВЕСТНЫМ КОЛЛЕКТИВОМ УЧЁНЫХ-МЕДИКОВ: МОРСКИЕ СВИНКИ, КОТОРЫМ ПРИНУДИТЕЛЬНО СКАРМЛИВАЛИ ПО 20 ФУНТОВ (ОКОЛО 10 КГ) ОГУРЦОВ В ДЕНЬ В ТЕЧЕНИЕ МЕСЯЦА, ПОТЕРЯЛИ ВСЯКИЙ АППЕТИТ!

ЕДИНСТВЕННЫЙ СПОСОБ ИЗБЕЖАТЬ ВРЕДНОГО ДЕЙСТВИЯ ОГУРЦОВ — ИЗМЕНИТЬ ДИЕТУ. ЕШЬТЕ, НАПРИМЕР, СУП ИЗ БОЛОТНЫХ ОРХИДЕЙ. ОТ НЕГО, НАСКОЛЬКО НАМ ИЗВЕСТНО, ЕЩЁ НИКТО НЕ УМИРАЛ²⁰.

²⁰По материалам сборника Физики продолжают шутить: сборник переводов. — М.: Мир, 1968.

Что же такое смерть? И что такое душа человека? Если принять теорию симуляции, то очень логичной выглядит идея реинкарнации (о ней мы поговорим позже).

Какие можно сделать практические выводы, предположив, что мы находимся в этой виртуальной матрице? И кто тогда я, кто — игрок, а кто — персонаж?

Глава 3. Игроки и персонажи

Как устроены компьютерные игры? Есть игрок — человек, который сидит за компьютером, и есть персонаж, который существует на площадке игры. Игрок управляет персонажем. Игрок замысливает то, что делает тело персонажа.

Есть игры, в которых персонажа можно выбирать в самом начале — решить, будешь ли ты мужчиной или женщиной, какая у тебя будет внешность, суперсила и особенности. А есть компьютерные игры, в которых персонажа себе выбрать нельзя. Какой тебе дан персонаж на игру, тем персонажем ты и играешь.

Так вот, в нашей виртуальной игре персонажа себе выбрать нельзя. Персонаж нам изначально даётся. Получается, что каждый из нас состоит из двух частей:

- игрока (это моя душа, или сознание, или я как наблюдатель — то, что я точно контролирую);
- персонажа (это моё тело, мой характер, мои начальные данные).

Всегда ли мы можем контролировать свои мысли? Ну конечно, нет. В большинстве случаев мысли просто к нам откуда-то приходят. Иногда может прийти творческая, яркая мысль, которая нам поможет. А иногда в голове крутится навязчивая мысль, от которой мы хотим, но не можем избавиться. Значит, мы эту мысль не контролируем. А эмоции? Всегда ли мы кон-

тролируем свои эмоции? Тоже нет. Мы можем злиться, можем грустить. Мы не хотим этих эмоций — но ничего не можем поделать.

МЫ НЕ МОЖЕМ ВЫБИРАТЬ СЕБЕ ПЕРСОНАЖА. КАЖДЫЙ ПЕРСОНАЖ
УНИКАЛЕН.

Каждому из нас достаётся определённый персонаж — с его физическими данными, характером, особенностями. Существует единственный вариант, что можно делать с этим персонажем, — принять его и с ним подружиться.

Когда мне было 7 лет, я себе совсем не нравилась. Я шатенка, с прямыми волосами и зелёно-кариими глазами. А у ПРАВИЛЬНОЙ девочки (т.е. правильной девочки-персонажа) должны быть светлые кудрявые волосы и голубые глаза! (Даже не помню, откуда я взяла эту мысль, — возможно, сравнивала себя с мультяшными царевнами.)

Я была недовольна: какой-то неправильный мне достался персонаж!

В 15 лет я была выше большинства мальчиков в классе, и мне казалось, что я слишком высокая. А в 20 лет я стала уверена, что мои 175 сантиметров — это слишком маленький рост. Тогда я сравнивала своего персонажа с известными моделями.

У моего персонажа, казалось мне, даже голова работает не так, как надо. И в незнакомых компаниях я не говорила, что я физик-ядерщик. Стеснялась, ведь это неженственно.

Да, а ещё мой персонаж родился в неправильном месте и в неправильное время!

Потребовалось много времени, чтобы понять: мой персонаж — точно такой, как надо именно мне.

Очень часто нам нравятся персонажи других людей, а наш — нет. И мы говорим себе: «Вот ему-то повезло, ему достался удачный персонаж!»

Но «неудачность» персонажа происходит из-за неприятия его и из-за неправильного использования его качеств.

НЕ СУЩЕСТВУЕТ НЕДОСТАТКОВ, НА КОТОРЫЕ НЕ
НАЙДЁТСЯ ЛЮБИТЕЛЯ.

*Маркиз де Сад,
писатель и философ*

Важно научиться правильно применять качества персонажа. Представьте, что вы командой играете в компьютерную игру. Общая задача — захватить кусок земли. Для этого надо бегать, стрелять, находить артефакты. А иногда воинам нужно подлечиться, и они идут к доктору, который тоже член команды. И вам достался персонаж доктор. Но вам кажется, что гораздо интереснее бегать и стрелять, и вы посылаете своего доктора на активные действия. Конечно же, у него получается плохо, гораздо хуже других. Он изначально не приспособлен для таких задач.

Вы можете подумать: «Ну какой неудачный у меня персонаж!» Но это неправда. У вас прекрасный персонаж. Просто вы неправильно используете его качества и особенности.



Задание

Найдите примеры из своей жизни, когда ваши знакомые (или вы сами) неправильно использовали своего персонажа.

Двух одинаковых персонажей не бывает. Каждый персонаж уникален и уникально взаимодействует с внешним миром. Два доктора, например, могут отличаться друг от друга специ-

ализацией или методами лечения; один может быть весёлым, другой — серьёзным и сосредоточенным и т.д.

С некоторых пор стала очень популярной тема поиска своего предназначения, некой миссии в жизни.

В теории симуляции найти своё предназначение — это найти правильные способы применения своего персонажа.

В теории симуляции можно найти интересные пересечения с идеями реинкарнации.

Игрок (наша душа) получает возможность играть в игру под названием «Жизнь» через своего персонажа. Представьте, что вы прошли компьютерную игру до конца. Теперь надо отдохнуть и можно начать новую игру с новым персонажем. Что обычно делает игрок в обычной жизни, когда его персонаж выполнил все поставленные задачи и игра заканчивается? Он немного отдыхает и начинает играть в новую игру, с новым персонажем. Конец игры означает смерть только для персонажа, но игрок остаётся жив. Вот и в теории реинкарнации наша душа продолжает свой путь, но уже в теле нового персонажа.

Получается, одна жизнь — это одна игра, на которую у нас есть определённые задачи. Следующая жизнь — это следующая игра, в которую мы приходим уже с новыми задачами и новым персонажем.

Часто человек хочет, чтобы его жизнь текла максимально спокойно, чтобы не было потерь, разочарований, проблем, но в соответствии с теорией симуляции это невыполнимое и даже глупое желание. Ведь цель одной игры — получить опыт, пройти путь. Какая же игра без событий, проблем, задач?

По рассказам, на Востоке живут настолько старые игроки, что они способны осознанно управлять своей реинкарнацией, т.е. могут выбирать место и время появления своего следующе-

го персонажа. Обычно они объединяются в пары. Один из них рассказывает другому, где именно собирается родиться, какие у него появятся задачи и что ему будет важно знать. Второй дожидается его смерти, рождения в виде нового персонажа и затем приходит к подросшему ребёнку и всё рассказывает. Это делается для наиболее эффективного прохождения игры (одной жизни), чтобы молодой человек не терял годы на ненужные ему вещи. Затем первый делает то же самое для второго. И так повторяется много раз.

Если мы верим в теорию симуляции, то уменьшается страх смерти.

Глава 4. Квантовая карма

А теперь поговорим о том, какой любопытный вывод мы можем сделать из теории симуляции. Я назвала его «квантовая карма». Это очень мощный инструмент создания своей реальности. Да-да, звучит эзотерически, но скоро вы поймёте: что-то в этом есть.

Всем нам знакомо понятие кармы.

Карма — это, по одному из определений, причинно-следственная связь между нашими действиями, решениями и их результатом. Каждое действие человека влияет на его судьбу. То есть наша жизнь — это следствие решений, которые мы приняли в прошлом. Говорят ещё, что всё хорошее и всё плохое в нашей жизни мы притянули сами.

Разберёмся, что это понятие может значить в теории симуляции.

Единичные и повторяющиеся события

События в нашей жизни можно разделить на два типа: единичные и повторяющиеся.

Если хорошо проанализировать, то единичных событий не так много. Вы можете встретить важного для себя человека или выиграть миллион в лотерею, потерять все деньги в кризис или получить тяжёлую травму. Такие события можно воспринимать как задачи, которые даёт игра для получения опыта и раз-

вития персонажа. Это возможность перехода на новый уровень. На такие события мы не можем влиять.

Но в основном мы окружены повторяющимися событиями. Кто-то создаёт уже десятый успешный бизнес, кого-то всегда обманывают партнёры, у кого-то не получается завести близких друзей, а одна моя однокурсница уже пятый раз выходит замуж, и каждый её муж оказывается алкоголиком. И вот на эти повторяющиеся события мы влиять можем.

Вначале вспомним, что у каждого из нас своя субъективная реальность. Два человека могут жить в похожих домах в одном и том же городе. При этом один из них оставляет дом незапертым, без боязни ходит вечером по улицам, считает свой город безопасным — и с ним и в самом деле никогда ничего криминального не случается. А другой ставит сложные охранные системы, без особой необходимости не выходит на улицу вечерами, всего вокруг боится — и в его дом уже несколько раз залезли воры, его машину угнали, а на улице на него напали... Почему так происходит? Почему мир для каждого из них открывается по-разному, как будто это разные миры с разными законами?

Как вообще формируются законы нашего мира? В теории симуляции наш мир — гигантский самообучающийся искусственный интеллект, а его законы — это нейросеть, база, на которой он, этот искусственный интеллект, строится.

Примеры искусственного интеллекта — Сири или Алиса, наши цифровые помощники. Есть и более продвинутые варианты — ChatGPT, например.

Как их обучают? Вначале нейросеть почти ничего не умеет и реагирует на поступающие в неё сигналы случайным образом. Ей дают слушать мужской и женский голос, и она может угадать пол с вероятностью 50%. Если мы даём послушать много голосов и будем говорить нейросети правильный ответ, вскоре она научится различать голоса не хуже нас самих. По такой же системе эволюционирует и мозг ребёнка.

ОБУЧЕНИЕ ПРОХОДИТ НА БАЗЕ ПРИЗНАКОВ И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ,
СОДЕРЖАЩИХСЯ В ПОСТУПАЮЩИХ ДАННЫХ.

И точно так же мы тренируем реальность каждого из нас. Давайте разберём, как именно это происходит.

Например, однажды я захочу посмотреть фильм. Его можно купить на стриминговой платформе. Но я думаю: «Зачем мне платить, когда можно найти фильм на пиратском сайте. Ну что эти несколько сотен рублей значат для создателей фильма?» И нахожу пиратский сайт. Потом я так же смотрю и другие фильмы.

Затем я думаю: «А зачем мне покупать книгу в книжном магазине или на онлайн-платформе, ведь можно найти её бесплатно...» И начинаю читать все книги бесплатно. Далее в супермаркете я замечаю, что кассир ошибся и дал мне сдачу больше, чем надо. «Сам ошибся — поэтому ничего не скажу и заберу себе...» — думаю я.

И продолжаю фактически воровать по мелочи во многих местах.

Каждое моё действие обучает нейросеть окружающего мира, создаёт правила. Многочисленные повторения усиливают эти правила. В данном случае правило такое: если можно незаметно и безнаказанно обмануть, значит, это разрешено.

Когда мы создаём правило для нейросети, то предполагаем, что это НАШЕ правило, что оно действует только в одном направлении. Но в действительности мы научили нейросеть, что в нашем субъективном мире **ВООБЩЕ** действует такое правило.

ПРАВИЛО МОЖЕТ БЫТЬ КОМФОРТНО ДЛЯ НАС КАК СУБЪЕКТА, НО
НЕКОМФОРТНО ДЛЯ НАС КАК ОБЪЕКТА.

ДЕЙСТВИЕ СОЗДАЁТ ПРАВИЛО, КОТОРОЕ СТАНОВИТСЯ АКТУАЛЬНЫМ ДЛЯ
НАШЕЙ СОБСТВЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ И РАБОТАЕТ В ПОХОЖИХ СИТУАЦИЯХ.

ПРИВЫЧНЫЙ МИР СОЗДАЁТСЯ ПРИВЫЧНЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ.

В приведённом примере через некоторое время я обнаружу, что в бизнесе меня часто стараются обмануть — как партнёры, так и клиенты. У врача мне могут увеличить счёт, добавив неоказанные услуги, и даже на улице именно меня может выбрать жертвой мелкий воришка. Таких ситуаций в жизни становится всё больше, и у меня складывается ощущение, что в мире очень мало честных людей (ведь в моей субъективной реальности так и есть). Но ведь правило задала когда-то я сама!

Обычно в этом месте слушатели моих лекций негодуют и резко отрицают подобную логику. Говорят: «Так что же, это именно я виноват во всём плохом и болезненном, что случается в моей жизни?!»

Давайте договоримся: не будем использовать слово «виноват». При формировании правил не существует оценочных категорий. Когда мы формируем правило, то обычно не считаем, что делаем что-то плохое. Нам кажется, что в этом нет ничего особенного, а чаще мы совершаем свои поступки даже во благо окружающих.

Как мы уже говорили, всё в мире нейтрально, и только наше отношение к событиям (и правилам) делит их на плохие и хорошие.

Пример: мне было бы некомфортно жить в мире, где все друг друга пытаются обмануть и обокрасть. Но есть немало людей из криминальных прослоек общества, которые наслаждаются этим «драйвом», игрой и опасностью и ни за что бы не променяли свою жизнь на другую.

Любое правило субъективного мира может быть комфортным для одного человека и некомфортным для другого.

Я часто слышу возражение: «Ну, так работает не всегда! Я знаю много хороших людей, к которым жизнь несправедлива.

У моей соседки было несколько мужей, и все её унижали, не ценили, бросали. А она такая хорошая женщина, помогает детям в приютах...» Так вот, это возражение тоже неверное. То, что женщина помогает детям в приютах, чудесно. Так она создаёт своё правило, которое работает в её субъективной реальности. Но соседка создала и некое другое правило, которое приводит к тому, что с ней так нехорошо поступают мужчины. И первое правило никак не связано со вторым²¹.

Часто мы думаем, что правила — как сообщающиеся сосуды: если где-то украл, а потом помог бездомному котёнку, то это зачтётся и не будет накапливаться «негативная» карма. Но в теории симуляции так не работает. Нет плохих и хороших правил, поэтому невозможно делать между правилами взаимозачёт.

Кстати, правила, прописанные в священных книгах, понятны и соблюдаются большинством. И хотя они были созданы очень давно, их нарушение будет некомфортными.

Но в основном правила нейтральны.

Если какое-либо правило создаёт болезненные для человека ситуации, его, это правило, можно поменять. Это настоящая магия, тот ключик, благодаря которому мы и в самом деле можем формировать свою собственную реальность.

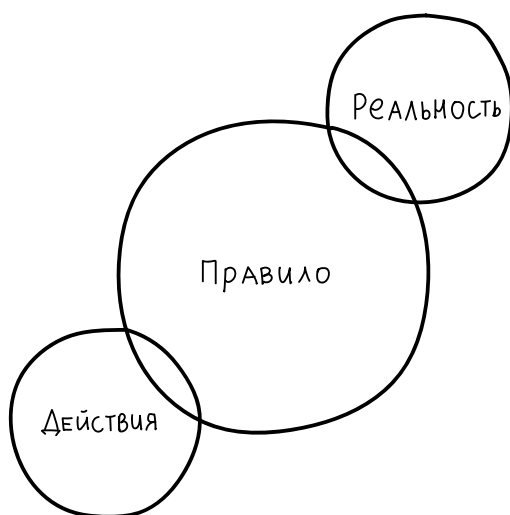
Теория симуляции не доказана на 100%, это лишь гипотеза.

Для меня одно из главных её доказательств — то, что мы способны обучать нейросеть искусственного интеллекта, которым является наш мир.

Теперь разберёмся, как можно менять свою карму.

²¹ Здесь бывают исключения. В формировании кармы участвуют не только наши собственные действия, но и правила, созданные нашими предками и, возможно, нашими предыдущими реинкарнациями. Но всё же то, что мы создаём сами, проявляется гораздо сильнее.

Глава 5. **Формула квантового мира**



ФОРМУЛА КВАНТОВОГО МИРА

Итак, мы выяснили, что действия человека создают правило, а правило создаёт субъективную реальность человека.

Если хотим устранить из нашей жизни болезненные повторяющиеся события, мы должны идти в обратном направлении. И раскопать правило и действия, которые его создали. И тогда мы сможем всё поменять.

Давайте рассмотрим всё на примере.

Ситуация. Я прошу Лену рассказать о травмирующем событии, которое случилось в её жизни не так давно (в последний месяц). Причём она должна знать, что такой тип событий вообще довольно часто встречается в её жизни. (На первый раз лучше не брать серьёзные, очень болезненные события. Вначале надо потренироваться на простых, а затем переходить уже к сложным ситуациям.)

Лена рассказывает, что она попросила подругу помочь ей с распаковкой одежды после переезда. А подруга отказала, ответив, что очень занята. Лене было очень неприятно это слышать. И вообще она говорит, что окружающие часто ей отказывают. Например, друзья не захотели встретить её в аэропорту, когда она приехала к ним в гости; другая подруга не согласилась заесть покормить кошку, когда Лена уезжала на пару дней, и т.д.

Алгоритм работы с квантовой кармой

1. Начинаем с определения того, кто сделал больно.

Кто создаёт событие: *«Моя подруга».*

2. Ищем мотивацию. Здесь она очевидна: подруга сама сказала Лене, что у неё много дел, которые она считает важнее, чем просьба Лены.

Мотивация: *«У неё много своих дел, которые она считает более важными, чем моя просьба».*

3. Определяем правило, которое следует из мотивации (его надо писать от имени подруги, и оно всегда должно звучать «если... то...»).

Правило: *«Если меня о чём-то просят, а у меня есть свои дела, то я могу пренебречь просьбой другого человека».*

4. Следующий пункт в нашем расследовании называется «Начало». Надо подумать, что произойдёт, если такое правило применить к себе, сработает ли оно для вас? Как вы догадываетесь, если человек с собой честен, то обычно — да. Лена отвечает, что если её о чём-то просят, а у неё есть дела, то она может пренебречь просьбой другого. В целом она всегда ставит

свои дела на первое место и довольно легко отказывает людям в просьбах.

Начало: *«Я всегда ставлю свои дела на первое место и легко отказываю другим в просьбах».*

И здесь есть несколько вариантов:

- мы можем понять, что правило нам нравится и менять его мы не хотим. Уж лучше просто поменять своё отношение к действиям других людей, ничего страшного в этом нет;
- мы готовы полностью поменять это правило на противоположное. В данном случае Лена не хочет этого делать, продолжая считать свои дела самыми важными;
- можно придумать новое правило для подобных ситуаций, которое будет комфортным.

Лена рассуждает, что ей бы понравилось, если бы подруга её спросила, насколько это важно для Лены, и предложила альтернативную помощь. Например, так: «Сегодня и завтра у меня много дел, а в выходной с удовольствием тебе помогу». Или так: «Я сейчас очень занята, но могу порекомендовать хорошего специалиста по разбору гардероба. Он придет к тебе и всё организует». Или даже так: «У тебя скоро день рождения, давай подарю тебе визит специалиста на целый день». Лена понимает, что она сама готова поступать так в отношении других и принимать подобное отношение к себе.

Новое правило: *«Мои дела — на первом месте; но если близкие меня о чём-то просят, то я спрашиваю, насколько им это важно, и предлагаю альтернативную помощь».*

5. Следующий пункт — подтверждение. Мы совершаем действие и ждём подтверждения нового правила. Полезно записать новое правило и повесить на видное место. Как только возникает подходящая ситуация — мы реагируем, используя новое правило. И так повторяем несколько раз. Обычно через две-три недели уже заметен результат, мы видим, что наша субъективная реальность тоже работает по новому правилу.

Подтверждение: *«Я совершаю действия и жду подтверждения нового правила».*

Это настоящая магия, которая позволяет менять действительность каждого из нас.

Каждый из нас может стать таким «квантовым детективом», расследующим свою реальность или реальность других. Эта схема отлично работает для любых проблем, связанных с окружением.

Давайте рассмотрим пример посложнее.

Приведу в кратком виде мой разговор с Юрием (назовём его так) и буду записывать по схеме наше «квантовое расследование».

— Юрий, в чём вы видите свою проблему?

— Мне уже за сорок, а я всё никак не могу купить квартиру своей семье. Постоянно снимаем, уже надоело...

— Расскажите подробнее, в чём причина. Срываются сделки по недвижимости? Неудачи в бизнесе?

— Проблема банально в нехватке денег. Я в найме, руковожу отделом. Уже много лет нет никакого роста ни в зарплате, ни в должности. И я работал в разных компаниях — везде то же самое. Вот недавно опять освободившее место дали не мне, а одному из моих коллег.

— Как бы вы кратко сформулировали свою повторяющуюся проблему?

— Во всех компаниях, где я работал, повышают кого угодно, но не меня. Хотя по всем объективным признакам я работаю лучше и повышение должно было достаться мне.

Повторяющаяся проблема: *«Начальник повышает в должности других, по объективным параметрам менее подходящих, чем я».*

Кто создаёт событие: «Мой начальник».

— Юрий, а как думаете, почему начальник выбрал повысить не вас, а другого?

— Да потому что начальник идиот.

— А другие начальники, до этого? Ведь мотивация у них у всех была?

— Мне вообще не везёт с ними. В целом все они идиоты. Они выбирают не профессионалов, а подхалимов. Тот, кто постоянно лебезит перед директором, выслуживается, — тот всё и получает.

— Можно сказать, что мотивацией начальника назначить на должность не вас, а другого, было желание выбрать максимально лояльного?

— Да, точно.

Мотивация: «Начальник выбирает для повышения в должности максимально лояльных к нему сотрудников».

— Юрий, а как вы сами относитесь к своим подчинённым? Вы говорили, что все ваши начальники — идиоты. А подчинённые? Какие они? Какие у вас с ними отношения?

— Да у нас вообще надо держать ухо востро. Обстановка напряжённая, все друг друга подсиживают. Не так много тех, на кого можно положиться.

(Здесь мы видим, что картина мира у Юрия такая: весь мир опасен и враждебен.)

— А как вы выбираете из них себе заместителя?

— Ох, это всегда сложно. Приходится долго присматриваться, надёжный ли человек, можно ли ему доверять.

— Можно ли сказать, что когда выбираете человека на должность, то сами больше смотрите на его лояльность к вам, а не на его профессиональные качества?

— Пожалуй...

(В своём субъективном мире Юрий сам создал такое правило, и оно там работает в обе стороны. Часто, если правило найдено, у человека ярко проявляется психосоматическая реакция: лицо светлеет, тело расслабляется, опускаются плечи. Иногда можно услышать: «Неужели это правда так?»)

Правило: «Я выбираю людей на должность, ориентируясь больше на их лояльность ко мне, чем на их заслуги».

— Юрий, вы ведь понимаете, что это ваше собственное правило и оно работает в вашем мире?

— Похоже, что так.

— Если хотите всё изменить, у вас есть два выбора: начать играть по этому правилу и поменять своё отношение к начальству, что даст хорошие результаты, или поменять само правило. Что думаете?

— Мне нравится что-то посередине. Частично поменять одно, частично — другое.

— Отлично. Давайте поговорим о ваших подчинённых. Какое бы правило для них вы придумали, чтобы оно нравилось и вам тоже?

— Можно такое: «Я выбираю людей на должность, ориентируясь в первую очередь на их профессиональные показатели». Я работаю в отделе продаж, и достаточно легко подсчитать, кто насколько полезен для компании и какую прибыль приносит. Но лояльность ко мне как к начальнику — обязательна.

— Хорошо. Применяйте ваше новое правило для подчинённых. А теперь давайте придумаем, как можно убедить вашего начальника в вашей лояльности.

— Это, конечно, сложно. Я ему точно не нравлюсь.

— Ну а если отставить категорию «нравлюсь — не нравлюсь», можно сказать о нём что-то хорошее?

— В целом да. Если бы я встретил его в баре, нам было бы о чём поговорить. Человек он эрудированный, начитанный, женщинам ещё нравится.

— Можете ли вы в ближайшее время именно так к нему и относиться? Просто замечать детали, которые выдают в нём интересного человека?

— Могу.

Новое правило: «Я выбираю людей на должность, ориентируясь в первую очередь на их профессиональные показатели. И я должен чувствовать симпатию человека по отношению ко мне».

Примечание: «Я также формирую новую реальность в отношениях с начальником».

Следующий этап — подтверждение правила. Юрий должен применять новое правило и ждать момента его подкрепления, когда его субъективная реальность заработает по-новому.

ПРОВЕРЕНО НА МНОГИХ МОИХ УЧЕНИКАХ: КАК ТОЛЬКО НАЧНЁТЕ
ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЗАКОНЫ КВАНТОВОЙ МАГИИ, ВЫ ПОЧУВСТВУЕТЕ СЕБЯ
НАСТОЯЩИМ ПОВЕЛИТЕЛЕМ МИРА!

Резюме и задания



Резюме

- Теория симуляции — одна из самых передовых теорий мироустройства. Идея её в том, что наша Вселенная (включая нас самих) может быть создана некоей продвинутой цивилизацией, которую мы можем считать своим создателем (или Богом).
- Доказательства теории симуляции: эффекты квантовой физики, ограниченность скорости света и теория относительности, эффект Нельсона Манделы, фрактальность, антропный принцип, закон Мура, математика в основе нашей жизни, принцип наименьшего действия Гамильтона, вера в Бога.
- Каждый человек состоит из двух частей: персонажа (тело и характер, данные на одну жизнь) и игрока (душа, частица Бога). Найти своё предназначение — это обнаружить правильные способы применения своего персонажа.
- В теорию симуляции можно ввести понятие «квантовая карма». Действие создаёт правило, которое становится актуальным для нашей собственной реальности и работает в похожих ситуациях. Любой человек может

менять свою реальность, используя методику квантовой кармы.



Задания

1. Подумайте о собственных доказательствах теории симуляции и об её эффектах.
2. Расскажите о своём персонаже в игре. Как вы его можете описать? Какие у него достоинства, какие особенности?
3. Примените технику квантовой кармы к какой-либо ситуации, которая вам некомфортна. Поделитесь в соцсетях с хештегом **#арьекнига**.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Меня часто спрашивают: почему взрослому человеку вообще интересно изучать квантовую физику? Как он может применить эти знания?

Меня такой вопрос всегда удивлял. Ведь что может быть более естественным, чем наше стремление познать Вселенную, в которой мы живём. Любой маленький ребёнок без устали задаёт вопросы об устройстве мира и сам постоянно его исследует. Общество часто это не поддерживает, ребёнку говорят: «Туда не ходи... То не делай... Зачем тебе это?..» Позже он сталкивается в школе с плохими учителями по физике и математике, и вот уже последние искры интереса к науке у него пропадают. Часто именно во взрослом возрасте мы возвращаемся к мыслям о том, что же такое наша реальность?.. И есть ли Бог (или некий создатель нашей Вселенной)?.. Существует ли смерть?.. Что первично — сознание или материя?.. Как наука связана с религией и философией?.. И тогда мы приходим к квантовой физике, потому что именно эта наука ближе всего стоит к ответам на эти вопросы.

Часто мы хотим найти свой путь к Богу. Но именно собственный путь, а не тот, на который кто-то поставил табличку: «Просто поверь».

Будто послушник хочет к Господу,
ну а доступ лишь к настоящему —
так и я умоляю доступа
без посредников к настоящему.

*Андрей Вознесенский,
поэт*

Наука позволяет восхититься красотой мира, почувствовать некий высший замысел. Вместо отчаяния перед необъят-

ной Вселенной, в которой всё рано или поздно умирает, меня охватывает волнение и восторг при мысли о том, какие удивительные миры и пространства существуют прямо рядом с нами.

Как сказать в двух словах, что такое квантовая физика?

ЕСЛИ ВЫ НЕ МОЖЕТЕ ОБЪЯСНИТЬ ЧТО-ТО
ШЕСТИЛЕТНЕМУ РЕБЁНКУ, ВЫ САМИ ЭТОГО НЕ
ПОНИМАЕТЕ.

*Альберт Эйнштейн,
один из основателей современной
теоретической физики*

Итак, если вам надо будет кратко рассказать, что доказала квантовая физика, то я предлагаю такой вариант:

- Всё квантуется, т.е. мир «пиксельный».
- Будущее не однозначно вытекает из прошлого.
- Наше знание о микромире субъективно.

Только подумайте, как нам повезло, что мы живём именно сейчас! Земля существует почти 5 миллиардов лет, человек разумный появился около 300 тысяч лет назад. Большую часть этого времени жизнь человека была коротка и тяжела, полна болезней; не существовало пенсионного обеспечения. Ещё 100 лет назад многие болезни были неизлечимы, не было антибиотиков, путешествия были долгими и опасными, а чтобы найти какую-либо информацию, надо было потратить много часов в библиотеке.

Мы совершили гигантский скачок в развитии и готовимся участвовать в управлении материей и сознанием. Поскольку наше общество сейчас наименее регламентировано за всю историю, у нас есть огромный выбор того, чем мы можем заняться. На плечах человечества лежит огромная ответственность за его развитие или, наоборот, его деградацию и уничтожение. Ведь мы сами выбираем, куда приложить свои усилия.

Возможно, кто-то из вас, дорогие читатели, сможет сделать удивительные и полезные открытия, используя знания, полученные из этой книги. Помните, что самые великие идеи находятся на стыке наук, когда мы совмещаем знания из разных областей.

ВАША ИДЕЯ, КОНЕЧНО, БЕЗУМНА. ВСЬ ВОПРОС
В ТОМ, ДОСТАТОЧНО ЛИ ОНА БЕЗУМНА, ЧТОБЫ
ОКАЗАТЬСЯ ВЕРНОЙ.

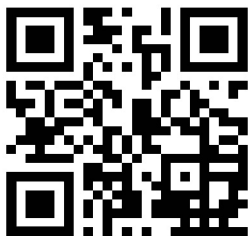
*Нильс Бор,
один из создателей квантовой механики*

Не бойтесь странных и даже нелепых идей, которые приходят к вам голову! Ведь они могут стать началом чего-то поистине значительного!

До новых встреч, друзья!

P.S. Для тех, кому интересно продолжить знакомство с квантовой физикой, предлагаю записаться в мою школу. В ней вы встретите единомышленников и сможете обсудить со мной лично волнующие вас вопросы.

<https://katrinaarie.com>



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

«Фейнмановские лекции по физике» Ричард Фейнман, Роберт Пейтон, Мэтью Сэнд. Том 6. АСТ, 2021

«Теория всего. От сингулярности до бесконечности: происхождение и судьба вселенной», Стивен Хокинг. АСТ, 2022

«Структура реальности. Наука параллельных вселенных», Дэвид Дойч. ООО «Альпина нон-фикшн», 2015

«Биоцентризм. Как сознание создаёт Вселенную», Роберт Ланца, Боб Берман. ООО «Издательство “Эксмо”», 2021

«Квантовая магия» С. И. Доронин. ИГ “Весь”, 2007

«Квантовый ум. Грань между физикой и психологией», Арнольд Минделл. Ганга, 2023

«Тайны квантового мира», Олег Фейгин. АСТ-пресс, 2010

«Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики», Роджер Пенроуз. Ленад, 2020

«Теоретическая физика в 10 томах», Лев Давидович Ландау, Евгений Михайлович Лифшиц. Том 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. Физматлит, 2021

«Наука в поисках Бога», Карл Саган. ООО «Альпина нон-фикшн», 2018

«Физики продолжают шутить», сборник переводов. Издательство “Мир”, Москва, 1968

«Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!», Ричард Фейнман. Издательство АСТ, 2019

А89 **Арье, Катрина.**

Есть ли реальность за вашей спиной? О квантовой физике простым языком / Катрина Арье. — Москва : Арье К., 2024. — 208 с

Автор книги — профессиональный физик-ядерщик — просто и с юмором расскажет о законах квантовой физики, на примерах объяснит основные понятия и раскроет их значение в повседневной жизни.

Наш удивительный мир станет для вас ближе и понятнее, вы сможете иначе взглянуть на любые события. Приглашаем вас в увлекательное научное приключение!

УДК 530

ББК 22.31

© Катрина Арье, текст, 2024

© Виктория Бортник, иллюстрация на обложку, 2024

© Мария Высочкина, иллюстрации, 2024

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2024

ISBN 978-5-600-04098-4

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научно-популярное издание

Арье Катрина

ЕСТЬ ЛИ РЕАЛЬНОСТЬ ЗА ВАШЕЙ СПИНОЙ?

О КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ ПРОСТЫМ ЯЗЫКОМ

Аккаунт-менеджер А. *Строжевский*. Ответственный редактор Е. *Борисова*

Менджеры А. *Купцова*, Д. *Анисимова*. Литературный редактор М. *Джала*

Младший редактор Н. *Комахина*. Технический редактор Р. *Муртазин*

Корректоры Е. *Сербина*, А. *Тимошина*

Иллюстрации: *Мария Высочкина*

Иллюстрация на обложку: *Виктория Бортник*

Страна происхождения: Российская Федерация

Шығарушы ел: Ресей Федерациясы

ООО «Издательство «Эксмо»

123308, Россия, г. Москва, ул. Зорге, д. 1, стр. 1, эт. 20, каб. 2013. Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Эндирүүл: «Издательство «Эксмо» ЖШС

123308, Ресей, Мәскеу қаласы, Зорге көшесі, 1-үй, 1-құрылыс, 20 қабат, 2013-каб.

Тел.: 8 (495) 411-68-86. Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru.

Tayyar belgisi: «Эксмо»

Интернет-магазин: www.book24.ru

Интернет-магазин: www.book24.kz

Интернет-дүкен: www.book24.kz

Импортёр в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасына импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Дистрибутор и представитель по приему претензий на продукцию

в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»

Дистрибутор және Қазақстан Республикасында өнімге шағымдар

қабылдау жөніндегі өкіл: «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Алматы қ., Домбровский көш., 3-а, литер Б, офис 1.

Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92. E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ

о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»:

www.eksmo.ru/certification

Техникалық реттеу туралы РФ заңнамасына сай бақылаушының сайқестігін растау
туралы мәліметтерді мына адрес бойынша алуға болады: <http://eksmo.ru/certification/>

Произведено в Российской Федерации

Ресей Федерациясында өндiрiлген

Сертификаттауға жатпайды

Дата изготовления / Подписано в печать 17.07.2024.

Формат 60х90^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,0.

Тираж 2500 экз. Заказ

ISBN 978-5-600-04098-4



9 785600 040984 >

16+