

Пролог

То, что я вижу в природе, является великолепной структурой, которую мы можем постигать лишь поверхностно, и подобное обстоятельство должно наполнить думающего человека чувством «смирения». Это есть искреннее религиозное чувство, которое не имеет ничего общего с мистицизмом.

Альберт Эйнштейн

Мы должны помнить, что то, что мы наблюдаем, — это не сама природа, а природа, которая выступает в том виде, в каком она выявляется благодаря нашему способу постановки вопросов.

Вернер Гейзенберг

Как много мы знаем о мире? Можем ли мы сказать, что знаем *всё*? Или же существуют какие-то фундаментальные ограничения, дальше которых наука продвинуться не в состоянии? Если это так, то до какой степени мы можем понять природу физической реальности? В этой книге мы задаем подобные вопросы, получаем на них неожиданные ответы и исследуем наше понимание Вселенной и самих себя.

То, что мы видим в окружающем мире, — это лишь капля в огромном океане. Даже когда мы пользуемся для этого телескопами, микроскопами и другими исследовательскими инструментами, многое остается скрытым от наших глаз. Любой инструмент, как и наши собственные органы чувств, имеет диапазон действия. Поскольку большая часть Природы не входит в этот диапазон, мы судим о реальности лишь по той ее крошечной доли, которую можем измерить и проанализировать. Таким образом, наука как повествовательное описание того, что мы видим и что, по нашим предположениям, может существовать в мире, раскрывает лишь часть общей картины, а значит, по определению ограничена. Но что же насчет тех загадок, на которые у нас пока нет ответов? Основываясь на своих прошлых успехах, мы уверены, что со временем часть неизвестного станет известным и будет включена в наш научный опыт. Однако в этой книге я попытаюсь доказать, что некоторые тайны так и останутся неразгаданными. Незнание неизбежно, даже если на некоторые вопросы со временем находят ответы. Мы стремимся к знаниям и хотим получать их как можно больше, но нам следует понять, что мы всегда будем окружены загадками.

Подобный взгляд не является антинаучным или пораженческим. И я совершенно точно не предлагаю вам подчиниться религиозному мракобесию. Наоборот, именно эти игры в загадки, именно это стремление выйти за границы известного питают наши творческие порывы и заставляют нас узнавать новое.

Карта того, что мы называем реальностью, — это постоянно изменяющаяся мозаика идей. Мы рассмотрим ее в контексте

западной мысли и отследим, как с течением времени менялся наш научный взгляд на мир. Эта книга разделена на три независимые, но дополняющие друг друга части. В каждую из них я включил разнообразные научные и философские концепции, чтобы показать вам, как перемены в сознании и мышлении влияли на наши поиски знаний и смыслов. В первой части мы поговорим о Вселенной, ее происхождении и физической природе, а также о том, как наши постоянно увеличивающиеся знания о космосе формировали наше понимание самих себя, пространства, времени и энергии. Вторая часть посвящена природе материи и материальной составляющей нашего мира — от размышлений древних алхимиков до современных квантовых теорий. Мы узнаем, что они говорят нам о сущности физической реальности и о нашей роли в ее определении. В третьей части мы погрузимся в мир разума, компьютеров и математики и обратим особое внимание на то, как все эти факторы связаны с ограниченностью наших знаний и характером нашей реальности. Вы увидите, что неполнота знания и ограниченность нашей научной картины мира делают поиск смыслов еще интереснее, сочетаясь с нашими устремлениями и несовершенством человеческой природы.

Пока я пишу эти строки, миллионы нейронов в моем мозгу танцуют свой загадочный танец, мысли облекаются в слова, а слова оказываются напечатанными на моем ноутбуке благодаря точнейшей координации мышц моих глаз и рук. Что-то управляет всеми этими действиями, и это что-то мы обозначаем общим словом «сознание». Кроме того, прямо сейчас

я нахожусь на высоте 30 тысяч футов — лечу со съемок документального фильма в Лос-Анджелесе. Моя книга посвящена известной нам Вселенной и блестящим открытиям современной науки, в частности астрономии и космологии. Я вижу белые облака внизу и голубое небо над ними, слышу гул двигателей самолета и то, как мой сосед притопывает ногой в такт музыке из своего iPod.

Как учит когнитивная нейробиология, за восприятие мира вокруг отвечают разные участки моего мозга. То, что я называю реальностью, представляет собой совокупность бесконечного количества стимулов, собранных пятью моими органами чувств и перенесенных из внешнего мира в мой головной мозг с помощью нервной системы. Восприятие, то есть осознание своего существования в данном месте в данный момент времени, — это результат сочетания огромного количества химических веществ, проходящих через мириады синаптических соединений между моими нейронами. Я, как и любой из вас, представляю собой независимую электрохимическую сеть, действующую благодаря соединению биологических клеток. И при этом каждый из нас — это нечто гораздо большее. Я — это я, а вы — это вы, и мы отличаемся друг от друга, несмотря на то что сделаны из одного материала. Современная наука отказалась от устаревшего картезианского противопоставления материи и духа в пользу строгого материализма. Личность — это пьеса, которая разыгрывается в нашем мозгу, а мозг — это совокупность взаимосвязанных нейронов, через которые постоянно проходят электрические импульсы, как в гирлянде на рождественской елке.

Мы плохо понимаем, как именно этот танец нейронов приводит нас к осознанию самих себя. Каждый день мы занимаемся своими делами в полной уверенности, что имеем объективный взгляд на окружающую реальность. Я знаю, что я — не вы и не кресло, в котором я сижу. Я могу уйти и от вас, и от этого кресла, но не от собственного тела (если, конечно, я не нахожусь в состоянии транса). Мы также знаем, что наше восприятие реальности, на основании которого мы осознаем себя, крайне ограничено. Наши органы чувств воспринимают лишь крошечную долю из того, что происходит вокруг. Мы слепы и глухи к огромным объемам информации, которая не была важна нашим предкам для выживания в опасных условиях. Например, каждую секунду наше тело пронизывают триллионы нейтрино, испускаемых из самого сердца Солнца; различные электромагнитные волны (микроволны, радиоволны, инфракрасные и ультрафиолетовые волны) переносят информацию, которую не видят наши глаза; наши уши не улавливают звуки, не входящие в их диапазон восприятия; мы не замечаем частички пыли и бактерий. Как говорил Лис Маленькому Принцу в сказке Антуана де Сент-Экзюпери, «самого главного глазами не увидишь».

Некоторые приборы и инструменты расширяют границы видимого нами мира, включая в него очень далекие и очень маленькие объекты. Они позволяют нам увидеть крошечные бактерии, электромагнитное излучение, субатомные частицы и взрывы звезд, находящихся в миллиардах световых лет от нас. Высокотехнологичные устройства помогают врачам видеть опухоли в наших мозгу и легких, а геологам — находить

подземные месторождения нефти. Тем не менее любая технология наблюдения или измерения имеет ограниченные точность или охват. Весы показывают значения массы предмета с точностью до половины своего минимального деления. Если каждая засечка на весах обозначает одну унцию, то вам не удастся определить вес предмета с точностью больше половины унции. *Абсолютно точных измерений не существует.* Каждое измеренное значение указывается в существующих для него границах точности и с учетом «планки погрешностей», то есть масштаба допустимых ошибок. Точные измерения — это просто измерения с меньшей планкой погрешностей или высоким уровнем достоверности. Идеальные безошибочные измерения попросту невозможны.

Рассмотрим более сложный пример, чем весы, — ускоритель частиц. Такие приборы предназначены для изучения состава материи, для поиска самых маленьких элементов, из которых строится все сущее в мире¹. В ускорителях частиц активно используется знаменитая формула Эйнштейна $E = mc^2$. Они превращают энергию движения быстрых частиц в новые кусочки материи. Для этого используется довольно жесткий способ — сталкивание частиц, движущихся практически со световой скоростью. Как еще ученые могли бы рассмотреть, к примеру, что находится внутри протона? В отличие от человеческих органов протоны нельзя разрезать. Вот почему ученые сталкивают протоны друг с другом на больших скоростях, а затем исследуют обломки. Если бы у нас не было острых ножей и мы хотели бы изучить содержимое апельсина, мы могли бы воспользоваться тем же способом — разгонять

фрукты до высокой скорости, сталкивать друг с другом и изучать разлетающиеся в стороны мякоть, сок и семена. При этом чем выше была бы скорость апельсинов, тем более ценными стали бы результаты эксперимента. Например, после одного столкновения мы узнали бы, что внутри апельсинов есть семена. Еще несколько столкновений на больших скоростях — и семена бы раскололись. В этом и состоит весь принцип: чем выше энергия столкновения, тем глубже мы можем заглянуть внутрь материи².

За последние полвека мощность ускорителей частиц существенно выросла. Радиоактивные частицы, которые Эрнест Резерфорд использовал в 1911 году для изучения строения атомного ядра, имели в миллион раз меньше энергии, чем те, которые сегодня применяются в Большом адронном коллайдере, гигантском ускорителе частиц, построенном в Женеве, Швейцария. Соответственно, современные физики могут гораздо глубже заглянуть в природу материи и увидеть вещи, которые даже не снились Резерфорду, например элементарные частицы, весящие в сотню раз больше протона, — знаменитые бозоны Хиггса, открытые в июле 2012 года³. Если финансирование ускорителей продолжится (я говорю «если», потому что на их обслуживание требуются огромные суммы), можно ожидать, что новые технологии позволят нам изучать еще более высокоэнергетичные процессы и приведут нас к блестящим, а то и революционным результатам.

Однако важно отметить, что технологии ограничивают глубину нашего «проникновения» в физическую реальность. По сути, машины определяют, что именно мы можем изме-

рить, а значит — что именно ученые могут узнать о человечестве и Вселенной. Будучи человеческими изобретениями, машины зависят от нашей фантазии и доступных нам ресурсов. При удачном стечении обстоятельств их точность постоянно повышается, и иногда они могут открыть нам что-то неожиданное. В качестве примера можно привести поразивший Резерфорда факт, что ядро атома занимает лишь небольшую часть его объема, но при этом содержит почти всю его массу. Для Резерфорда и его коллег, работавших в начале XX века, мир атомов и субатомных частиц выглядел совершенно по-другому, нежели для нас сейчас. Можно быть совершенно уверенными в том, что через 100 лет наша картина этого мира тоже радикально изменится. Итак, из всего вышесказанного мы можем сделать эмпирический вывод: наука воспринимает только те процессы, энергия которых доступна ей экспериментально.

Но что в таком случае мы можем *с уверенностью* сказать о характеристиках материи, обладающей в тысячи или миллионы раз большим запасом энергии, чем позволяют измерить наши нынешние инструменты? Теоретики могут сколько угодно рассуждать о них и приводить убедительные, простые и элегантные доказательства своих точек зрения. Но суть эмпирической науки состоит в том, что последнее слово всегда остается за Природой. Фактам нет дела до нашей любви к эстетике и красоте (об этом я подробнее рассказываю в своей книге *A Tear at the Edge of Creation*). Таким образом, если мы имеем доступ к Природе только через наши инструменты и, если говорить точнее, через наши несовершенные методы

исследования, то и наши знания о реальном мире неизбежно будут ограничены.

Помимо технологических ограничений, которые мы чувствуем, пытаясь познать реальность, существуют еще открытия в физике, математике и точных науках. За последние пару столетий они преподали нам не один урок относительно уклончивости Природы. Как мы увидим ниже, наши знания о мире ограничены не только из-за несовершенства инструментов, но и из-за того, что у самой Природы (по крайней мере в той степени, в которой ее воспринимают люди) существуют ограничения. Греческий философ Гераклит понял это еще 25 веков назад, когда произнес свою знаменитую фразу «Природа любит прятаться». Бесчисленные успехи и неудачи показали нам, что Природу действительно невозможно обыграть в прятки. Говоря об этом, можно использовать метафору, которой Сэмюэль Джонсон описывал свои затруднения при определении некоторых английских глаголов: «Это словно пытаться нарисовать отражение леса в водах озера во время бури».

В результате, несмотря на постоянный рост наших возможностей, в любой момент времени огромная часть мира вокруг нас остается невидимой или, вернее, незамеченной. Однако такая близорукость дает дополнительные стимулы нашему воображению — мы начинаем воспринимать ограничения не как непреодолимые препятствия, но как брошенные нам вызовы. Как писал прозорливый французский автор Бернар ле Бовье де Фонтенель в 1686 году, «мы хотим знать больше, чем видим»⁴. В телескоп, построенный Галилеем в 1609 году,

едва можно было разглядеть кольца Сатурна, а сегодня с этой задачей справляются даже игрушечные телескопы. Наши знания о мире — это совокупность того, что мы можем выявить и измерить. Сегодня мы видим больше, чем Галилей в свое время, но и этого недостаточно. Ограничения накладываются не только на измерения, ведь теории и модели, которые описывают неизвестные области физической реальности, также полагаются на текущие знания. Если знаний для подкрепления идей недостаточно, ученые используют критерий совместимости. Любая новая теория, которая распространяется за пределы известного, должна хотя бы в определенной степени основываться на текущих знаниях. Например, общая теория относительности Эйнштейна, описывающая гравитацию как искривления пространства-времени в результате присутствия материи (и энергии), сводится к более старой ньютоновской теории универсального притяжения в пределах слабых гравитационных полей. Нам не нужна теория Эйнштейна, чтобы посадить космический корабль на Юпитер, но при описании черных дыр без нее не обойтись.

Поскольку значительная часть мира остается для нас невидимой или недоступной, мы должны с большим вниманием относиться к понятию реальности. Нам следует определиться, существует ли в принципе такое явление, как высшая реальность (источник всего сущего), и, если да, сможем ли мы когда-либо познать ее во всей ее полноте. Обратите внимание, что я не называю эту высшую реальность Богом, так как, согласно большинству религий, Бог непознаваем. Кроме того, она не является и предметом научных изысканий. Я не провожу параллелей

между ней и понятиями трансцендентной реальности, характерными для восточной философии, например состоянием нирваны, которого можно достигнуть путем медитации, Брахманом из индуистского течения веданта или всеобъемлющим Дао. Я рассматриваю лишь *физическую* реальность, имеющую более конкретный характер, который мы можем познать, применяя научные методы. Нам следует задаться вопросом: является познание основ природы лишь вопросом преодоления наших собственных границ или же наш взгляд на возможности науки слишком наивен?

Существует и еще одна дилемма. Предположим, один человек воспринимает окружающую реальность исключительно через свои органы чувств (как это делает большинство людей), а другой пользуется специальными инструментами. Чей взгляд на мир будет более правильным? Один человек «видит» микроскопические бактерии, далекие галактики и субатомные частицы, скрытые от взгляда другого. Очевидно, что вещи, которые они видят, совершенно различны, и если эти люди начнут воспринимать видимое буквально, то придут к абсолютно разным выводам о мире или, по крайней мере, о природе физической реальности. Кто же из них будет прав?

Разумеется, человек, использующий инструменты, может глубже заглянуть в суть вещей, но вопрос, кто из этих двоих прав, некорректен сам по себе. Очевидно, что главной мотивацией при познании является желание более четко увидеть, из чего состоит мир, и в процессе изучения понять его еще лучше. Де Фонтенель понимал это, когда писал: «Вся фило-

софия основывается на двух вещах — любопытстве и плохом зрении»⁵. Большая часть всего, что мы делаем, в итоге направлена на преодоление нашей собственной близорукости.

То, что мы считаем реальным, зависит от глубины, на которую мы способны проникнуть в реальность. Даже если существует истинная, высшая природа реальности, мы можем постичь ее лишь настолько, насколько хватает наших знаний. Давайте представим, что когда-нибудь будет разработана блестящая теория, подтвержденная невероятными экспериментами, и что она окажет огромное влияние на наше понимание истинной природы реальности. Даже если мы сможем уловить какие-то признаки данной реальности своими приборами, это приведет нас к единственному выводу — наша теория частично верна. Инструментальная методология, с помощью которой мы познаем мир, не может подтвердить или опровергнуть теоретические утверждения о высшем характере реальности. Итак, еще раз: наше восприятие реальности развивается вместе с инструментами, которые мы используем для познания Природы. Незвестное постепенно становится известным, и поэтому то, что мы называем реальностью, постоянно меняется. Во времена Колумба считалось, что Земля находится в центре Вселенной, а во времена Ньютона на смену этим представлениям пришла гелиоцентрическая система. Сегодняшняя картина космоса с его миллионами галактик, состоящих из миллиардов звезд, наверняка повергла бы Ньютона в шок. Она удивляла даже Эйнштейна. Версия реальности, которую мы считаем верной в тот или иной момент времени, может быть опровергнута в будущем.