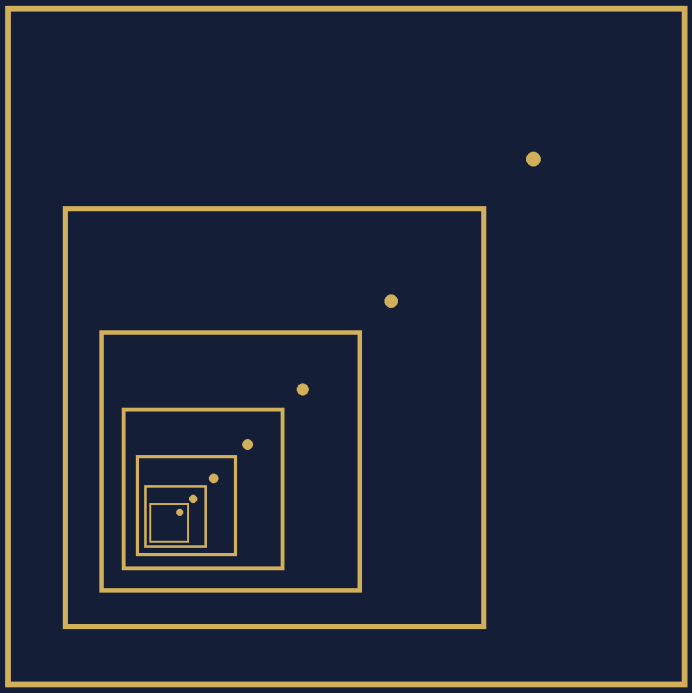
ДЖОН УИЛЬЯМ ДАНН

# СЕРИЙНАЯ ВСЕЛЕННАЯ



ДЖОН УИЛЬЯМ ДАНН

# СЕРИЙНАЯ ВСЕЛЕННАЯ

## Об этой книге

«Серийная вселенная» — вторая книга Джона Уильяма Данна, продолжение «Эксперимента со временем». Там он пришел к мысли о серийном времени, глядя на собственные сны; здесь он берет ту же мысль и проверяет ее на самой строгой почве — на физике.

Данн показывает, что всякая попытка описать наблюдателя вместе с тем, что он наблюдает, порождает регресс: за наблюдателем встает наблюдатель, за временем — время, за «сейчас» — другое «сейчас». Он разбирает этот регресс в таблицах и на чертежах, а затем спрашивает, что из него следует для теории относительности, для квантов, волн и принципа неопределенности, для места мозга и для того, кого он называет бессмертным наблюдателем.

Книга написана для читателя без специальной подготовки, шаг за шагом, с чертежами и таблицами автора; они перерисованы в этом издании.

# Содержание


| | | |
|---|---|---|
| | Предисловие | 6 |
| | Введение | 7 |
| | **Часть I. Теория сериализма** | **14** |
| I | Что такое «регресс» | 15 |
| II | Художник и картина | 20 |
| III | Табличный разбор регресса | 29 |
| IV | Регресс самосознания | 35 |
| V | Что значит «наблюдение» в физике | 38 |
| VI | Регресс самосознающего наблюдателя | 41 |
| | **Часть II. Общая проверка теории** | **48** |
| VII | «Сейчас» | 49 |
| VIII | Регресс времени | 57 |
| IX | Регресс «реальности». Регресс физики. Пространственное представление времени | 68 |
| X | Измерения, величины и системы сеток | 78 |
| XI | Графический разбор регресса времени | 87 |
| XII | Бессмертный наблюдатель и его функции | 98 |
| | **Часть III. Частные проверки теории** | **111** |
| XIII | Подступ к теории относительности | 112 |

| | | |
|---|---|---|
| XIV | Скорость «сейчас» | 117 |
| XV | Регресс в теории относительности | 129 |
| XVI | Физическая картина мира наблюдателя 2 | 136 |
| XVII | Кванты, волны, частицы и принцип неопределенности | 146 |
| XVIII | Регресс неопределенности | 157 |
| XIX | Волновые эффекты | 168 |
| XX | Выход настоящего наблюдателя | 179 |
| XXI | Место мозга | 186 |
| XXII | h | 191 |
| XXIII | Хронаксия | 198 |
| | **Часть IV. Заключение и приложение** | **202** |
| | Заключение | 203 |
| | Приложение | 206 |

# ПРЕДИСЛОВИЕ

✦

В этой книге я попытался дать читателю обзор с птичьего полета той территории, которую охватывает теория, называемая «сериализмом». Некоторые главы, сильно сжатые, были прочитаны в виде лекций в Королевском научном колледже (Математическому обществу и Физическому обществу). Но основные очертания предмета, я полагаю, достаточно ясны, чтобы их оценили и те, у кого нет специальных технических знаний.

Там, где кругом туман, слепой с палкой не так уж и в проигрыше. Мне Фортуна палку вручила, и я пользовался ею с изрядной дерзостью. Куда-то она меня, несомненно, привела — возможно, лишь на проезжую часть, где меня переедет автобус, полный научных критиков. Но если я все же благополучно перебрался на другую сторону, то мне хотелось бы выразить признательность мистеру Дж. А. Лауэрису из Лондонского университета, чья неизменная поддержка была главным, что заставляло меня и дальше постукивать палкой по дороге.

# ВВЕДЕНИЕ

✦

Люди, которые — вовсе не догадываясь о размахе своего приключения — предприняли первые попытки понять мир, в котором мы живем, были вознаграждены тремя удивительными открытиями.

Они отворили в человеческом уме дверь — до тех пор закрытую — и увидели, в первой ослепительной перспективе, огромные силы отвлеченного рассуждения, которыми Человек, сам того не подозревая, был оснащен. Они заглянули за маску беспечной анархии, которую носит Природа, — и уставились на Порядок, грозный и неприступный. Но самым странным открытием было то, что эта упорядоченность Природы и этот разум Человека словно были нарочно созданы, чтобы стать партнерами в своего рода космическом котильоне *разумности*. Ум устанавливал законы рассудка — Природа им повиновалась.

Они открыли — эти ранние философы, — что они чудесные люди в чудесном мире. Многим первое из этих чудес казалось более достойным восхищения, чем второе. Но были и другие, иного склада. В этом отношении, в самом деле, всю компанию можно было бы очень рано разделить на две партии. На одной стороне стояли те, кто больше всего на свете любил задавать отвлеченные задачи той пленительной новой игрушке — человеческому интеллекту; на другой — те, кто находил величайшее счастье в открытии нового факта, который надо приладить к уже установленным фактам природы.

Трения между этими двумя лагерями должны были возникнуть очень скоро. Ведь одно из самых обычных свойств только что открытого факта состоит в том, что на первый взгляд он кажется непостижимым. Поэтому каждый шаг вперед такого рода выставляет напоказ различие между чистым «*эмпириком*» (человеком, который ставит факты впереди рассудка) и чистым «*рационалистом*» (человеком, который ставит рассудок впереди фактов). Первый готов принять новый факт просто потому, что тот кажется фактом; второй предпочел бы воздержаться от признания, пока предполагаемое открытие не докажет свою разумность. На заре исследований новые факты были и многочисленны, и поразительны; и накопленный итог всех мелких колебаний поклонников рассудка оказывался порой немалым. Но они всякий раз нагоняли: здание фактов, возведенное эмпириками, неизменно оказывалось спустя недолгое время вполне разумным. Тем не менее эти промедления в признании новых открытий вредили престижу рационалистов, ибо каждое такое отставание означало, что эмпирики добыли знание (впоследствии признанное истинным), которое было установлено на основании, отличном от чистого рассудка.

Все это, впрочем, было лишь перестрелкой на передовой. На своей главной позиции рационалисты окопались так глубоко, что никто, кроме нескольких законченных скептиков, и не мечтал их оттуда выбить. Их основной догмат — что рассудок сам по себе, без посторонней помощи, способен открыть великие основополагающие истины, которые факты опыта лишь иллюстрируют, — был принят метафизиками за основу энергичного исследования устройства вселенной. А эмпирики, хотя, быть может, и сомневались в целесообразности методов метафизика, ни на миг не допускали, что те факты природы,

которые еще оставалось открыть, окажутся в своей основе чем-либо иным, нежели вполне разумными.

Так вот, никто не оспаривал, что рассуждение — это машина, которая честно перерабатывает весь предложенный ей материал, лишь бы владелец не пытался менять ее способ работы. Но эту машину надо кормить «посылками», то есть утверждениями, которые *предполагаются* истинными. Рационалисты заявляли, что открыли самые основополагающие посылки из всех — основные истины, которые нельзя отрицать, но которые, именно потому что они основные, нельзя и доказать. Знание, отвечающее такому описанию, называют «данным», и то предполагаемое данное знание, которое рационалисты выбрали в фундамент своего здания, состояло из набора аксиом, утверждающих, что может и что не может существовать без самопротиворечия. Эмпирики же могли указать на данное знание, по-видимому, совсем иного рода. Свидетельство чувств заведомо ненадежно, но чего никто не может отрицать, так это существования *самого свидетельства*. Мы можем сомневаться в том, что как будто утверждает чувственный опыт; мы можем быть несколько нетверды даже насчет точного характера самого этого опыта; но через чувства мы доходим до предела того, что нам возможно отрицать, — мы приходим к тому (для нас) неоспоримому *остатку*, который называем «ощущением», или, на языке менее обиходном, «чувственным *данным*».

То, что чувственные *данные* эмпириков, как оказалось, подчинялись аксиомам рационалистов и никогда не противоречили сами себе, не проливало света на главный вопрос. Была ли вселенная произведением Ума, так что и она сама, и опыт ее должны иллюстрировать аксиомы Ума? Или же вселенная существовала независимо, а наши нерушимые аксиомы были в

основе своей не более чем нашим признанием того особого рода *порядка*, который нам случилось обнаружить пронизывающим эту вселенную, — и, стало быть, не более чем иллюстрацией нашей неспособности постичь возможность какого-либо иного порядка?

На этот вопрос так и не ответили. Случилась помеха. В разгар споров ирландец, епископ Беркли, швырнул в философский утиный пруд валун такой величины, что поднятая им буря до сего дня расходится кругами. Он задал совершенно другой вопрос. Если ощущения — такие, как ощущения цвета, формы и осязания, — *плюс* их производные в виде образов памяти, связанных с ними «идей», понятий и тому подобного суть единственные основания нашего знания, единственные объекты, с которыми мы знакомы или можем быть знакомы непосредственно, — *то какие у нас свидетельства, что вообще существует какой-либо вещественный, не умственный мир?*

Можете себе представить, как радостно сплотились рационалисты после появления этого «идеализма» (так назвали теории Беркли). Никакой физической вселенной! Ничего, кроме огромной коллективной галлюцинации! Значит, Ум — Владыка Всего.

Философия, уже рассеченная по горизонтали границей между рационалистами и эмпириками, была расколота по вертикали куда более яростным спором, возникшим между идеалистами и реалистами. Миротворцы предлагали «интуитивное» знание объективной реальности. Волюнтаристы доказывали, что это интуитивное знание есть знание о сопротивлении «Воле». Но рационалисты желали ограничить интуитивные основания своей постройки познанием трех «Законов Мышления»; интуиция же, если бы она существовала, была бы процессом, недосягаемым для проверок эмпирика.

Но идеалистов не только осаждали извне — их предали изнутри. Очень скоро нашелся критик, который сказал, по существу, вот что: «Что это за разговоры о „коллективной“ галлюцинации? *Если* все, что я могу знать непосредственно, — это мои ощущения, и никакой внешней вселенной из них вывести нельзя, то у меня нет оснований предполагать, что существует какой-либо ум, кроме моего собственного. *Я* — единственный, кто переживает опыт, и галлюцинаторный внешний мир — *мой* мир, и только мой». Логика этого довода казалась неуязвимой. Ответа не нашли тогда; не нашли и позже.

Большинство идеалистов оказалось не в силах взглянуть в лицо этому неизбежному следствию своего тезиса. «*Солипсизм*» (так назвали эту доведенную до конца теорию) оказался неудобоваримым для всех, кроме законченных пуристов. К тому же рационалистский лагерь был изрядно встревожен логическими открытиями Юма, который доказал, что, если бы мир чувственных *данных* был всем, что существует, то Ум, управляющий этим представлением, был бы такой же галлюцинацией, как и внешний мир. В конце концов, что касается большинства, рационалисты отказались от своего рационализма, эмпирики отбросили свой эмпиризм, и те и другие согласились принять внешний мир как «данный» посредством какого-то скрытого процесса, который (как надеялись) когда-нибудь окажется и рациональным, и эмпирическим, но который до тех пор нельзя было отнести ни к чему, кроме той иррациональной и неосязаемой вещи — *интуиции*. И так, на основе интуиции, Наука вступила в свои права.

Теперь дело пошло быстро. Рационалисты и эмпирики рука об руку спешили к цели, которая виднелась все яснее и все ярче. С глубоким облегчением было открыто, что настоящая вселенная

состоит из скоплений маленьких круглых штучек вроде бильярдных шаров, называемых «атомами». Электричество оказалось видоизменением всепроникающего упругого твердого тела, называемого «эфиром». Находились отстающие, которые указывали, что первичные чувственные *данные* — такие, как цвет, — не могут ни состоять из бильярдных шаров или волн, ни объясняться ими; но блеск *Абсолютно Разумного*, сиявший прямо впереди, почти всех ослепил и скрыл туманы иррациональности, сгущавшиеся по обе стороны. Они дошли до этого блеска — и в тот же миг он исчез. Твердые атомы разбежались. На их месте лежали пустоты, населенные крохотными крупинками, слишком нереальными, чтобы обладать одновременно точным положением и точной скоростью. Я сказал «крупинками»? Это были не крупинки, а волны, заполняющие все пространство. Фотографии доказали это. Хуже того: каждой из этих волновых сущностей требовался целый трехмерный мир для нее одной, так что никакие две не могли находиться вместе в одном обычном пространстве. Я сказал «волны»? Прошу прощения, это были крупинки в одном и том же пространстве. Опыты доказали это, и их даже удавалось пересчитывать особо устроенным прибором. Они не были смесью крупинок и волн: каждая была, определенно, и тем и другим. Странная фантасмагория. Она покоилась на несомненном существовании крохотной, неделимой, четырехмерной величины, называемой «квантом», — самой по себе верхом иррациональности. А поведение этой иррациональной вселенной можно было рассчитать лишь с помощью специально изобретенной «иррациональной» алгебры.

С другой стороны перед ними стоял мир теории относительности. Здесь эфир либо исчез, либо уцелел лишь как чисто личный придаток — настолько субъективный, насколько

мог бы пожелать любой солипсист. Пространство и время не исчезли; они сделали худшее: они стали взаимозаменяемы. А «пространственно-временной» мир релятивистов оказался на всем своем протяжении подчинен квадратному корню из минус единицы — знаменитому в математике основному «мнимому» числу.

Так вот, рассуждение должно отправляться от «данного» знания, а это знание, следовательно, не рационально. Поэтому ни одна наука не берется объяснить и не рассчитывает объяснить существование того, что она принимает за основные реальности. Но ее цель — употребить эти элементарные неопределимые вещи в качестве действующих лиц в повествовании о разумных событиях. И довольно общим является чувство, что в той повести, которую предлагает нам сегодня наша наука, иррациональностей слишком уж много. Это правдивая история; но похоже, что где-то, как-то ее превратили в «рассыпанный набор». Нужные слова на месте, но стоят они, кажется, не там, где надо; и больше чем похоже, что абзацы, которым полагалось идти один за другим, легли друг на друга. Волны, частицы, пространство-время, кванты и даже чувственные *данные* должны, чувствуем мы, складываться вместе как-то проще. И мы подозреваем, что, сумей мы только отыскать эту схему, все эти лишние иррациональности исчезли бы, не оставив нам ничего, что не было бы очевидно и ожидаемо для самого обыкновенного ума, и ничего более строптивого, чем две основные неопределимые вещи — Ум и Материя.

# ЧАСТЬ I. ТЕОРИЯ СЕРИАЛИЗМА

ГЛАВА I

# ЧТО ТАКОЕ «РЕГРЕСС»

✦

«Ряд» — это совокупность элементов, сцепленных друг с другом, наподобие цепи, каким-то повторяющимся отношением. Понятие ряда всегда отсылает к некоторому лежащему в основе единству; это заключено уже в том, что разделенные элементы связаны между собой отношением.

Отдельные элементы ряда называются его «членами». Например, если мы рассматриваем ребенка как существо, у которого был родитель, у которого был родитель, у которого был родитель, и т. д., и т. д., то ребенок — первый член, его родитель — второй член, а его дед — третий член уходящего назад ряда. И если мы запишем этот ряд в виде таблицы:

| **1-й член** | **2-й член** | **3-й член** | **4-й член** | |
|---|---|---|---|---|
| Ребенок | родителя, который был ребенком | родителя, который был ребенком | родителя, который был ребенком | и т. д., и т. д. |

то отношение между членами становится вполне очевидным.

Мы знаем по разным биологическим указаниям, что именно эта последовательность уходит назад дальше, чем заря истории. Но философы старых времен думали, что она должна либо

уходить в бесконечно далекое время, либо быть начата каким-то волшебным актом творения. И довольно любопытно рассмотреть, какие у них были основания для такого допущения.

Если мы взглянем на первый член таблицы, мы найдем там индивида, которому мы приписали лишь одно свойство — свойство быть ребенком. Так вот, то, что у всякого ребенка есть или был родитель, — простой трюизм; это уже утверждается в значении, которое несет слово «ребенок». И само по себе оно не вынуждает нас думать о более далеких предках. Но предположим, мы переходим ко второму члену. Мы приходим к лицу, которому приписано *двойное* свойство, — к лицу, которое и родитель, и ребенок. Как родитель, он связан с уже рассмотренным индивидом первого члена; а как ребенок, он должен быть связан с каким-то предком, еще не принятым в расчет. И вот, ранние философы ошибочно полагали, что *всякий родитель есть вместе с тем и ребенок* в силу логической необходимости. Будь это так, ряд, очевидно, непременно простирался бы назад до бесконечности.

Суть — суть, которую так часто упускают из виду, — вот в чем. Продолжение простого ряда до бесконечности предполагает некое необходимо двойственное свойство его членов. Но чтобы обнаружить это двойственное свойство, мы должны проследить ряд до его *второго* члена. Изучение первого члена (такого, как ребенок в приведенном примере) с его единственным свойством даст нам лишь половину нужных сведений. И можно заметить, что третий и остальные члены лишь повторяют сведения, уже утвержденные вторым членом. Все более далекие индивиды в чисто воображаемом примере, который мы взяли, обладали бы двойным свойством — быть и родителем, и ребенком; но мы могли бы обнаружить это, рассмотрев один только второй член.

Короче: *всякий простой бесконечный ряд есть выражение некоторого логического факта, который утверждается во втором члене, но не в первом*.

И, как мы увидим позже, едва ли возможно преувеличить важность для рода человеческого этого очень простого свойства простого бесконечного ряда.

Далее, ряд может выйти на свет как результат вопроса. Кто-нибудь может спросить: «Откуда произошел этот человек?» — или ребенок, учащий арифметику, может взяться выяснять, какое целое число самое большое. Ответ на первый вопрос еще не установлен; ответ на второй не может быть дан никогда. Легко видеть, однако, что ответ в каждом случае должен разворачиваться как ряд ответов на ряд вопросов. В первом случае мы отвечаем, что человек произошел от своего отца; но это лишь поднимает дальнейший и подобный же вопрос: «Откуда произошел его отец?» Во втором случае ребенок обнаружит, что 2 больше, чем 1; но тогда он вынужден задуматься, нет ли числа больше 2, — и так до бесконечности. Вопрос, на который можно ответить лишь ценой того, чтобы задать другой, подобный вопрос, в такой вот докучливой манере, ранние философы называли «регрессивным», и большинство из них смотрело на такой «регресс в бесконечность» с полным отвращением.

Их отношение легко понять. Им хотелось смотреть на вселенную как на нечто объяснимое до конца. Допустить, что есть вопросы, ответы на которые отступают, как отступает радуга, значило, по их мнению, признать еще до начала работы, что их задача — объяснить все — заранее обречена на провал. Затем, немалое число ранних философов полагало, что вселенная должна быть в своей основе чем-то чрезвычайно, даже предельно простым; это была теория, из которой следовало, что на всякий

вопрос должен быть простой и прямой ответ. Это давало еще одну причину для давней неприязни к регрессам. И надо добавить к списку тот весьма многочисленный разряд людей, которые желали — и по сей день желают — из соображений политики резко делить мир на вещи постижимые и вещи непостижимые. Для таких людей вопрос, на который отвечают «бесконечным регрессом», — *анафема*, потому что он, совершенно очевидно, образует разряд между этими двумя.

Словом, повсеместно признавалось, что регресс может быть логически неопровержим; люди строили свою жизнь и свои науки на огромном запасе надежных сведений, доставляемых изучением этих незавершенных рядов вопросов и ответов; и все же на регресс в бесконечность смотрели как на нечто — каким-то образом, очевидным лишь для интуиции, — не то чтобы неистинное, но и не совсем ту сторону истины, открывать которую было делом философии.

Облечь это чувство в слова они были совершенно не в состоянии. Они сбивались на расплывчатые разговоры о «сложностях» — обвинение сомнительное — и о «противоречиях» — клевета, непростительная для всякого, кто хоть сколько-нибудь притязает на разум, ибо противоречие не порождает никакого регресса вовсе, и вся беда бесконечного регресса как раз в его проклятой логичности. Если истинность посылки (то есть двойное свойство второго члена) признана, регресс становится математически неизбежен. И все же это чувство дожило до наших дней: оно вспыхивает заново всякий раз, когда открывают какой-нибудь новый регресс, к виду которого мы еще не привыкли. И Брэдли, пожалуй, ближе всех подошел к тому, чтобы выразить его словами, когда сказал: «Реальность не может быть бесконечным регрессом».

Ответ, я думаю, таков.

Истинность или ложность изречения Брэдли зависит от того смысла, который оно вкладывает в слово «реальность». Если речь о реальности чистой, не замутненной никакой попыткой перевода на язык человеческого понимания, то его утверждение, вероятно, верно (только не просите меня привести основания для этой веры). Но если слово означает реальность в научном смысле — реальность рациональную *сит* эмпирическую, — тогда утверждение определенно ложно. Разница та же, что между «вещами, как они есть» и «вещами, какими они кажутся». О «вещах, как они есть» мы не знаем ничего рационального; и если мы подозреваем, что Брэдли прав, то лишь из-за чувства неудовлетворенности, которое вызывает в нас всякий регресс. Но о «вещах, какими они кажутся» — о вещах, как они воздействуют на *наблюдателя*, — мы можем сказать очень многое. Как я надеюсь показать в этой книге, мы можем сказать с полной уверенностью, что «реальность», *какой она предстает человеческой науке*, по необходимости должна быть бесконечным регрессом. И лишь когда она выражена в этой форме, мы вправе считать ее той реальностью, на которую можно положиться.

ГЛАВА II

# ХУДОЖНИК И КАРТИНА

✦

Некий художник, сбежав из дома умалишенных, куда его, справедливо или нет, поместили, купил принадлежности своего ремесла и принялся писать полную картину вселенной.

Он начал с того, что нарисовал в середине огромного холста очень маленькое, но очень тонко исполненное изображение пейзажа, каким он его видел. Вышло (если не считать исполнения) нечто вроде наброска, помеченного $X_1$ на рис. 1.

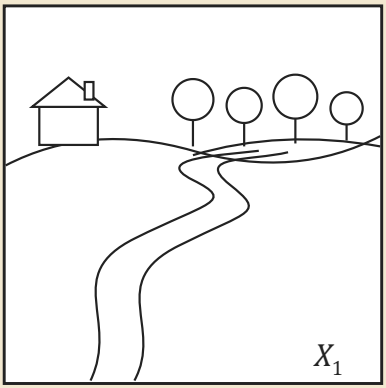



*Рис. 1*

Рассмотрев это, он, однако, остался недоволен. Чего-то недоставало. И, подумав минуту, он понял, чего именно. *Он сам* был частью вселенной, а это еще никак не было отмечено. Так возник вопрос: как ему добавить к картине изображение самого себя?

Так вот, художник этот, может быть, и был душевнобольным, но не настолько безумным, чтобы вообразить, будто он может написать себя стоящим на той земле, которую уже изобразил лежащей перед собой. Поэтому он отодвинул мольберт немного назад, нанял проходившего мимо деревенского парня постоять натурщиком и расширил картину до наброска, показанного как $X_2$ (рис. 2).

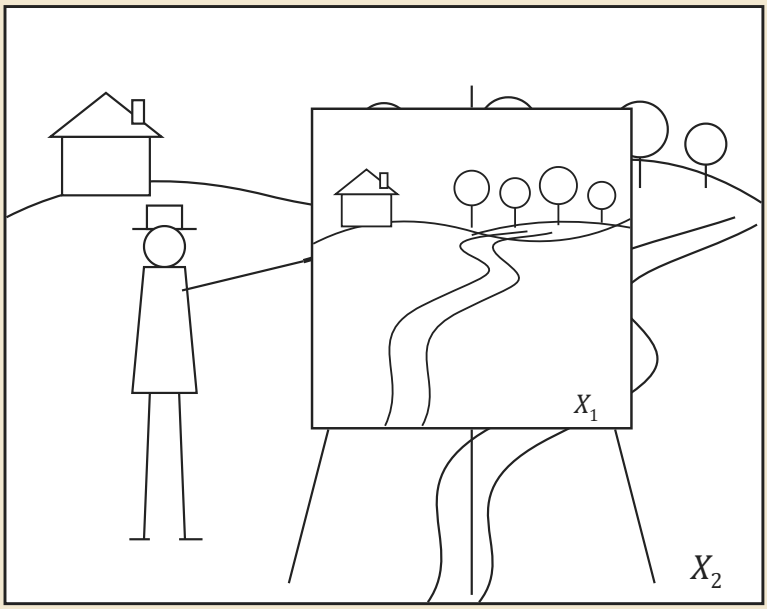



*Рис. 2*

Но он все еще был недоволен. С беспощадной логикой безумца (или гения — выбирайте сами) он рассуждал так.

Эта картина совершенно верна в своих пределах. $X_2$ изображает действительный мир таким, каким его полагаю я — действительный художник, а $X_1$ изображает этот мир таким, каким полагал бы его художник, *не знающий о собственном существовании*. Ни в нарисованном мире $X_2$, ни в нарисованном художнике, ни в картине $X_1$ этого нарисованного художника нельзя найти изъяна. Но я — действительный художник — *знаю* о собственном существовании и пытаюсь изобразить себя как часть действительного мира. Нарисованный художник, стало быть, — неполное описание меня и моего отношения к вселенной.

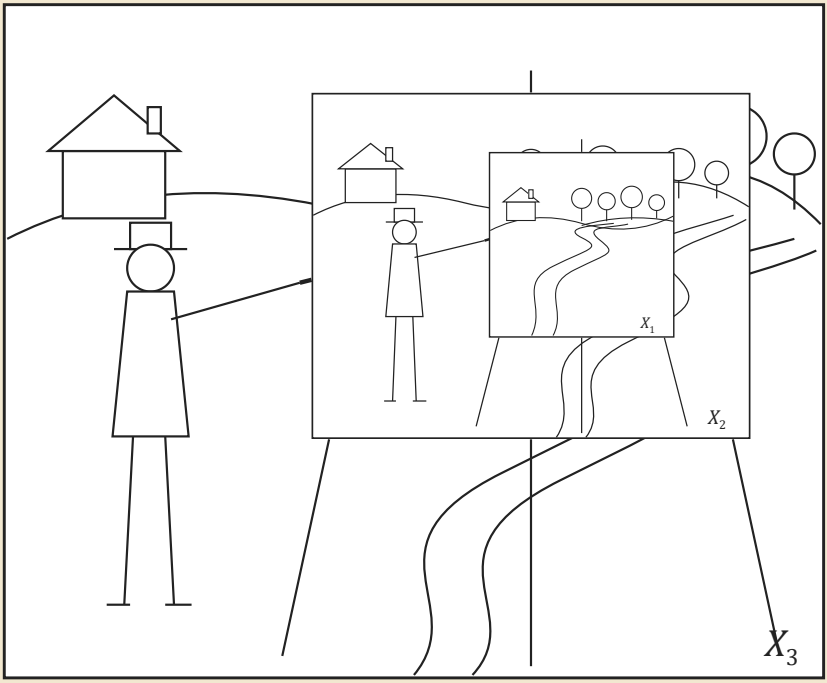



*Рис. 3*

Сказав так, он снова передвинул мольберт, схватил кисть и палитру и несколькими мастерскими мазками расширил картину до $X_3$ (рис. 3).

Разумеется, он по-прежнему был недоволен. Художник, нарисованный в $X_3$, показан как художник, который хотя и знает о чем-то, что он называет собой и что изображает в $X_2$, но не обладает *тем знанием, которое позволило бы ему понять необходимость написать* $X_3$, — знанием, которое и не дает покоя действительному художнику. Он не знает, как знает действительный художник, что он самосознающий, и потому

рисует себя в $X_2$ господином, не ведающим о собственном существовании во вселенной.

Толкование этой притчи достаточно очевидно. Художник пытается описать в своей картине существо, наделенное всем знанием, каким обладает он сам, обозначая это знание той картиной, которую нарисовало бы нарисованное существо. И становится более чем очевидно, что изображенное таким образом знание всегда должно быть меньше знания, затраченного на создание картины. Иными словами, *ум, который может описать какая бы то ни было человеческая наука, никогда не может быть адекватным представлением ума, который может создать эту науку*. А процесс исправления этой неадекватности должен следовать по серийным ступеням бесконечного регресса.

Этот изобразительный символ не слишком поддается подробному разбору, и дальше мы будем пользоваться им мало. Однако он дает превосходную иллюстрацию тех различий, что лежали в основе взглядов (1) ученого старой школы, (2) материалиста и (3) среднего философа. Классический физик считал (ошибочно, как мы увидим), что картина $X_1$, в которой нет никакого упоминания о художнике, должна оказаться непротиворечивой и самодостаточной. Материалист считал (ошибочно, как мы видели), что вторая картина, $X_2$ (см. выше), достаточно близко для практических целей описывает отношение между человеком и его вселенной. Он упустил из виду, что художник, показанный на этой картине, — лишь первый член регрессивного представления и что, чтобы добраться до практических сведений, выраженных в таком ряду, мы должны изучить индивида *второго* члена. Средний философ оказался в затруднении. Он видел, что материалист ошибается, но не мог

указать на ошибку, не указав на регресс, с которым не знал, как обращаться. Поэтому он колебался — а ошибка тем временем набирала сторонников. И так утвердилась та столь популярная сегодня картина, что выставляет вселенную ни больше ни меньше как кое-как позолоченную камеру для казней, беспрерывно пополняемую новыми жертвами. Материалиста трудно винить: он добросовестно видел лишь ближнее. Философ же предпочел осторожную уклончивость.

Регрессивная картина нашего символа содержит не только ряд художников возрастающей способности, но и ряд пейзажей, которые нарисовали бы такие воображаемые индивиды. Можно заподозрить, что подробности этих пейзажей — холмы, деревья, дома — должны как-то свидетельствовать о растущем мастерстве рисовальщиков и обнаруживать серийное продвижение к регрессивному совершенству. Так вот, в ходе этой книги мы обнаружим, что весь символ, вместе с этим дополнительным толкованием, абсолютно верен. Это значит, что, чем бы вселенная ни «была» сама по себе, все *науки* о ней должны быть регрессивны, так что перед нами — для всех эмпирических целей — серийный мир. А когда мы вспомним, что отношение такого мира к нам самим — то повторяющееся отношение, которое и создает регресс, — дается вторым членом, а не первым, станет очевидно, что теория «камеры для казней» была особенно нелепым промахом.

Опуская доводы, выводы теории, которую я называю «сериализмом», вкратце таковы.

Мы — самосознающие существа, знающие о чем-то, что мы способны рассматривать как иное, чем мы сами. Такое положение дел невозможно трактовать как рациональное (то есть систематическое) иначе, как представив его в форме

бесконечного регресса. Поэтому первое, что необходимо всякой науке, способной удовлетворить нас как соответствующая фактам опыта, — это чтобы она употребляла какой-то способ описания, который должным образом *регрессивен*. Оказывается, возможность рассматривать весь опыт в понятиях «времени» дает нам как раз требуемый способ описания. Понятие абсолютного времени — чистый регресс. Его употребление приводит к тому, что мы предстаем самосознающими наблюдателями. Оно вводит понятие «изменения», отводя нам способность вызывать изменения в сопротивляющемся изменениям «не-я». Оно трактует самосознающего наблюдателя как регрессивного и описывает внешний мир таким, каким он представлялся бы такому регрессивному индивиду. Тем самым оно удовлетворяет всем требованиям положения. Но время делает и больше. Наделяя наблюдателя способностью вмешиваться в то, что он наблюдает, и следить за последствиями, оно вводит возможность *экспериментальной* науки. Понятие эксперимента всегда подразумевает вмешательство в наблюдаемую систему наблюдателя, находящегося вне этой системы. Это основной метод физики, которая, таким образом, с самого начала постулирует возможность вмешательства во *всякую* систему со стороны наблюдателя, который по отношению к этой системе «свободен». Существенно здесь, однако, то, что физика как наука эксперимента — наука «измени и посмотри» — основана на понятии времени. Как, впрочем, и все наши системы практической политики, этической или иной. Только этим путем — употреблением этого откровенно регрессивного способа описания — нам удалось обратить наше в остальном иррациональное знание в систематическую и пригодную к делу схему.

Но является ли этот регрессивный способ *надлежащим* способом описания вселенной? В этом вопросе мало смысла, если он вообще есть. Является ли «ноль целых три в периоде» «надлежащим» способом описать «одну треть»? Регресс периодической дроби и регресс времени оба относятся к бесконечным рядам; и хотя первый ряд «сходящийся», а второй «параллельный», принцип, лежащий в основе каждого, один и тот же. Вероятно, есть другой способ описать вселенную, как есть другой способ описать одну треть. Мы пользуемся десятичным способом, потому что он удобен для нашей цели и столь же правомерен, как и другой. Мы пользуемся регрессом времени, потому что он дает нам правомерный отчет о вселенной *в ее отношении к нам самим*, то есть в ее отклике на эксперимент. Это надлежащий метод для своей цели, и более глубокого значения у слова «надлежащий» я не знаю. Но вот что я знаю твердо: невозможно вообразить более действенного способа *терять* знание, чем выразить его в форме бесконечного регресса, а затем ограничить внимание одним лишь первым членом. А именно это и делало человечество.

Всякие разговоры о «смерти» или «бессмертии» относятся ко *времени* и бессмысленны в любой другой связи. Но временная система — система регрессивная, и смерть появляется лишь в однобоком первом члене этого регресса. В ходе этой книги станет ясно, что во времени второго члена (которое дает ключ ко всему ряду) у нас, индивидов, есть любопытные — очень любопытные — начала, но нет концов. Страшная ли это мысль? Возможно. Но я так не думаю. Нынешний ужас перед бессмертием основан почти целиком на несовершенном понимании того, что это бессмертие означает. Мы пытаемся вообразить его как-то втиснутым в мир первого члена (куда оно, конечно, не влезает) и потому терзаем

себя мрачной картиной скучающих индивидов, которые влачат все удлиняющиеся цепи памяти, смертельно устали от себя, от мира и от всего, что в нем есть, и жаждут исчезновения, которого не могут найти. Мы, в сущности, воображаем нынешний род нашей повседневной жизни продолженным навеки. Будь это правдой, не могло бы быть поступка более жестокого, чем произвести на свет ребенка. Но, к счастью, наше бессмертие — в многомерном времени, и оно совсем иного характера.

А теперь — к доказательствам. Они должны развертываться, так сказать, в обратном порядке. Мы должны взять мир нашего нынешнего знания, показать, что он регрессивен, показать, что он описан так, как если бы на него смотрел регрессивный наблюдатель, и показать, что этот воображаемый регрессивный индивид и был бы самосознающим человеческим существом. Это будет убедительным свидетельством того, что мы — самосознающие существа, которые пользуются этим регрессивным способом определения себя и своего окружения.

ГЛАВА III

# ТАБЛИЧНЫЙ РАЗБОР РЕГРЕССА

✦

Французский философ Декарт, подвергая все так называемое знание кислотной пробе сомнения (в надежде отыскать что-нибудь несомненное), был осенен внезапным озарением. «Я мыслю! — воскликнул он. — Следовательно, я существую».

Критики заявляли, что в этом изречении заключены два утверждения о двух эмпирических открытиях и что объявить эти находки следовало бы в таком порядке:

1. «Происходит мышление» (неоспоримый факт, «данный» интроспективному наблюдению).

2. «Это мышление — *мое* мышление».

Ибо сознавать деятельность и сознавать, что есть некое «я», которое действует, — две совсем разные вещи.

Как бы то ни было, исходный факт, который объявил Декарт (прежде чем ввести свое ненужное «следовательно»), был таков: *я есмь* (мыслящий). И важно помнить, что в то время он искал нечто такое, что *он* мог бы считать несомненным. Так что он считал «данным» ему, без нужды в доказательстве, что существует некое «я» — мыслящее. Тем самым, намеренно или ненамеренно, он притязал для «самосознания» на статус данного, неоспоримого знания.

Все мы сознаем свои мысли. Мы можем критически следить за последовательностью умственных операций, которые выполняем в любом рассуждении, так что ошибка обнаруживается и пресекается прежде, чем сделан следующий шаг. Мы можем восстановить любую цепочку идей, по которой нам случилось пройти, когда мысли блуждали. В самом деле, лишь потому, что значительная часть наших мыслительных процессов — припоминание и ассоциирование — наблюдаема интроспекцией, и возникла наука психология.

Но если для вас — нынешнего читателя — есть экспериментально устанавливаемый факт, что *вы* можете наблюдать такие мыслительные процессы, то это предполагает не только ваше прямое знание процессов, но и ваше прямое знание того нечто — называемого, верно или неверно, «вами самими», — которое таким образом их наблюдает.

Так вот, если такое «я» и существует, интроспекцией оно обнаруживается нелегко. Похоже, мы знаем о нем, в сущности, из предъявленного нам вердикта умственных процессов, за которыми нам не удалось проследить. И все же знание о нем, несомненно, «дано» — в том смысле, что мы не можем избавиться от него никакими средствами, даже размышлениями о темноте его происхождения.

Большинство людей готовы принять самосознание как факт, хотя и считают его (ошибочно) фактом, который не играет никакой роли в нашем истолковании физического мира. Но всякого не устраивает, когда перед ним стоит нечто, притязающее на статус существующего и при этом отказывающееся подвергнуться проверке. Поэтому я предлагаю предпринять еще одну попытку выследить это неуловимое «я»; а поскольку наши способности сознательной интроспекции, по-видимому, слишком

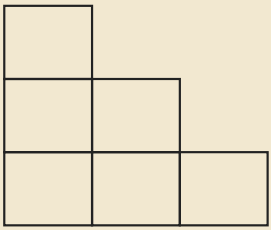
слабы для этой цели, я предлагаю взяться за дело совершенно иным способом.

Начнем с того, что вообразим, будто существует «самосознающий» *наблюдатель*. Он должен сознавать свое «я» как нечто наблюдаемое. Он должен отличать это «я» от его противоположности — «не-я», — тоже наблюдаемой. И он должен сознавать свое «я» как посредствующую сущность — инструмент, — который он может применять, наблюдая «не-я». Иными словами, он должен сознавать, путем наблюдения, то, что называют «отношением субъекта и объекта».

Затем мы спросим себя, чем должно было бы быть такое существо в рациональном мире — мире, с которым могла бы иметь дело наука.

Установив эти требования, мы оглядимся и посмотрим, есть ли или нет в природе, как мы знаем ее сегодня, что-нибудь, отвечающее этому счету.

Мы обнаружим, что наш перечень требований составляет бесконечный ряд, который нам придется расписать в виде таблицы. Таблица будет треугольной: она состоит из клеток, расположенных вот так,



— и это выглядит на первый взгляд так, будто я собираюсь предложить читателю разбирать нечто куда более сложное, чем

простой ряд предков или целых чисел, на который мы взглянули в главе I. Однако это не так.

Такое табличное построение — всего лишь удобный способ показать отношения между всеми «членами» любого простого ряда. Взглянем на пример. Мы легко можем понять, что всякий школьник есть ребенок ребенка ребенка ребенка… — и так далее по всему остатку чрезвычайно длинного ряда предков. Но если бы я спросил вас, каково отношение между вторым и пятым лицами этого ряда, вам пришлось бы подумать секунду-другую, прежде чем ответить, что один приходится другому правнуком. Думать пришлось бы гораздо дольше, если бы я спросил об отношении между девятым и тридцать вторым членами. Но я мог бы приготовить для вас треугольную таблицу, которая избавила бы вас от всяких хлопот такого рода. И построил бы я ее следующим образом.

В верхнюю клетку таблицы я помещаю первое лицо ряда, школьника, как его описывает второе лицо, отец.

| **1-е лицо** |
| --- |
| ребенок |

В следующую (горизонтальную) пару клеток я помещаю описания первого и второго лиц, ребенка и отца, данные дедом.

| **1-е лицо** | **2-е лицо** |
| --- | --- |
| ребенок | |
| внук | ребенок |

В следующую строку я помещаю описания ребенка, отца и деда, данные прадедом.

| 1-е лицо | 2-е лицо | 3-е лицо |
|---|---|---|
| ребенок | | |
| внук | ребенок | |
| правнук | внук | ребенок |

В следующую строку мы включаем прадеда и даем описания всех его потомков, данные прапрадедом.

| 1-е лицо | 2-е лицо | 3-е лицо | 4-е лицо |
|---|---|---|---|
| ребенок | | | |
| внук | ребенок | | |
| правнук | внук | ребенок | |
| праправнук | правнук | внук | ребенок |

И так далее, докуда вам угодно.

Прошу заметить, что:

1. Каждая строка дает отношения, в которых все рассматриваемые в ней лица стоят к лицу на крайнем правом месте строки ниже. Последняя строка дает, разумеется, отношения лиц к тому, кто идет в ряду следующим.

2. Поскольку каждая строка описывает соответствующих лиц *так, как их описало бы лицо, рассматриваемое следующим*, описания в каждой строке меняются. Например, второе лицо ряда (считая слева направо) — ребенок по мнению третьего лица, внук по мнению четвертого лица, правнук по мнению пятого лица (еще не внесенного) и так далее.

3. Описания, данные каждому лицу, — всего лишь *признаки*, присущие им в силу их различных отношений к различным лицам ряда. На протяжении всей таблицы мы пытаемся прийти к описанию каждого лица как потомка *предельного предка*. Дойдя до

той ступени, где мы открываем прапрадеда, мы объявляем, что лицо, с которого мы начали, следует описывать, собственно говоря, как праправнука этого предка. Это определение дано в левой клетке четвертой строки. Прочие описания этого ребенка (в восходящем порядке вверх по первому вертикальному столбцу) рассматриваются тогда лишь как *признаки*, которые, как мы обнаружили, непременно присущи всякому праправнуку. К сожалению, в отведенном нам месте мы не можем добраться до предельного предка; но мы обнаружим, что праправнук в свою очередь — лишь признак, которым должен обладать прапраправнук.

Читателю не нужно здесь трудиться заучивать все тонкости этой таблицы наизусть. У него будет достаточно возможностей освоиться с ними по ходу дела. Существенно сейчас лишь то, чтобы он понял: таблица вполне постижима и имеет дело с различными сторонами всего одного простого ряда. А также то, что все данные в ней описания *относительны* — таблица не говорит нам, что такое что-либо само по себе. Например, наша первая запись ничего не говорит нам о школьнике — кроме того, как он относится к своему отцу; она описывает его просто как «ребенка». Прочие записи следуют тому же правилу.

ГЛАВА IV

# РЕГРЕСС САМОСОЗНАНИЯ

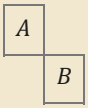
✦

Пытаясь описать, что мы понимаем под самосознанием, мы говорим, что вы сознаете «*свое* я» (*your*self), что я сознаю «*свое* я» (*my*self), что она сознает «*свое* я» (*her*self), но что он сознает «*его* я» (*him*self). Последнее — грубая ошибка, ибо притяжательное местоимение здесь решает все. Не было бы ничего рационального в Джонсе, который сознавал бы Джонса, и наука не могла бы иметь дела с таким субъектом. Вы говорите совершенно правильно, когда говорите, что сознаете «*свое* я» (*your*self), а не «*вас*-я» (*you*self).

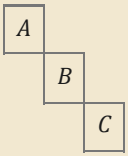
Единственное «я», которое вы могли бы сознавать в рациональном мире, было бы чем-то, что является *объектом* для предельного, настоящего вас. Но ваше самосознание не состоит просто в том, что вы сознаете такой объект, — оно предполагает признание этого объекта *вашим*. Положим, вы решаете (верно или неверно), что ваше тело и есть «вы сами»; вы делаете это не потому, что сознаете *некое* тело — тело, принадлежащее, скажем, Смиту, — а потому, что сознаете это тело как *ваше*. И так же с любым более тонким объектом, который вы можете обозначить этим званием «я». Человек, сознающий, что «он» наблюдает, сознавал бы некую наблюдающую вещь, которая была бы объектом для предельного него; но, чтобы быть самосознающим,

этот человек должен был бы сознавать эту наблюдающую вещь не как объект, явленный человеческому роду вообще, а как сущность, принадлежащую строго ему. Ему нужно было бы сознавать ее как *свое* наблюдающее я.

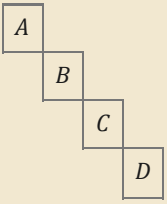
Теперь легко видеть, что всякое рациональное самосознание предполагало бы бесконечный регресс. Ибо все, что было бы наблюдаемо человеком как настоящее «я», должно было бы быть наблюдаемо им как *его* я, а это предполагает сознавание *чего-то, владеющего* тем я, которое рассматривалось первым. Положим, например, что *B* признается самосознающим индивидом за свое наблюдающее я, а *A* — за наблюдаемый объект («не-я»), — расположение, которое мы можем свести в таблицу так,




помещая (для удобства в дальнейшем) наблюдающую сущность правее и ниже наблюдаемой. Затем, поскольку самосознающее существо считает *B* *своим* я, оно должно сознавать некое я *C*, которому принадлежит *B*. Так что таблицу надо расширить так,




показывая, что *C* наблюдает *B*, пока *B* наблюдает *A*. Но поскольку наш приятель сознает *C* как «я», владеющее *B*, он должен сознавать это *C* как *свое* я и, стало быть, сознавать некое я *D*, владеющее *C*, — так,




где *D* наблюдает наблюдения *C* над наблюдениями *B* над *A*.

*D*, конечно, должно быть «я», наблюдаемым владельцем *E*, и так далее *до бесконечности*.

Выглядит это довольно причудливо, как и все регрессы, когда мы встречаемся с ними впервые. Но деваться некуда. Если *D* не сознает *C*, он не может считать *B своим* я — по крайней мере, в рациональном мире.

Читатель, однако, изучая эту таблицу, задаст такой вопрос: «Если *C* наблюдает *B*, пока *B* наблюдает *A*, как может *C* сознавать *A* как нечто отличное от *B*? Ведь он наблюдал бы отклик *B* на *A* лишь как изменение в *B*». Это возражение вполне справедливо. Оно и в самом деле лежит в основании философии, называемой идеализмом, — теории, отрицающей отдельное существование *A*.

Мы должны признать, стало быть, что наша таблица, хоть и верна, неполна. В ней недостает очень многого. А чего именно — мы выясним в следующих двух главах.

ГЛАВА V

# ЧТО ЗНАЧИТ «НАБЛЮДЕНИЕ» В ФИЗИКЕ

✦

Пусть $A$ и $B$ — две сущности, существующие независимо друг от друга. Пусть $A$ *воздействует* (я выбираю слово с самым широким значением) на $B$. И положим, что мы изучаем воздействие $A$ на $B$. Ведя это исследование, мы на деле применяем $B$ как инструмент для открытия чего-то об $A$.

Далее, достаточно ясно, что знание об $A$, доставляемое нам посредством $B$, может быть знанием лишь одного-единственного признака, которым обладает $A$, — признака *способности-воздействовать-на-B*. Об этом признаке говорят, что он «относителен» к $B$, поскольку по нашему его определению он не существует иначе как в отношении к $B$. Но он не может быть единственным признаком, которым обладает $A$; потому что в таком случае полное $A$ было бы лишь относительным к $B$ и не имело бы того независимого существования, какое мы предположили вначале.

Положим, мы обозначим $A$ во всей полноте его признаков через $A_2$, а признак *способности-воздействовать-на-B* представим через $A_1$. Тогда то, что инструмент $B$, как говорят, «наблюдает», — это просто данное $A_1$; ибо признаки $A_2$, не воздействующие на $B$, очевидно, не открываются нам посредством $B$. Инструмент $B$ в науке называют «наблюдателем».

Итак, в науке «наблюдать» значит *абстрагировать признак из* некоторой сущности, существующей независимо от наблюдателя. И абстрагируемый признак должен быть таким, который так или иначе воздействует на этого наблюдателя.

Мы видим, стало быть, что «наблюдающий инструмент» в строгом научном языке — не просто *измерительный* прибор (хотя к нему, в качестве усовершенствования, может быть приделана шкала). В качестве примеров наблюдения инструментом я могу привести: динамометр, абстрагирующий силу из импульса; металлическую пленку, абстрагирующую энергию из света; движущееся тело, движение которого стеснено близостью другого тела и которое тем самым абстрагирует признак этого другого тела — притяжение или отталкивание. Все эти абстракции можно было бы произвести без всякой шкалы, придающей абстрагированному признаку всего лишь числовую величину.

Следует заметить, что, будь наше знание ограничено единственно знанием о $B$, у нас не было бы оснований предполагать, что поведение $B$ обусловлено чем-то помимо его собственной внутренней природы. Наша наука состояла бы тогда из простого систематизированного каталога происшествий в жизни $B$, и мы не имели бы права говорить о $B$ как об «инструменте». Употребление этого термина подразумевает, что у нас есть некоторое предварительное знание об $A_2$ как о сущности, иной, чем известное нам $B$.

Знание, участвующее в научном эксперименте, можно, стало быть, классифицировать следующим образом.

| | | |
|---|---|---|
| Наблюдается (абстрагируется) посредством $B$ | $A_1$ | |
| Известно нам самим и рассматривается как существующее независимо друг от друга | $A_2$ | $B$ |

Заметим, что с самого начала мы приписываем $B$ реальность, в которой отказываем $A_1$. Ибо существование $A_1$ лишь относительно к $B$. Более того, станет понятно, что мы не можем рассматривать инструмент $B$ как нечто такое, что можно прибавить к системе, состоящей из сущностей (таких, как $A_1$), описанных единственно через то, как они воздействуют на $B$.

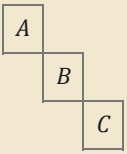
ГЛАВА VI

# РЕГРЕСС САМОСОЗНАЮЩЕГО НАБЛЮДАТЕЛЯ

✦

Теперь мы в состоянии взяться за индивида, для которого есть «данный» факт, что «он» наблюдает нечто, не являющееся его наблюдающим «я».

Пусть $A$ — наблюдаемый объект, $B$ — наблюдающее «я», а $C$ — нечто, знающее, что $B$ наблюдает $A$. Их мы можем свести в таблицу, как прежде (*см.* главу III).




Вопрос был такой: как может $C$ сознавать $A$ как что-либо иное, нежели изменение в том $B$, которое он наблюдает?

Из предыдущей главы мы знаем, что $A$, будучи чем-то *наблюдаемым* посредством $B$, есть всего лишь признак, абстрагированный из некоторой сущности в том мире, который содержит $B$. Поэтому мы можем описать $A$ как $A_1$, абстрагированное из $A_2$, и дополнить нашу таблицу так, как показано ниже. Поскольку сущностей $A_2$, воздействующих на $B$,

может быть сколько угодно, мы можем назвать $A_1$ «миром, наблюдаемым $B$».

| Мир, наблюдаемый $B$ | $A_1$ | | |
|---|---|---|---|
| | $A_2$ | $B$ | |
| | | | $C$ |

Далее, поскольку для $C$ должно быть неизбежным суждением, что $B$ наблюдает некий признак $A_2$, он должен обладать знанием об $A_2$, столь же «данным», как и его знание о $B$, то есть это должно быть знание путем наблюдения. Так что мы можем заполнить еще немного нашей таблицы; вот так:

| Мир, наблюдаемый $B$ | $A_1$ | | |
|---|---|---|---|
| Мир, наблюдаемый $C$ | $A_2$ | $B$ | |
| | | | $C$ |

Далее, поскольку $A_2$ и $B$ наблюдаются посредством $C$, они должны быть признаками, абстрагированными посредством $C$ из соответствующих сущностей в некотором более фундаментальном мире, содержащем наблюдателя $C$. Так что мы можем заменить $B$ на $B_1$ и внести в таблицу две более фундаментальные сущности как $A_3$ и $B_2$; вот так:

| Мир, наблюдаемый $B_1$ | $A_1$ | | |
|---|---|---|---|
| Мир, наблюдаемый $C$ | $A_2$ | $B_1$ | |
| | $A_3$ | $B_2$ | $C$ |

Здесь $C$ сознает объективное $A_2$ и $B_1$ как объект, который изменяется признаком $A_1$.

Мы знаем, что, поскольку у $B_2$ его признак $B_1$ изменяется под действием $A_1$, оно регистрирует присутствие $A_1$. Но регистрировать присутствие $A_1$ — признака $A_2$ — не значит регистрировать присутствие $A_2$ в целом. $A_2$ в целом *не* наблюдается посредством $B_2$, и $B_2$ не абстрагирует $A_2$ из $A_3$. Это делает $C$; то есть $A_2$ есть тот признак $A_3$, который *относителен к* $C$, но он никак не относителен к $B_2$.

Но регресс самосознания, который мы изучили в главе IV, гласит, что само $C$ — лишь «я», наблюдаемое более отдаленным владельцем $D$, который и есть настоящий, предельный наблюдатель ряда — насколько мы его пока рассмотрели.

Далее, по нашей гипотезе этот (пока что) предельный наблюдатель $D$ должен знать, что $A_2$ — объект, существующий независимо от его я $B_1$. Конечно, $C$, как мы видели, регистрирует раздельное существование $A_2$ (содержащего $A_1$) и $B_1$. Но эти регистрации — лишь изменения в $C$, перемены в нем. Вопрос снова в том, как этот предельный наблюдатель $D$ может знать, что $A_2$ (содержащее $A_1$) и $B_1$ существуют независимо от $C$ и наблюдаются им, а не являются просто изменениями в структуре $C$. Просто наблюдая $C$, $D$ этого открыть не может.

Ответ таков: открыть, что $A_2$ и $B_1$ наблюдаются посредством $C$, значит усмотреть, что $C$ абстрагирует их из некоторых более фундаментальных сущностей. Сущности, из которых $C$ их абстрагирует, — это, как мы видели, $A_3$ и $B_2$. Стало быть, $D$ должен усмотреть, что $A_2$ и $B_1$ абстрагируются из $A_3$ и $B_2$ посредством $C$.

Но, прежде чем наблюдать эту функцию $C$, он должен быть способен наблюдать $A_3$ и $B_2$.

Так что мы можем дополнить нашу таблицу, пометив третью строку: «Мир, наблюдаемый $D$».

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Мир, наблюдаемый $B_1$ | $A_1$ | | | |
| Мир, наблюдаемый $C$ | $A_2$ | $B_1$ | | |
| Мир, наблюдаемый $D$ | $A_3$ | $B_2$ | $C$ | |
| | | | | $D$ |

Затем, опять-таки, поскольку $A_3$, $B_2$ и $C$ наблюдаются посредством $D$, они должны быть признаками, абстрагированными из более фундаментальных сущностей $A_4$, $B_3$ и $C_2$ в том же мире, что и $D$. Так что мы можем заменить $C$ на $C_1$ и расширить таблицу так:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Мир, наблюдаемый $B_1$ | $A_1$ | | | |
| Мир, наблюдаемый $C_1$ | $A_2$ | $B_1$ | | |
| Мир, наблюдаемый $D$ | $A_3$ | $B_2$ | $C_1$ | |
| | $A_4$ | $B_3$ | $C_2$ | $D$ |

Но регресс самосознания настаивает, что само $D$ — лишь «я», наблюдаемое более отдаленным владельцем $E$, и так далее *до бесконечности*.

Ясно, стало быть, что, если мы хотим завершить наш разбор индивида, которому «дано», что его «я» наблюдает нечто, нам придется продолжить таблицу до бесконечности, повторяя прежние рассуждения для каждой новой вводимой сущности.

Следует снова заметить, что все абстрагирования выполняются рядом наблюдателей $B_1$, $C_1$, $D$ и т. д. вдоль

диагонального края, а не какими-либо другими сущностями, показанными в таблице. Мы видели раньше, что $B_2$ не абстрагирует $A_2$ из $A_3$, и сходные рассуждения покажут, что $B_3$ не абстрагирует $A_3$ из $A_4$, а $C_2$ не абстрагирует $B_2$ из $B_3$. Это правило должно соблюдаться на всем протяжении бесконечного регресса.

Очевидно, что в показанной таблице из четырех миров лишь один мир признан реальным — мир нижней строки. «Миры», внесенные в остальные, верхние строки, — лишь перечни признаков, абстрагированных из этого более реального мира наблюдателем $D$, применяющим первичный наблюдающий инструмент $C_1$ и вторичный инструмент $B_1$.

Характер регресса достаточно ясен. У нас есть горизонтальный ряд сущностей, обозначенный буквенной последовательностью $A$, $B$, $C$ и т. д., и вертикальный ряд признаков этих сущностей, обозначенный числами 1, 2, 3 и т. д. Регресс самосознающего наблюдателя, который сознает объект $A_1$, отличный от его «я», лежит вдоль диагонального края $B_1$, $C_1$, $D$ и т. д.

Чтобы предельный наблюдатель мог обладать каким бы то ни было знанием о «я», помещенном во внешнем мире, существенно необходимо одно условие: он должен быть способен рассматривать ряд сущностей $A_1$, $B_1$, $C_1$ и т. д. как независимо существующие системы. Но это лишь половина нашей беды. Чтобы удовлетворить нашим требованиям, этот наблюдатель должен быть способен признать не только то, что $A_2$ существует независимо от $B_1$, но и то, что $A_1$ *наблюдается* посредством $B_1$; а это значит, что он должен быть способен усмотреть, что изменение в $B_1$ *вызвано* природой $A_2$. И точно так же на всем протяжении регресса он должен быть способен усматривать не

только раздельное существование наблюдающих инструментов и систем, из которых эти инструменты абстрагируют, но и тот факт, что инструменты подвергаются воздействию признаков этих систем. Так вот, наша нынешняя таблица не показывает, *как* предельный наблюдатель получает возможность это усмотреть: она просто предполагает, что он на это способен. А этого, конечно, для нашей цели недостаточно.

Понятно, что наша проверка очень сурова. Нам надо открыть в наших повседневных, научных способах описания вселенной некое *незамеченное допущение*, которое на деле учитывает весь тот бесконечный ряд различных сущностей, обозначенный горизонтальным протяжением таблицы. Вдобавок этот обыденный способ описания должен делать ясным, что предельный наблюдатель будет воспринимать наблюдающие сущности как наблюдающие, а наблюдаемые — как наблюдаемые. И лишь когда мы откроем это чрезвычайно значимое допущение и покажем, что на нем основаны все наши эмпирические науки, мы будем вправе утверждать, что мы — самосознающие индивиды, сознающие внешний мир и применяющие регрессивный метод художника и картины, потому что он надежно и полезно показывает иначе непостижимое отношение между нами и нашей вселенной.

Такое описательное удобство существует. Мы пользуемся им каждый день. И если вам угодно сказать, ввиду громадной трудности задачи, что любое такое устройство должно было бы быть произведением верховного Разума, то я, со своей стороны, не стану вам возражать. Но большее чудо, думается мне, состоит в том, что устройство, решающее грандиозную задачу приведения в систему иначе непостижимого мира, оказывается вместе с тем таково, что и последний полоумный, лишенный всякого ясного

понимания его природы, вынужден им пользоваться. Разум, который изобретает этот метод, изобретает его на пользу и гению, и глупцу.

# ЧАСТЬ II. ОБЩАЯ ПРОВЕРКА ТЕОРИИ

ГЛАВА VII

# «СЕЙЧАС»

✦

Пусть *M* обозначает некоторую конфигурацию внешнего мира — такую, какой вы описываете его на основании наблюдения, эксперимента и расчета. Та конфигурация, которую должно представлять *M*, — это конфигурация, открытая вашему наблюдению в настоящий момент. Пусть *L* подобным же образом обозначает прошлую конфигурацию, которую вы помните. Из своего знания *L* и *M* вы вычисляете, положим, каков будет характер будущей конфигурации *N*. Описания ваши сделаны на языке классической науки.

Если теперь вы рассмотрите свои три описания, то обнаружите, что они сводятся всего лишь к описаниям трех отдельных миров. Ибо ничто не показывает, что одно описание относится к чему-то более или менее реальному, чем другое. Равным образом описания никак не указывают, что какая-либо из конфигураций — прошлая, настоящая или будущая.

Дальнейшее рассмотрение выявляет, что три описанных мира отличаются друг от друга тем состоянием, которое известно науке как «энтропия», и что природа этого различия такова, что позволяет вам считать эти миры расположимыми в порядке величины их энтропии (расположение, которое отлично совпадет с нашим алфавитным порядком *LMN*). Этот энтропийный порядок

мы можем надеяться вскоре описать (хотя пока и не имеем на это права) как порядок *временной*. Однако до сих пор описания не показывают:

(1) что они относятся к *последовательным состояниям* одного и того же мира, или

(2) что эти состояния имеют какое-либо отношение к «сейчас».

Как мы вскоре увидим, эти два требования — лишь разные способы выразить одно и то же. Мы не можем *принять* условие (1), не приняв условия (2). Но здесь нам нет нужды входить в этот вопрос. Пока достаточно отметить, что наши описания не удовлетворяют условию (2).

Рассматривая условие (2), мы вспоминаем, что *M* должно было представлять конфигурацию, которая открыта *вашему* наблюдению «сейчас». Тут нас одолевает сомнение. Ибо очень многие полагали, что понятия «сейчас» и «происходящего в последовательности» — это ссылки на психологического наблюдателя, которых делать не следует. Порядок, обнаруживаемый в наших нынешних описаниях *L*, *M* и *N*, доставляет, как утверждалось, все, что нужно для научных целей.

Хорошо, положим, мы пренебрежем тем фактом, что действительной отправной точкой вашего описания было ваше наблюдательное знание *M* и ваше знание-воспоминание *L*. У нас нет, разумеется, и тени права поступать так; но мы пытаемся поставить себя на место этих возражающих. Скажем, что ссылка на вас самого как на наблюдателя — ссылка, которая подразумевалась в требовании, чтобы *M* представляло конфигурацию, открытую вашему наблюдению в настоящий момент, — была ссылкой, которой не следовало делать. Скажем, если угодно, что «сейчас» психологично, — хотя классическая психология была столь же лишена «сейчас», как и классическая

физика. Скажем даже (раз уж мы впали в бессмыслицу, а семь бед — один ответ), что «сейчас» — «иллюзия». Прекрасно. Наше нынешнее описание *L*, *M* и *N* составлено вами самими из вашей памяти, наблюдения и расчета — этого нам не избежать, — но оно не содержит *ссылки* на наблюдателя и описывающего и никакого единственного «сейчас». Это, собственно, и есть то описание, которое, по словам этих людей, описывает три временных «состояния» и которое они объявляют вполне достаточным для практических целей любого человека науки.

Мы должны согласиться, что весьма отрадно прийти путем этого решительного исключения к надежному отчету о вселенной вокруг нас. Но как нам удостовериться, что он *и вправду* надежен? А! В этом-то и красота науки в отличие от простой философии. Мы можем проверить истинность ее утверждений действительным экспериментом. Превосходно. Давайте проверим точность наших нынешних описаний *L*, *M* и *N*. Поставим эксперимент и посмотрим.

Лучшей конфигурацией для этой цели будет, предлагаю я, та, которую мы описали как *L*; потому что, экспериментируя над ней (изменяя ее), мы сможем отметить, изменится ли конфигурация *M* согласно расчетному результату, и увидеть также, перейдет ли изменение на конфигурацию *N*.

Что вы говорите? *Мы не можем изменить L!* Почему же? *Потому что L — прошлое!* Но мы ведь только что согласились, что мир, описанный нами как *L*, *M* и *N*, лишен таких мистических свойств, как «прошлое», «настоящее» или «будущее», и что *это* и есть тот мир, с которым имеет дело экспериментальная наука. Что же тогда не так с моим предложением экспериментировать над состоянием *L*? *В том описании что-то было упущено!* Что ж, может быть, вы и правы. Но что мы упустили?

Нет нужды указывать, что любая система, которую можно отнести к объектам эксперимента, должна быть отличима — произвольно или иначе — от аппаратуры, которая считается вмешивающейся в нее ради целей эксперимента. Две эти системы должны трактоваться как посторонние друг другу. Далее, суть научного описания всегда состояла в том, что справедливость описания должна быть экспериментально проверяема каждым, включая описывающего. Это ограничивает вселенную, которую можно описать. Она должна быть такой, которую описывающий может считать посторонней его *инструментам* и подверженной их вмешательству.

Но если объективная вселенная, описанная таким образом, рассматривается описывающим как ряд «состояний», обладающих временным порядком, то, как мы только что открыли, существенное условие состоит в том, что он рассматривает свою экспериментальную аппаратуру (исключенную систему, которая вмешивается) *как действующую лишь в одном «состоянии» этого кажущегося временного ряда* — в «состоянии», которое он называет «сейчас». И всякий, кто поручает ему задачу проверки, должен согласиться с его вердиктом о том, какое именно «состояние» является этим единственным, доступным воздействию.

Но откуда описывающий знает, какое это критическое «состояние»? Что отмечает для него «сейчас»? Физическое ли оно, а не только «психологическое»?

Рассмотрим эту «метку „сейчас“». Мы знаем, что она отсылает к системе экспериментатора. Мы знаем, что это дорожный указатель с надписью: «Сюда — к вмешивающейся системе, которую мы оставили снаружи». И, раз восприняв это, мы понимаем, что исключенная система должна включать всякий

инструмент, большой или малый, который оказывает *давление* на объектную систему и тем самым испытывает отдачу.

Рассмотрим, далее, что мы должны считать этот указатель (чем бы он ни был) *меняющим* связь с одной конфигурацией объектного ряда на связь с той конфигурацией, которую описывающий считает следующей во временном порядке. Лишь так метка может указывать на важную сторону задачи, а именно на то, что, если система экспериментатора отложит свое вмешательство, она обнаружит, что ее возможность изменить конфигурацию, которая была «сейчас», упущена. Вмешивающаяся-и-наблюдающая система, разумеется, следует за этими переменами указателя.

Но в таких обстоятельствах исключенные *инструменты* системы экспериментатора, следуя за переменами «сейчас», должны *отмечать* это «сейчас»! Именно так. И они составляют *физическую* «метку „сейчас“», которую наблюдатель сделал для себя сам. Ибо, когда он экстраполирует наблюдаемую систему во времени, он оставляет свои инструменты, автоматически, в психологическом «сейчас».

Когда мы примем в расчет это поведение «метки „сейчас“» (инструментов наблюдателя) — поведение, ясно указывающее, что ряд конфигураций в энтропийном порядке, относящийся к наблюдаемой системе, предъявляется инструментам наблюдателя *в последовательности*, — мы будем вправе сказать, что эти конфигурации были описаны, вполне правомерно, как состояния, последовательные во времени, — для этих инструментов.

И такова правда о приеме времени, как его применяет вся экспериментальная наука. Он разделяет наблюдаемую и наблюдающую системы самым действенным из возможных

способов — снабжая их тем, что представляет собой (как легко можно доказать) *две разные временные системы, взаимодействующие в «сейчас»*.

Так вот, этот простой факт о научном разборе в терминах времени — что система, которая принята за получающую сведения путем эксперимента, должна трактоваться как взаимодействующий участник, который (пользуясь простыми метафорами) «путешествует сквозь» любую «карту времени», какую это принятие позволяет нам начертить, — не был оценен классическими пользователями этого приема. Сам факт, очевидно, есть частный пример общего закона, на который мы обратили внимание в конце главы V, а именно: математически невозможно трактовать *B* (вещь, которая подвергается воздействию) как добавочную часть какой-либо системы $A_1$, описываемой через то, как она воздействует на это *B*. Материалист, например, стал бы доказывать, что можно добавить к последовательности материальных состояний *LMN* три соответствующих состояния системы материальных инструментов, *lmn*, вот так,

$$\begin{matrix} L & M & N \\ l & m & n \end{matrix}$$

и рассматривать *lmn* как систему инструментов, доставляющую сведения, из которых составляется описание *LMN* как материального. И ответ был бы таков: (1) (на общих основаниях) что это значило бы совершить математическую ошибку — попытку поместить наблюдателя во временную систему, которая описана через временные черты, предъявляемые ею этому наблюдателю; и (2) что — как эмпирический факт, лишь

иллюстрирующий (1), — экспериментирующие, вмешивающиеся, оказывающие давление инструменты, доставляющие сведения, из которых составляется материальное описание, должны по необходимости трактоваться описывающим как ограниченные одним «сейчас»: положение дел, которое он должен представить так,

$$L \qquad M \qquad N$$
$$O$$

где *O* — та инструментальная система, о которой идет речь. Если мы спросим: что же тогда представлено через *lmn* в картине материалиста? — ответ будет таков: последовательные состояния некоторого механизма, предназначенного для употребления в качестве инструмента, но *не применяемого описывающим как источник сведений или как средство вмешательства*. В этой картине *и LMN, и lmn* описываются через то, как они воздействуют на инструменты описывающего, а эти последние показаны не были.

В своей действительной работе все люди науки, ведомые здравым чутьем, избегали ошибки материалиста. У них не было ясного понятия о том, что они относят наблюдателя и наблюдаемое к двум разным временным системам или что они держатся мысли о материальной «метке „сейчас“», меняющей связь с одним состоянием наблюдаемой системы на связь со следующим. *Но они делали это, бессознательно, всякий раз, когда отделяли экспериментатора и его инструменты от системы, над которой ставится эксперимент, и принимали взгляд этого экспериментатора на объектную систему как на ряд состояний во*

*временном порядке. А это они делали в каждом эксперименте, какой ставили.*

Прежде чем идти дальше, есть один довольно замечательный факт, на который нам следует обратить внимание. Все это означает, что «детерминизму» «отказано в иске». Мало того что ему нечего предъявить: *ему никогда и нечего было предъявлять*. Классическая наука предполагает, применяет и утверждает противоположный взгляд — взгляд на всякого наблюдателя как на внешнего потенциального вмешателя в иначе детерминированную вселенную. Нам не нужен микроскопический «принцип неопределенности», чтобы помочь нам в этом. Детерминистское пугало — это мнимое дитя классической науки — никогда не было даже зачато, а свидетельство о рождении, подписанное материалистом, было подделкой.

ГЛАВА VIII

# РЕГРЕСС ВРЕМЕНИ

✦

Мы видели, что время — это аналитический прием, который проводит самое резкое из возможных различий между субъектом и объектом. Мы можем видеть также, что каждый будет применять его по-своему. Джонс будет рассматривать систему, над которой он экспериментирует (и которая может включать Смита), как ряд состояний в объективном временном порядке, а свои инструменты наблюдения и вмешательства — как ограниченные одним «сейчас», которое меняет связь с одним состоянием наблюдаемой системы на связь со следующим. Смит будет рассматривать Джонса (и инструменты Джонса) как относящихся к объективному временному ряду, считая при этом, что исключены и ограничены одним «сейчас» именно его собственные инструменты. Таким образом, инструменты Джонса можно считать в одних случаях принадлежащими ряду объективных состояний, а в других — ограниченными меняющимся «сейчас», смотря по тому, Смита или Джонса мы берем источником сведений. Очевидно, стало быть, что разбор в терминах «времени» — всего лишь *математическое удобство*. И притом такое, которое выдвигает на первый план отношение субъекта и объекта. Поэтому нам не следует удивляться, если мы

вскоре обнаружим, что его математический характер — регрессивный.

В прошлой главе мы представили три различные энтропийные конфигурации тремя буквами, *L*, *M* и *N*. Это делалось в предвидении той позднейшей ступени, на которой мы сможем рассматривать эти конфигурации как последовательные во времени — для инструментов наблюдателя. Алфавитная *последовательность* букв послужила бы на той ступени для указания порядка *следования* состояний наблюдаемой системы. Так вот, хотя мы можем для удобства писать буквы в ряд, нужно понимать, что это позиционное расположение не существенно для рассуждения. Мы могли бы, если вам угодно, написать буквы на фишках и перетряхнуть их в мешочке. Энтропийный порядок, который указывал временной порядок, по-прежнему указывался бы, вполне удовлетворительно, алфавитным порядком букв.

Мы видели, что «метку „сейчас“», указывающую присутствие наших экспериментальных инструментов, нужно мыслить как меняющую связь с одним состоянием наблюдаемой системы на связь со следующим — в том, что представляет для этих инструментов порядок объективных событий. В том положении дел, которое мы воображали стоящим перед нами, мы предположили, что «метка „сейчас“» находится при *M*, вот так,




причем метка представлена здесь кружком, обводящим значимую букву. В этом положении дел *M* — настоящее, *L* — прошлое, а *N* — будущее: для инструментов, о которых идет речь. Но мы не можем мыслить метку остающейся при *M* неопределенно долго, давая

нам сколько угодно времени, чтобы подготовить эксперимент на основе этого настоящего положения дел. Немного спустя мы обнаружим, что метка уже не связана с *M*. Нам, может быть, придется представить то будущее положение дел так,



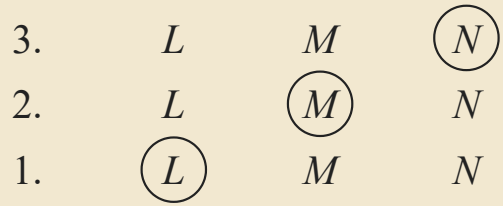
где *N* — настоящее, а *L* и *M* — оба прошлое для инструментов, о которых идет речь.

Опять же, мы поняли, что не можем экспериментировать с *L*, потому что *L* — прошлое (для инструментов). Но мы должны признать, что было прошлое положение дел, в котором *L* было настоящим, а *M* и *N* — оба будущим (для инструментов), — положение, которое мы можем представить так:



Так вот, что именно мы имели в виду, когда говорили, что $\textcircled{L}MN$ представляет «прошлое» положение дел, что $L\textcircled{M}N$ представляет «настоящее» положение дел и что $LM\textcircled{N}$ представляет «будущее» положение дел?

Обозначим эти три положения дел 1, 2 и 3 и расположим их (для удобства) одно над другим, вот так:

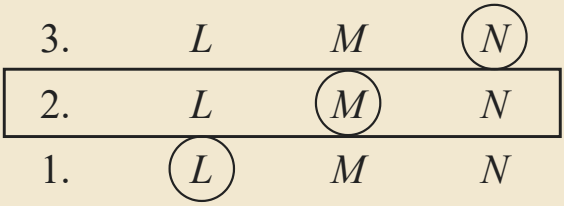



Мы знаем, что *M* представляет ту энтропийную конфигурацию наблюдаемой системы, которую мы первоначально сочли «настоящей», и что *L* мы приняли за «прошлое», а *N* — за «будущее». По этой причине мы и поставили «метку „сейчас“» при *M*. Но теперь мы понимаем, что эта метка сменила связь с *L* на свою нынешнюю связь с *M* и собирается сменить ее на связь с *N*. Мы хотим, стало быть, чтобы (*M*) указывало настоящее состояние *«метки „сейчас“»* (то есть инструментов). Подобным же образом мы хотим, чтобы (*L*) указывало прошлое состояние, а (*N*) — будущее состояние *«метки „сейчас“»*. Но эти подразумеваемые прошлое, настоящее и будущее состояния *метки «сейчас»*, (*L*), (*M*) и (*N*), рассматриваются как последовательные во временном порядке, который может быть представлен только нашими числами 1, 2 и 3!

Ясно, что *в этом* временном порядке три положения дел 1. (*L*)*MN*, 2. *L*(*M*)*N* и 3. *LM*(*N*) представляют последовательные состояния более объемлющей системы — системы, которая включает три объектных состояния *L*, *M* и *N* *плюс* меняющуюся «метку „сейчас“».

Далее, если *M* должно быть настоящим для инструментов, то (*M*) должно представлять (как мы только что сказали) настоящее состояние «метки „сейчас“», а это в свою очередь означает, что 2. *L*(*M*)*N* должно представлять то состояние более объемлющей системы, которое является настоящим в более фундаментальном

временном порядке, указанном числовой последовательностью 1, 2 и 3. Но наши описания этого не указывают! Насколько они нам говорят, 1. $\textcircled{L}MN$ или 3. $LM\textcircled{N}$ могли бы с равным успехом указывать настоящее состояние этой круглой метки. Ясно, стало быть, что мы должны добавить к состояниям 1, 2 и 3 нашей более объемлющей системы новую «метку „сейчас“», указывающую, что 2. $L\textcircled{M}N$ — настоящее в том более фундаментальном времени, о котором идет речь. Мы можем сделать это, заключив 2. $L\textcircled{M}N$ в прямоугольник, вот так:




Достаточно ясно, что временной порядок, указанный числами 1, 2 и 3, более фундаментален, чем всего лишь кажущийся временной порядок, который мы указали алфавитной последовательностью *L*, *M* и *N*. Ибо именно связь прямоугольной «метки „сейчас“» с 2. $L\textcircled{M}N$ делает $\textcircled{M}$ настоящим состоянием круглой метки ◯ и тем самым указывает *M* как «настоящее» состояние первоначально рассмотренной системы. Если бы прямоугольная «метка „сейчас“» заключала 3. $LM\textcircled{N}$, то настоящим состоянием «метки „сейчас“» было бы $\textcircled{N}$, а «настоящим» состоянием первоначально рассмотренной системы — *N*, несмотря на то что *M* в 2 тоже обведено кружком.

Спросят: раз мы пытаемся рассматривать реальный временной порядок как представленный последовательностью более объемлющих состояний 1, 2 и 3, что же указывалось энтропийным

порядком первоначальных, менее объемлющих конфигураций *L*, *M* и *N*? Должны ли мы пытаться вообразить более объемлющую систему как заключающую в себе два рода времени?

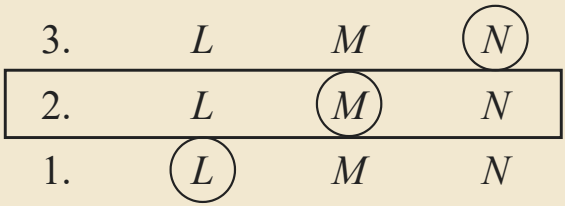
Конечно нет: более объемлющая система обладает лишь *одним* временным порядком, а именно тем, который указан числами 1, 2 и 3. Она содержит также — все в настоящем — элементы порядка, указанного через *L*, *M* и *N*; но этот порядок не есть временной порядок — в более объемлющем положении дел. Тогда что же это за порядок? Что ж, я собираюсь ответить на этот вопрос в следующей главе; но у меня есть особая причина не желать делать это здесь. В этой главе я озабочен тем, чтобы показать *только*, что реальный временной порядок — это отступающий элемент бесконечного регресса. А раз так, мы будем постоянно наталкиваться на порядки, которые служат временным порядком для той ступени регресса, на которой мы оказались, но которые оказываются чем-то отличным от временного порядка, когда мы переходим на следующую ступень, — точно так же, как каждый «ребенок» в вымышленном регрессе предков оказывается «внуком» на следующей ступени. Но что это «нечто отличное» в случае времени, нам сейчас рассматривать не нужно.

Прежде чем идти дальше, нам лучше отметить, что размещение наших трех положений дел второго члена, 1, 2 и 3, одно над другим на странице никоим образом не существенно для использованных нами рассуждений. Они шли бы в точности так же, если бы *L*, *M* и *N* были написаны на фишках, перетряхнутых в мешочке. Нам понадобилось бы три таких мешочка, чтобы представить три различных положения дел, в которых круглая «метка „сейчас“» обводит соответственно *L*, *M* и *N*. И чтобы мешочек, содержащий Ⓜ, представлял настоящее положение дел, нам пришлось бы пометить три мешочка ярлыками 1, 2 и 3, а

затем добавить еще один ярлык, представляющий «метку „сейчас“» второго члена, к мешочку, помеченному 2 и содержащему (*M*).

Чтобы доказать, что реальный временной порядок отступает в бесконечном регрессе, мы должны показать, что рассуждения, которые привели нас от времени первого члена ко времени второго члена, неизбежно будут повторяться и далее.

Мы пришли к системе, содержащей три состояния второго члена, из которых состояние номер 2 обведено прямоугольной «меткой „сейчас“». Мы представили всю систему так,




и отметили, что именно присутствие прямоугольной «метки „сейчас“» второго члена делает (*M*) в 2 (а не (*L*) в 1 или (*N*) в 3) той «настоящей» конфигурацией первого члена, с которой мы начали. Состояние 1, таким образом, — прошлое, а состояние 3 — будущее. Но мы согласились, что (*N*) станет немного спустя той конфигурацией первого члена, которая есть, таким образом, единственное «сейчас». Но чтобы (*N*) в 3 стало таким единственным «сейчас», прямоугольная «метка „сейчас“» второго члена должна сменить связь с 2 на связь с 3. Состояния 1 и 2 будут тогда оба прошлым. Опять же, (*L*) было некогда «сейчас», и прямоугольная «метка „сейчас“» должна была тогда заключать 1. (*L*)*MN*. Состояния 2 и 3 были тогда оба будущим. Следовательно, перед нами три разных состояния *всей* совокупности букв и

«меток „сейчас“», с которыми мы до сих пор имели дело, — три состояния, каждое из которых содержит 1, 2 и 3 *плюс* прямоугольную «метку „сейчас“», но с этой меткой, связанной соответственно с 1, 2 и 3. И одно из этих состояний третьего члена (то, где прямоугольная «метка „сейчас“» заключает 2) придется заключить в «метку „сейчас“» третьего члена. Или (пользуясь другим способом) нам понадобятся три мешка, каждый из которых содержит три мешочка с фишками, с ярлыком «сейчас» на одном мешке, ярлыком «сейчас» на одном мешочке в каждом мешке и «меткой „сейчас“» на одной фишке в каждом мешочке, — чтобы показать, что одна-единственная фишка из всего множества представляет «настоящее» состояние первого члена, с которого мы начали. И так это должно продолжаться — *до бесконечности*.

Следует особо отметить, что нигде в разборе этого регресса мы не вводили новой гипотезы. Мы не утверждаем, что ряд первого члена *LMN может* быть настоящим состоянием более объемлющей системы: мы показываем, что он *должен* быть им. Мы показываем, коротко говоря, что весь регресс *неявно содержался* в нашем начальном утверждении, что *M* — «настоящее» из трех состояний наблюдаемой системы. Это, конечно, характерная черта всех регрессов: они идут не путем *добавления* новых членов, а путем показа того, что существование одного члена с двойственным характером влечет существование всех остальных.

Немного спустя мы собираемся оставить способ представления нашего ряда состояний буквами алфавита или числами. Мы будем представлять первоначальные состояния точками, а подразумеваемый для них временной порядок — пространственным порядком, в котором эти точки размещены на

странице. Это, конечно, общепринятый научный способ изображать время. Перемены «метки „сейчас“» мы будем представлять переменами ее *положения на странице*; иначе говоря, мы будем воображать ее *движущейся* вдоль ряда точек, представляющих временные состояния первого члена. Это гораздо более легкий способ изучать наши нынешние задачи. Но он начинается с того, что кое-кто счел бы предвосхищением основания. Правомерно ли пользоваться пространственным порядком для нашей первой попытки представить временной порядок? На самом деле ответ: да; но вопрос этот очень тонкий, и многие, кто не вник в дело достаточно глубоко, ответили бы: нет. Такие люди могли бы затем перейти к дальнейшей ошибке, предположив, что весь регресс возник оттого, что мы начали с попытки представить время ошибочным образом. Именно для того, чтобы избежать этого возражения, и написана настоящая глава. Бергсонианцы (люди, с которыми мы спорим) допускают, что состояния времени различны и последовательны, но отрицают, что их можно рассматривать как разделенные так, как разделены точки пространства. Хорошо: наши первоначальные описания трех различных конфигураций *L*, *M* и *N* не указывают, что они *разделены*. Насколько говорят нам описания, *M* могло бы содержать *L*, а *N* могло бы содержать *L* и *M*. Опять же, конфигурации — воображаемые; и, насколько говорят нам три их *описания*, мы могли бы иметь дело с тремя конфигурациями, относящимися к трем разным мирам, вообразенным в три разных времени тремя разными людьми. Мы, конечно, хотели, чтобы наши описания передавали больше этого; но мы обнаружили, что они этого не делают. Они указывали лишь на существование энтропийного порядка в трех воображаемых конфигурациях. Они не говорят, что между тремя конфигурациями есть или что нет

какая бы то ни было связь: они указывают лишь различия между ними — тот факт, что они различны.

Далее, отметим, что мы нигде не пользовались пространственным порядком для представления временного порядка. Правда, фишки в наших мешочках разделены пространственно, но их пространственный порядок в мешочках может меняться сколь угодно часто (от перетряхивания мешочков), и это не затрагивает алфавитной последовательности, соответствующей тому энтропийному порядку, который мы надеемся получить возможность рассматривать как последовательный — следующий во времени.

Далее, мы особенно старались не говорить, что «метки „сейчас“» *двигались* от одного состояния к другому; ибо сказать так значило бы объявить, что состояния *предполагаются* пространственно разделенными. Вместо этого мы говорили, что метки «меняли связь» на связь со следующим в том ряду, который мы прежде надеялись рассматривать как реальный временной порядок. Эта перемена, опять же, не предполагалась заранее; эмпирическим фактом было открыто, что наша возможность вмешаться в какое-либо определенное «состояние» объектной системы исчезнет и сменится возможностью вмешаться в то «состояние», которое идет следующим в том, что мы пытались рассматривать как временной порядок. Могут настаивать, что признание такого поведения «метки „сейчас“» есть признание того, что состояния разделены так же, как разделены точки пространства. Именно так. Но этот новый взгляд на отношение между состояниями — *развитие* нашего первоначального, менее явного взгляда, развитие, навязанное нам логическим развертыванием регресса. Новый взгляд — тот, которого мы старались избежать и успешно избегали до этого момента. Он —

*следствие* регресса, а не первичное предположение, *вызывающее* регресс.

Наконец, положим, мы мыслим отдельное состояние *L* переходящим в отдельное состояние *M*, мысля при этом наблюдающую сущность вне системы как неизменную (кроме как при наблюдении). То же ли это самое, что мыслить наблюдателя меняющим связь с состоянием *L* на связь с состоянием *M*? Конечно, то же. Мы мыслим состояния *L* и *M* как последовательно связываемые с неизменным наблюдателем; и выходит в точности одно и то же, скажем ли мы, что *L* и *M* последовательно связываются с наблюдателем, или что наблюдатель последовательно связывается с *L* и *M*.

ГЛАВА IX

# РЕГРЕСС «РЕАЛЬНОСТИ». РЕГРЕСС ФИЗИКИ. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ

✦

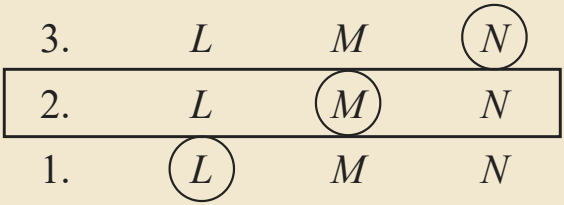
Вы помните, что мы начали с того, что *M* будет нашим описанием состояния, открытого вашему наблюдению в настоящий момент, а *L* и *N* будут описаны соответственно по памяти и по расчету. Согласно расхожим понятиям, эти описания должны были бы показать *M* реальным, а *L* и *N* — нереальными. Этого они не сделали. Они явили лишь три различных состояния энтропии без всякого различия в реальности между ними. Равным образом описания ничем не указывали, что какое-либо из этих состояний настоящее, прошлое или будущее. Внесение «метки „сейчас“» при *M* исправило последний недостаток. Но низвело ли это добавление *L* и *N* до описаний тех нереальных состояний, которые подразумевает расхожий взгляд?

Лучше всего, думаю, обратиться к одному из выразителей этого общего мнения и спросить его, что именно он пытается утверждать. Ответ его таков. *M* — состояние, которое существует «сейчас». *L* — состояние, которое некогда существовало, но не существует «сейчас». *N* — состояние, которое будет существовать, но не существует «сейчас». Сказать, что состояния не существуют «сейчас», — значит сказать, что они «сейчас» нереальны.

На это мы отвечаем вопросом: какое «сейчас» он имеет в виду? Конечно, *L* и *N* не существуют в «сейчас» первого члена — мы немало потрудились, чтобы это показать. Но в «сейчас» второго члена они, безусловно, существуют вполне исправно.

Это его не удовлетворяет. Он подозревает, что наш выход к «сейчас» второго члена каким-то образом зависел от предположения, будто *L* и *N* — существующие состояния (а это, разумеется, было бы предрешением вопроса). Если бы, думает он, мы ясно держались несуществования этих состояний, когда относили их к первому и единственному «сейчас», признанному нами на той ступени, регресс бы не развился.

Он совершенно неправ. Предположим, что «метка „сейчас“» первого члена есть, как ему хочется, метка, сообщающая реальность описанному состоянию. Хорошо: *M* описывает состояние, которое реально; *L* и *N* — описания нереальных состояний, нереальных просто потому, что они не существуют сейчас. Но, по его же собственным словам, *N* будет — через небольшой промежуток абсолютного времени — описанием реального состояния, существующего «сейчас», а *L* было некогда описанием такого реального состояния. Разбирая это представление, мы находим, что оно есть попросту понятие нашего положения дел второго члена,



где время второго члена — реальное время, а время первого члена — лишь псевдовремя. Здесь 1 содержит описания трех состояний, которые все прошлые, а 3 содержит описания трех состояний, которые все будущие, — в абсолютном времени. Следовательно, ни одно из этих шести состояний не реально.

Но и 1, и 3 содержат каждое ту исходную «метку „сейчас“», которую наш приятель считал сообщающей реальность. Итак, эта метка утратила приписанную ей силу. Она не представляет ничего сверх *описания трехмерных инструментов наблюдателя* — и дает три их описания, а именно как прошлых, или нереальных, как настоящих, или реальных, и как будущих, или нереальных, — в реальном времени. Но признание их настоящими, или реальными (в 2), вызвано не чем-то отличительным в их описании: оно вызвано единственно тем, что *все* в 2 определено как описание некоторого состояния, настоящего в реальном времени.

Итак, это расхожее определение реальности регрессирует. А это значит, что оно — лишь определение *относительной* реальности. Это значит, что состояние *M* кажется реальным инструменту — просто потому, что именно это состояние наблюдается этим инструментом. Но то, считаем ли его реальным *мы*, зависит, очевидно, от того, считаем ли мы реальным сам инструмент. А природа регресса такова, что, *когда мы считаем инструмент реальным, мы считаем равно реальными и все состояния, прошлые или будущие во времени первого члена*.

Может показаться странным, что попытка считать прошлое и будущее нереальными терпит столь безнадежный крах. Но дело в том, что никто никогда в действительности и не мыслил их нереальными. Мы мыслим их лишь как «бывшие реальными» и не замечаем, что это и значит мыслить их реальными в том, что мы считаем реальным временем.

Мы пришли к удовлетворительному объяснению взглядов человека с улицы; но теперь нам надо выслушать физика старой школы, который нас перебивает. «Вы признаете, — говорит он, — что эта ваша реальность первого члена относительна к инструменту. Что ж, это единственный род реальности, который меня занимает. Я даже не задумываюсь, реальны ли мои инструменты, — они вне моей картины. А картина эта занята лишь тем, что именно действует на инструменты».

Мы позволим ему держаться этого взгляда, но лишь при одном условии. Он должен согласиться, что этот «реальный» мир, который он исследует своими инструментами, есть мир, который он никогда не испытывал опытом — никогда не изменял. Если он его изменил, то это мир, в котором его инструменты сыграли иную роль, нежели роль простого наблюдения; и объяснить нынешнее состояние этого мира — значит принять в расчет размеры вмешательства инструментов, то есть принять в расчет количество энергии, которое они доставили. Думаю, наш классический физик предпочтет выждать и поискать какое-нибудь более слабое место для нападения. Тем временем мы можем попросить его подумать, считает ли он, если замышляет еще какие-либо опыты, будущее своего мира *устойчивым* или *неустойчивым*. (Я предпочитаю эти слова словам «определенное» и «неопределенное», которые означают не совсем одно и то же.)

Но вот современный физик с вполне законным вопросом. «Считаете ли вы, — спрашивает он, — эту вашу „метку сейчас“ второго члена физической или всего лишь психологической? Если второе, то она не имеет никакого отношения к моей науке, и я не обязан ее учитывать. Я, конечно, вижу, что если мне придется ее признать, то меня безвозвратно унесет в бесконечный регресс. Но

не ждите, что я сделаю этот решающий шаг иначе как под жестоким принуждением».

Боюсь, принуждение налицо. Взгляните еще раз на последнюю схему. Кружки, обводящие $L$ в 1, $M$ в 2 и $N$ в 3, представляют прошлое, настоящее и будущее состояния вмешивающегося инструмента. Чтобы поставить опыт, вы должны когда-нибудь что-то сделать со своим инструментом; вы должны по меньшей мере сдвинуть некоторые его части. Но вы не можете изменить прошлое состояние инструмента: вы можете воздействовать на него лишь тогда, когда он находится в том состоянии, которое вы считаете настоящим. Подумайте, что это значит. Вы можете изменить инструмент в 2. $L\textcircled{M}N$, связанном с «меткой „сейчас“» второго члена; но вы не можете изменить его в 3. $LM\textcircled{N}$, пока (в абсолютном времени) «метка „сейчас“» второго члена не перейдет к связи с этим положением дел. Таким образом, «метка „сейчас“» второго члена представляет для вас *возможность двигать инструмент*. Возрастание количества движения инструмента приводит по ходу опыта к возросшему количеству движения исходной объектной системы. Итак, «метка „сейчас“» второго члена — это возможность добавлять количество движения исходному объекту. Такая возможность должна быть физической; и физик обязан ее учитывать по той же причине, которая заставляет его принимать в расчет инструмент, — а именно потому, что она есть причина наблюдаемого поведения внешнего мира.

Однако прежде чем мы попытаемся подробнее прояснить физические стороны регресса времени, нам стоило бы посмотреть, нельзя ли упростить наш нынешний метод разбора. Наше обращение с состояниями и «метками „сейчас“» было до сих пор целиком алгебраическим — делом манипуляций пятью

знаками, а именно *L*, *M*, *N*, ◯ и ▭. Пространственный порядок, в каком мы размещали эти знаки по страницам книги, не имел никакого значения. Но большая часть алгебры поддается простому наглядному изображению, и в данном случае мы вполне можем воспользоваться этим обстоятельством. Читатели, не любящие схем, могут, впрочем, и дальше пользоваться прежним нашим способом обращения с этими задачами: наши схемы не введут ничего, чего нельзя было бы выразить последовательными сочетаниями алгебраических знаков. Но эти сочетания стали бы неимоверно сложны.

Три наших исходных состояния энтропии *L*, *M* и *N* обнаруживают так называемый порядок «промежуточности». *M* находится «между» *L* и *N*; и это остается в силе, даже если *M* — лишь более раздробленное *L*, а *N* — лишь *L* в состоянии большего внутреннего перемешивания. Далее, мы можем помыслить промежуточные состояния между *L* и *M* и между *M* и *N*, а затем снова промежуточные состояния между пятью рассмотренными таким образом состояниями. И мы можем продолжать этот процесс сколько угодно. Нам нет нужды, однако, доводить его до того, чтобы получить *бесконечное* число состояний. Прежде чем мы придем к такому положению дел, мы достигнем любопытной математической фазы нашего процесса: мы откопаем понятие того, что математики называют «пределом». Тогда мы сможем рассматривать наше огромное число состояний как составляющее то, что мы можем признать «*континуумом*».

Рассмотрим теперь первый и второй члены нашего ряда все более и более обширных систем. Мы можем свести их в таблицу так:

| | | |
|---|---|---|
| Присутствует в системе, явленной инструментам наблюдателя | $A_1$<br>$M$ | |
| Присутствует в более обширной системе, известной нам | $A_2$<br>$LMN$ | $B_1$<br>Инструменты наблюдателя |

В системе второго члена *L*, *M* и *N* трактуются как:

(1) Принадлежащие к одному и тому же классу (конфигурации энтропии).

(2) Равно реальные.

(3) Части *континуума*.

(4) Равно настоящие.

(5) Связанные с независимо существующей вещью, которая переходит от одного из них к другому.

И если бы вы пожелали описать три конфигурации как разделенные в *пространстве*, вы не могли бы сказать о них больше, чем мы сказали о *L*, *M* и *N*.[1]

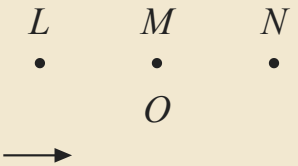
[1] Стороны этого вопроса, связанные с теорией относительности, рассматриваются ниже.

Итак, хотя мы начинаем с того, что пользуемся энтропийным порядком трех конфигураций для представления их *временного* порядка, в итоге обнаруживается, что во втором члене неизбежного регресса этот энтропийный порядок представляет порядок в непредвиденном измерении *пространства*. И ясно, что *что бы* мы ни выбрали вначале для представления временного порядка, на следующей ступени оно должно представлять не что иное, как пространственный порядок. Иными словами, временной порядок должен превращаться в пространственный на каждой ступени бесконечного регресса реального времени.

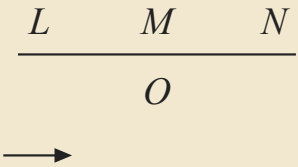
Я не стану возражать, если вы предпочтете говорить об этом новом измерении как о «конфигурационном пространстве», разумея под этим математический прием, который следует отличать от «обычного» трехмерного пространства системы первого члена *M*. Часть нашего довода в том и состоит, что разбор в понятиях времени есть чисто математический прием. Существенно признать, что это пространство, «конфигурационное» или иное, есть во втором члене регресса *пространство*, а не *время*. И раз так, порядок «промежуточности» *LMN* в нем может быть вполне представлен положениями трех точек на листе бумаги, тогда как «метка „сейчас“» может быть представлена четвертой точкой, наложенной на *M*, а ее присутствие отмечено буквой *O*, вот так:




Это представляет порядок «промежуточности» *LMN*; но этого недостаточно. Мы должны показать также, что инструментам наблюдателя *O* это расположение будет казаться временным порядком. Иными словами, мы должны показать, что *O* будет считать *LMN последовательностью*, в которой *L* идет первым, а *N* последним. Это условие, однако, выполнено, если мы добавим стрелку, показывающую направление, в котором *O движется* вдоль новооткрытого измерения, вот так:

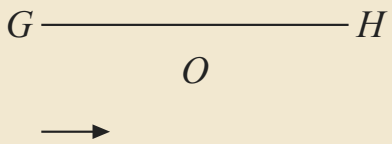



Теперь у нас есть превосходное графическое представление временного порядка первого члена. Но мы еще не показали, что три конфигурации *L*, *M* и *N* представляют три последовательных состояния *одного и того же мира*, внешнего по отношению к *O*. Мы должны ввести понятие *непрерывности*. Это мы можем сделать, проведя непрерывную линию от *L* к *N*, вот так:




Тогда любая точка этой линии будет представлять одну определенную конфигурацию мира, внешнего по отношению к *O*, а вся линия будет представлять *длительность* этого мира во времени первого члена.

Поскольку временная последовательность этих состояний указана стрелкой, мы можем отказаться от алфавитной последовательности букв *LMN* как излишней. Линии, обозначенной, скажем, *GH*, с буквой *O* где-то между *G* и *H*, указывающей положение «метки „сейчас“», и стрелкой, показывающей направление ее перемещения, вот так,




будет вполне достаточно для нашей цели.

Именно этот метод и был принят, когда регресс времени был разобран впервые. Это было сделано в книге под названием «*Эксперимент со временем*», вышедшей в марте 1927 года. Метод обладает большими преимуществами простоты, и мы будем пользоваться им до конца нашего нынешнего доказательства.

ГЛАВА X

# ИЗМЕРЕНИЯ, ВЕЛИЧИНЫ И СИСТЕМЫ СЕТОК

✦

Я должен попросить позволения на отступление. Нынешний читатель, без сомнения, хорошо знает значение слова «измерение». Но я имею в виду возможного читателя этих страниц, у которого представления об этом предмете, быть может, слегка туманны. Отступление предназначено для его пользы.

Измерение — это ни линия, ни, строго говоря, величина. Это *способ*, каким нечто может быть измерено. Например, «*количество движения*» складывается из «массы», умноженной на скорость, с которой эта масса движется. Следовательно, его приходится измерять двумя совершенно различными способами — одним, имеющим дело с массой, и другим, имеющим дело со скоростью. Стало быть, оно обладает двумя измерениями. Мы могли бы сказать, что масса и скорость — два измерения количества движения, даже если бы мы не знали, сколько массы и сколько скорости заключено в том частном количестве движения, которое мы рассматриваем. Эти количества были бы *величинами*, и их нужно было бы указывать числами; тогда как два *измерения* можно представить просто символами *M* (означающим массу) и *V* (означающим скорость).

Пространственные измерения дают нам очень удобный способ представлять измерения иного рода. Например, мы можем использовать измерение этой страницы сверху вниз для представления массы, а измерение из стороны в сторону — для представления скорости. Чтобы указать количество массы, нам нужна линия *OY*, проложенная где-нибудь в вертикальном измерении и размеченная шкалой, представляющей единицы массы. Подобным же образом, чтобы указать количество скорости, нам нужна линия *OX*, проложенная где-нибудь в горизонтальном измерении и размеченная шкалой, указывающей единицы скорости. Но чтобы употребить два измерения бумаги для указания количества движения, мы должны расположить обе шкалы так, чтобы они сходились в общей точке *O*, и начинать отсчеты по шкалам от этой точки; вот так:

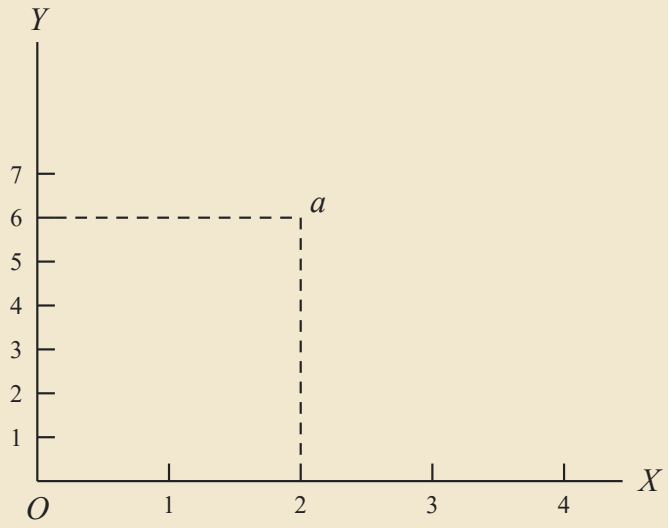



*Рис. 4*

Две шкалы *OX* и *OY* называются «осями», а точка *O*, в которой они сходятся, называется «началом координат». Вы заметите, что я сделал деления на одной шкале совсем не такими, как на другой. Какого размера шкалу выбрать в каждом случае — часто дело чистого удобства.

Рассмотрим теперь любую точку *a*, помещенную в углу между двумя линиями. Высота этой точки над *OX*, то есть ее расстояние от *OX* в вертикальном измерении, даст вам меру массы. Ее количество вы найдете, проведя через *a* линию, параллельную *OX*, до пересечения со шкалой на *OY*. В данном случае указанная так величина массы равна 6. Далее, горизонтальное расстояние *a* от *OY* даст вам меру скорости, значение которой вы установите, опустив из *a* перпендикуляр до пересечения со шкалой на *OX*. Величина скорости, указанная в этом случае, равна 2. Таким образом, положение *a* относительно двух осей указывает величину массы 6 и величину скорости 2, то есть величину количества движения 6 × 2 = 12. Эти две величины массы и скорости (а именно 6 и 2) называются «координатами» количества движения.

Беда этой уловки — использовать измерения поверхностей для представления измерений других родов — в том, что у поверхности есть для этой цели лишь два измерения. Мы можем воспользоваться рисунком в перспективе, чтобы указать третье, — то есть вы можете вообразить третью ось, торчащую из страницы по направлению к вашему глазу, — но это довольно громоздкое средство; и когда измерений, с которыми нам приходится иметь дело, больше двух, удобнее выбрать те два из них, которые вам больше всего хочется представить схематически, а на прочие ссылаться буквами алфавита. Обращение с этими прочими, разумеется, алгебраическое, тогда

как обращение с выбранными двумя — наглядное; но такое сочетание приемов вполне несложно и вполне законно, поскольку схемы — это, в сущности, лишь наглядная алгебра. Здесь, однако, важно уяснить вот что: если вам приходится иметь дело с чем-то, обладающим сотней измерений, вы можете выбрать для наглядного изображения *любую* пару из них — например, двадцать первое и семьдесят пятое, если вам так удобно, — держась алгебраического обращения с остальными.

Вернемся теперь к рис. 4 и проведем через каждое деление шкалы на *OY* линию, параллельную *OX*. Если затем мы проведем через каждое деление на *OX* линию, параллельную *OY*, у нас получится сеть пересекающихся линий, как показано ниже.

Такое расположение называется «системой сеток».

Вы заметите, что две линии, которые мы провели от *a* на рис. 4 (горизонтальная линия к 6 на *OY* и вертикальная линия к 2 на *OX*), были на самом деле двумя из пересекающихся линий системы сеток, показанной на рис. 5. Собственно, рис. 4 был просто рис. 5, из которого ради ясности выпущено множество линий системы сеток.

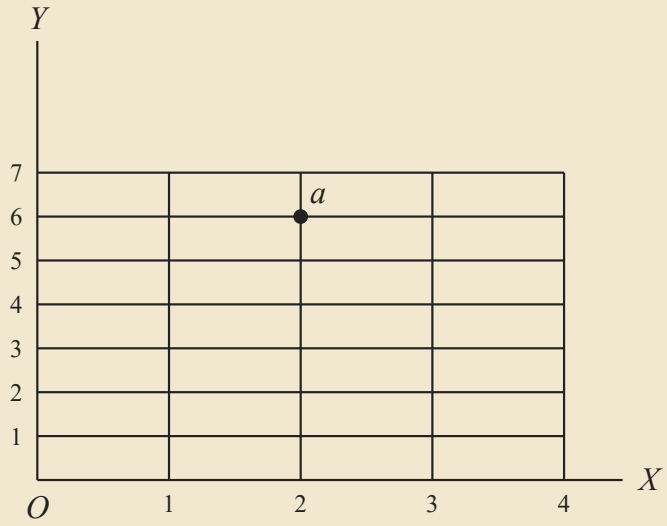



*Рис. 5*

Теперь предположим, что наши оси *X* и *Y*, сходящиеся в *O*, употреблены для указания не мер количества движения и скорости, а мер расстояния в пространстве. Расстояния от чего? Ну, взгляните на рис. 6.

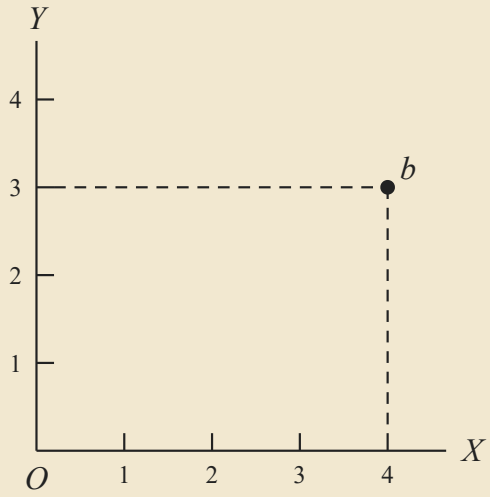



*Рис. 6*

Ясно, что шкала на *OY* показывает, что точка *b* удалена на 3 единицы пространства от оси *OX*, тогда как шкала на *OX* показывает, что эта точка удалена на 4 единицы пространства от оси *OY*. И обратно, если бы нам сказали, что координаты некоторой другой точки *c* равны 3 в горизонтальном измерении и 2 в вертикальном, мы могли бы поместить эту точку на бумаге, проведя вертикальную линию вверх от 3 на шкале *X* и пересекши ее горизонтальной линией, проведенной от 2 на шкале *Y*; вот так:

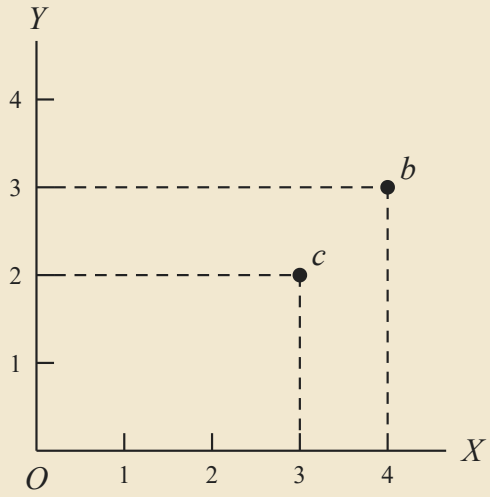



*Рис. 7*

С помощью отсчетов по двум шкалам и небольшого знания начал Евклида мы можем вычислить прямое расстояние в единицах пространства между двумя точками *c* и *b*. Но если мы намерены произвести это вычисление, мы должны сделать деления, представляющие дюймы на шкале *Y*, равными делениям, представляющим дюймы на шкале *X*. Следовательно, ячейки системы сеток — если мы ее начертим — будут четырехсторонними фигурами со всеми равными сторонами.

Рассмотрим далее схему, довольно обычную в наш век инфлюэнцы, а именно температурный лист. Здесь мы используем шкалу на вертикальной оси, чтобы указывать высоту ртути в термометре (мера пространственная), так что можем назвать эту ось осью *S* (*S* — от space, пространство). Шкала на горизонтальной оси указывает промежутки времени, отсчитанные по каким-нибудь часам, и эту ось мы можем обозначить *T*. Вот один такой лист.

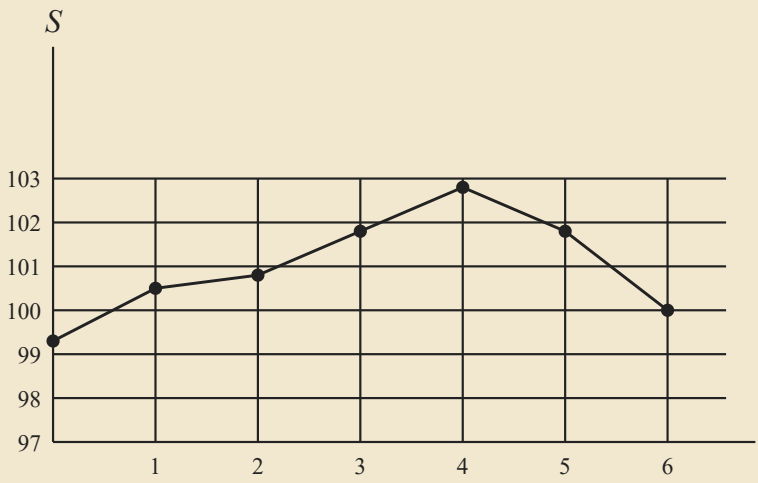



*Рис. 8*

Похоже, он указывает скорее на малярию, чем на грипп, но для нас с вами это несущественно. Я хочу, чтобы вы заметили: я сделал вертикальные промежутки в системе сеток гораздо меньше горизонтальных, и *это* несущественно. Дело в том, что врача не занимает определение *длин линий, соединяющих точки*, — он хочет знать лишь, какова была высота термометра в определенные мгновения. Об этом ему сообщит любая система сеток.

Сиделка отмечает круглыми кляксами точки, где температура больного была действительно измерена, а линии, соединяющие кляксы, в значительной мере дело догадки. Однако именно такая линия на языке теории относительности называется «мировой линией». Так вот, релятивиста особенно занимает определение длин отрезков такой мировой линии способами, имеющими некоторое сходство с упомянутым ранее евклидовым

вычислением. Следовательно, система сеток сиделки — не то, что ему по вкусу. Он предпочитает делать пространственные деления *своей* системы сеток равными временным делениям. Как он ухитряется сделать промежуток времени равным отрезку пространства — вопрос, который мы можем обсудить позже.

Прежде чем продолжать наш разбор, будет уместно напомнить себе факт, признанный физикой и философией задолго до того, как Эйнштейн воплотил его в своей более широкой «относительности», — тот факт, что все измерения скорости относительны к чему-то. Так вот, инструмент наблюдателя для определения скорости чего-либо в наблюдаемой системе может регистрировать лишь такие скорости, которые относительны к *этому инструменту*. Предположим же, что наблюдатель, пользуясь таким инструментом как источником сведений, составляет пространственно-временную схему, показывающую пространственные положения различных частей наблюдаемой системы в различные мгновения. Построенные так мировые линии покажут, конечно, своими наклонами к оси, указывающей время, рассматриваются ли объекты, к которым они относятся, как движущиеся в пространстве или как покоящиеся. А ось времени будет представлять *след* наблюдающего инструмента вдоль измерения времени. Сам инструмент не показан — схема есть пространственно-временная карта одних лишь сущностей наблюдаемой системы.

ГЛАВА XI

# ГРАФИЧЕСКИЙ РАЗБОР РЕГРЕССА ВРЕМЕНИ

✦

Вернемся теперь к нашему графическому изображению той более обширной системы второго члена, которая включает последовательные состояния системы первого члена *плюс* инструменты наблюдателя. Мы обнаружили, что ряд состояний исходной наблюдаемой системы можно рассматривать как поперечные сечения непрерывной линии *GH*, изображающей длительность этой системы во времени первого члена, как на рисунке ниже,

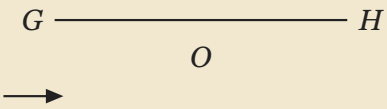



*Рис. 9*
*(Рис. 8 в «Эксперименте со временем», первое издание.)*

и что инструменты наблюдателя — физическую «метку „сейчас“» — можно изобразить точкой *O*, наложенной на эту линию где-то между *G* и *H*. Мы установили, что действительный мир, который мы изображаем линией *GH*, следует мыслить протяженным в

доселе не рассматривавшемся измерении *пространства*[1] (четвертом измерении), что инструменты наблюдателя, изображенные точкой *O*, надо считать движущимися в этом измерении (направление движения показано на чертеже стрелкой) и что, следовательно, точки на *GH* надо считать являющимися инструментам наблюдателя как последовательные состояния обычного трехмерного мира.

[1] Дальше мы увидим, что это нисколько не противоречит теории относительности.

Читатель помнит, что эти инструменты — инструменты вмешивающиеся: они прилагают силу к объектной системе и потому наблюдают, по противодействию, ту инерцию, которая составляет отличительное свойство *массы*.

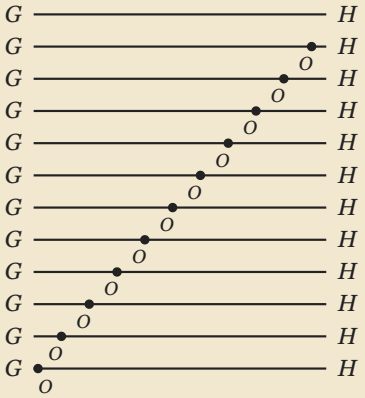
Состояния, изображенные точками на *GH*, предполагаются описанными нами по сведениям, полученным с помощью инструментов в *O*. Процесс этот несколько похож на то, как человек, бросив сквозь узкую вертикальную щель луч прожектора на темный внешний мир, составил по выхваченным таким образом проблескам карту местности, через которую, как он по другим признакам судит, проезжают прожектор и щель, помещенные в железнодорожном вагоне. Аналогия предполагает, что человек способен по увиденному оценить вероятный характер местности, к которой он приближается; но, если это допустить, очевидно, что он мог бы и составить свою карту, и отметить на ней нынешнее положение движущегося прожектора.

Последовательные состояния нашего мира второго члена будут состоять из ряда картинок, подобных рис. 9, с «меткой „сейчас“» *O* в разных местах каждой картинки. Рис. 9 — весь целиком — будет настоящим состоянием этого более обширного мира. Состояния, где *O* ближе к *G*, будут прошлыми состояниями, а

состояния, где *O* ближе к *H*, — будущими, во времени, которое мы сейчас считаем реальным. Здесь повторяются рассуждения главы IX. Состояния времени второго члена, показывающие последовательные положения *O* по мере его движения вдоль *GH*, обладают порядком «промежуточности» и могут быть представлены как *континуум* (что, конечно, лишь способ показать, что движение *O* вдоль *GH* рассматривается как непрерывное). Далее, поскольку «метка „сейчас“» второго члена изображает, как мы видели раньше, нечто, чему мы обязаны придать физическое значение, и поскольку эта физическая вещь меняет связь с одной частью нового *континуума* на связь со следующей частью в порядке непрерывности, мы можем изобразить время второго члена измерением пространства, по которому движется «метка „сейчас“» второго члена. Нам надо учесть, однако, что три измерения пространства отведены для «обычного» пространства, в котором части объектной системы занимают разные положения в разные мгновения времени первого члена, и что четвертое измерение пространства, как мы считаем, употреблено для изображения временного порядка первого члена. Следовательно, новый *континуум*, в котором мы показываем временной порядок второго члена, потребует от нас употребить *пятое* измерение пространства. Поверхность нашей бумаги позволит изобразить это очень удобно: горизонтальное измерение листа будет, как и прежде, изображать четвертое измерение, вертикальное — пятое, а три измерения «обычного» пространства остаются за пределами чертежа для алгебраической обработки.

Здесь, однако, перед печатником книги встает трудность. Строго говоря, нам следовало бы начать с изображения нашего мира второго члена линией *GH* и точкой *O*, как на рис. 9. Это

показало бы настоящее положение «метки „сейчас“» первого члена *O*. Затем нам следовало бы провести под этой линией такие же горизонтальные линии, изображающие прошлые состояния этого мира второго члена (с *O* ближе к *G*), и провести над *GH* другой набор линий, изображающих будущие состояния (с *O* ближе к *H*). Но, чтобы получить непрерывность во времени второго члена, нам пришлось бы проводить эти линии так тесно, что промежутков между ними нельзя было бы заметить. Вышел бы сплошь черный брусок, на котором мы не смогли бы показать меняющиеся положения *O*. Обойти эту трудность можно двумя способами. Можно раздвинуть горизонтальные линии, вот так,




или же можно взять лишь несколько точек на *GH*, вот так,




и нарисовать прошлые и будущие состояния этого ряда точек выше и ниже. Тогда, проведя вертикальные линии, соединяющие

выбранные точки на *GH* с соответствующими точками выше и ниже, и изобразив непрерывность инструментов экспериментатора диагональной линией, связывающей все *O*, мы получим картинку вроде этой:

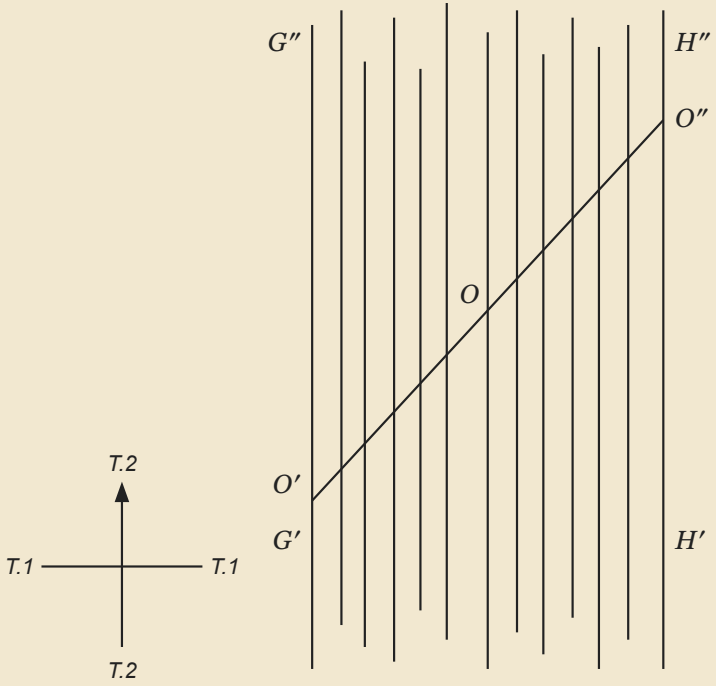



*Рис. 10*

Главное достоинство этого чертежа в том, что он выделяет *мировые линии*, относящиеся ко времени второго члена. Пожалуй, мне лучше объяснить это подробнее. Две маленькие скрещенные линии, начерченные у левого нижнего угла рисунка, служат почти той же цели, что и маленький компас, который печатают в углах иных карт. Компас показывает, какое измерение карты

изображает север и юг, а какое — восток и запад. Наш маленький крестик показывает, какое измерение нашей бумаги изображает время первого члена, а какое — время второго члена. Время первого члена мы впредь будем называть «Временем 1», время второго члена — «Временем 2». Время 1, которое мы первоначально надеялись трактовать как реальное, абсолютное время, оказалось всего лишь четвертым измерением пространства, в котором протяженна исходная наблюдаемая система. Время 2, которое учитывает движение инструментов первого члена вдоль четвертого измерения, мы считаем абсолютным временем; но изображаем его вертикальным измерением бумаги, *предвосхищая* тот шаг, когда нам придется считать его уже не реальным временем, а пятым измерением пространства, — что случится, когда мы примем в расчет движение «метки „сейчас“» второго члена. Линия $O'O''$ показывает положения, которые инструменты экспериментатора («метка „сейчас“» первого члена) занимают в четвертом измерении (горизонтальном измерении бумаги) в разные мгновения Времени 2. Она есть, таким образом, *мировая линия* этих инструментов на пространственно-временном чертеже, где пространство — четвертое измерение, а время — пятое. (Три «обычных» измерения пространства не показаны; но с ними можно управиться алгебраически, если мы пожелаем без всякой нужды расширить задачу, поставленную себе в этой главе.)

$GH$ — если бы мы заполнили все точки по его длине — протянулось бы в прошлую и будущую части Времени 2 как «мировая *плоскость*», образовав тем самым тот черный брусок на бумаге, которого мы стараемся избежать. Левый край этой мировой плоскости совпал бы с нашей нынешней линией $G'G''$. Так что $G'G''$ изображает мировую линию — во времени пятого

измерения — той точки *GH*, которая есть *G*. Подобным же образом *H′H″* изображает мировую линию во Времени 2 той конфигурации, какая изображена точкой *H*. А промежуточные вертикальные линии нашего рисунка изображают мировые линии во Времени 2 тех немногих точек вдоль *GH*, которые мы решили принять в расчет. Все эти точки на *GH* изображают поперечные сечения линии (не нарисованной), которая тянется вдоль четвертого измерения (Времени 1). Положения этих сечений в четвертом измерении неизменны и не меняются — в отличие от положения *O* — в последовательных состояниях этой линии (если только экспериментатор не вмешается). Поэтому мировые линии этих сечений во Времени 2 идут прямо вверх по бумаге параллельно оси Времени 2.

Нам осталось изобразить «метку „сейчас“» Времени 2, которая есть предельная физическая вещь из тех, что мы рассматриваем, — пока что. Это можно сделать, проведя через середину рисунка горизонтальную линию *PP′* от *G* до *H* и добавив острие стрелки к линии Времени 2 маленького указателя измерений.

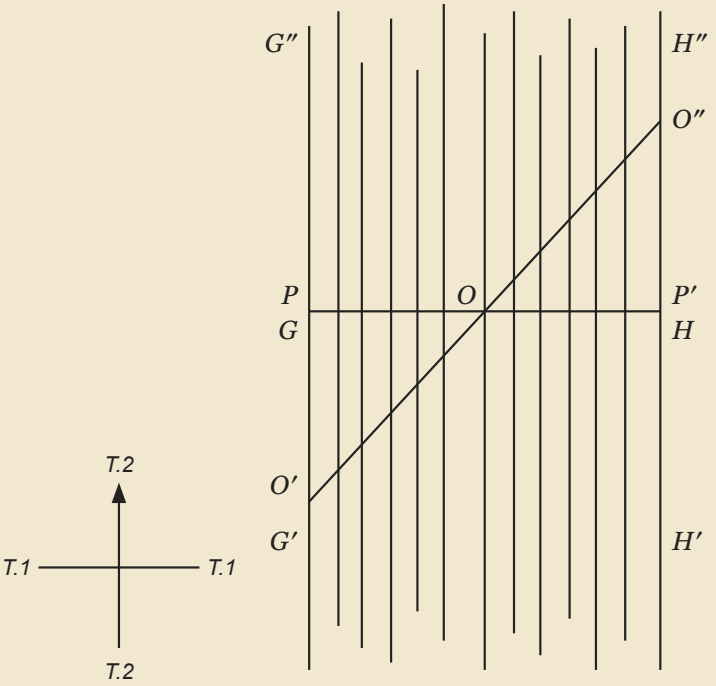



*Рис. 11*

*(Рис. 9 в «Эксперименте со временем», первое издание.)*

Надо понять, что этот чертеж (изображающий мир третьего члена) состоит из трех частей. Во-первых, есть исходная система, которая была объектом для инструментов экспериментатора. Это был трехмерный мир; но в ходе разбора регресса он развернулся в четырехмерный, а затем и в пятимерный мир. Его следовало бы изобразить плоскостью *G′G″H″H′*, но для удобства мы заменили эту плоскость решеткой вертикальных линий. Эта решетка изображает карту исходной объектной системы во Времени 2. Эту систему, на сколько бы измерений она ни оказалась протяженной, мы будем обычно называть «*субстратом*». На карту этого

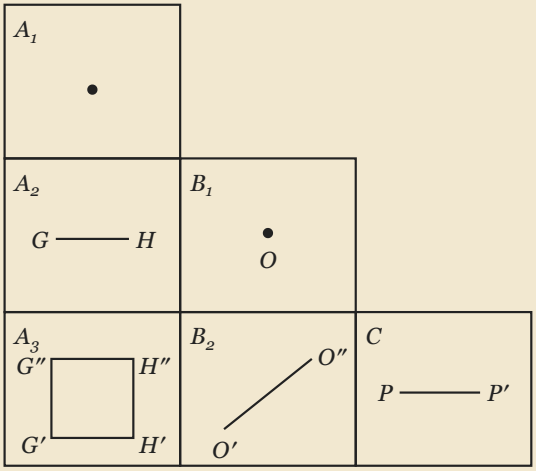
субстрата во Времени 2 мы наложили карту системы инструментов первого члена во Времени 2, *O′O″*. Затем на эту совмещенную карту мы наложили линию *PP′*, изображающую (пока что) предельную «метку „сейчас“»; но мы не нарисовали никакой *временной карты прошлых или будущих состояний этой физической вещи*. Ибо вещь, изображенная линией *PP′*, движется по карте Времени 2. Следовательно, весь чертеж — «действующая модель», а реальное время — то время (не показанное), которое отмеряет движение *PP′*. Это будет Время 3. Временную карту *PP′*, показывающую разные положения *PP′* в разные мгновения этого реального времени, пришлось бы развертывать в шестом измерении.

В *O*, посередине рис. 11, находятся три сущности, а именно: точка субстрата, точка мировой линии *O′O″* системы инструментов первого члена и точка (пока что) предельной «метки „сейчас“» *PP′*. Впредь будет удобнее считать само *O* точкой пересечения *PP′* и *O′O″*, а не одним определенным состоянием инструмента. Тем самым оно указывает то *место* на чертеже, которое есть «сейчас» во Времени 1. Ясно, что оно должно двигаться вверх по диагональной линии *O′O″* по мере того, как *PP′* движется вверх по чертежу. Двигаясь вверх по *O′O″*, эта точка *O*, очевидно, движется по чертежу слева направо, натыкаясь на исходные энтропийные конфигурации субстрата (изображенные теперь вертикальными линиями) одну за другой в порядке того абсолютного времени, которое еще не изображено.

Мы пока не вправе назвать наш рис. 11 наглядным изображением того регресса наблюдателя и наблюдаемого, который мы ищем. Сущности, показанные на этом чертеже, еще нельзя вписать в таблицу из главы VI — в ту таблицу, которую мы составили так:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Мир, наблюдаемый $B_1$ | $A_1$ | | | |
| Мир, наблюдаемый $C$ | $A_2$ | $B_1$ | | |
| Мир, наблюдаемый $D$ | $A_3$ | $B_2$ | $C$ | |
| | | | | $D$ |

Тем не менее из рис. 11 мы можем составить очень похожую таблицу, показывающую «метки „сейчас“» как геометрические определители, которые абстрагируют из реального мира ряд миров со все меньшим числом измерений, кончающийся трехмерным миром «обычного» пространства. Вот она; сравните ее с рис. 9 и 11.




Читаем ее так. $B_1$ — движущаяся «метка „сейчас“» первого члена. Она абстрагирует из четырехмерного мира $A_2$ (или $GH$), вдоль которого движется, трехмерный мир $A_1$. Но само $B_1$ (или $O$) абстрагируется из диагональной мировой линии $B_2$ (или $O'O''$) «меткой „сейчас“» второго члена $C$ (или $PP'$), движущейся вверх по

Времени 2. А $A_2$ абстрагируется из пятимерного мира $A_3$ (или $G'G''H''H'$) тем же самым $C$ (или $PP'$).

Заметьте, что $A_1$, $B_1$ и $C$ вдоль диагонального края таблицы изображают соответственно предельный абстрагированный объект, абстрактор 1 и абстрактор 2, как того требует таблица главы VI. И любопытная особенность, которую мы отметили в той таблице, — а именно что $B_2$ не абстрагирует $A_2$ из $A_3$, — подтверждается и в нынешнем разборе: $O'O''$ не абстрагирует $GH$ из $G'G''H''H'$. Ясно, что мы «теплеем», и, пожалуй, стоит рассмотреть природу этих «абстракторов» — этих «меток „сейчас“» — несколько пристальнее.

ГЛАВА XII

# БЕССМЕРТНЫЙ НАБЛЮДАТЕЛЬ И ЕГО ФУНКЦИИ

✦

Ставится эксперимент, и объектная система — мир, внешний по отношению к инструментам экспериментатора, — приходит в возмущение. Она получила импульс, и физик не может объяснить ее последующее наблюдаемое поведение, если не примет этот импульс в расчет.

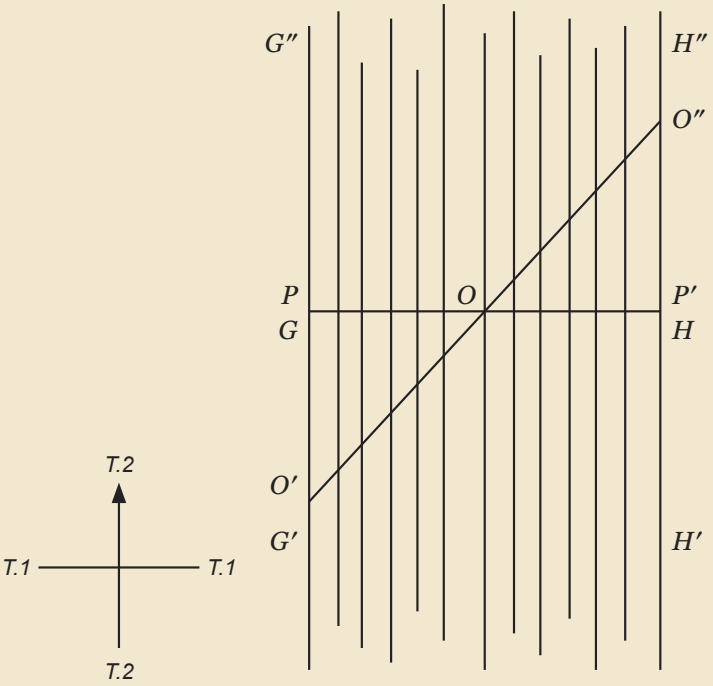
Вопрос о происхождении импульса старые философии позволяли ему обходить. Они предполагали, что и наблюдателя, и наблюдаемое можно включить в одну и ту же четырехмерную систему, так что классических законов физической причинности хватило бы, чтобы объяснить всякого рода физический обмен между двумя участвующими сторонами. Поэтому физик мог оставить вопрос о происхождении импульса физиологу. Физиолог, однако, не мог начать работу, пока физик не установит законов ему в руководство. А указания, полученные физиологом, были просты. *Ему не следовало принимать в расчет возможность какого бы то ни было вторжения из какого-либо мира вне предполагаемой единой временной системы.*

Но если время в физике регрессивно, давать такие указания больше нельзя. И физиолог останавливается в тупике. Он должен

ждать, пока физик не скажет ему, *откуда* можно считать исходящим этот импульс.

Итак, все, что сообщает импульс, должно испытывать противодействие и потому есть наблюдатель этого противодействия. В этой главе я намерен говорить единственно о том роде наблюдения, который состоит в отдаче. С этой оговоркой я буду называть инструмент «наблюдателем 1», а предельный источник импульса — «предельным наблюдателем».

В главе IX мы видели, что «метка „сейчас“» второго члена составляет для экспериментатора *возможность двигать инструмент*. Эту метку мы изобразили на рис. 11 линией *PP′*. (Этот рисунок повторен ниже.) Читатель помнит, что для простоты мы считаем *O* не одним определенным состоянием инструмента, а лишь абстракцией — точкой пересечения *PP′* и *O′O″*, тем *местом* на чертеже, которое есть «сейчас» во Времени 1. И его надо мыслить движущимся во Времени 1, то есть перемещающимся по чертежу слева направо.




Поскольку *O*, двигаясь во Времени 1, должно оставаться на *O′O″*, его надо считать движущимся вверх по Времени 2 (вертикальному измерению чертежа). Следовательно, физическая вещь, которая в точке *O* сообщает импульс инструменту, движется вверх по Времени 2. Поскольку эта вещь — получатель противодействия, мы можем назвать ее «наблюдателем 2». Этот наблюдатель 2, стало быть, обладает *полем наблюдения*, движущимся вверх по Времени 2. Но то, что определяет для этой сущности порядок последовательности, в котором состояния инструмента, расположенные вдоль *O′O″*, предъявляются наблюдению, есть «сейчас» Времени 2. Так что для этого наблюдателя 2 Время 2 — реальное время. Далее, скорость, с

которой наблюдаемая точка *O* движется вдоль Времени 1, целиком определяется скоростью движения «сейчас» Времени 2 и величиной наклона *O′O″*. Скорость этого движения *O*, в свою очередь, управляет кажущимися скоростями всех кажущихся движений исходной объектной системы в трехмерном пространстве — кажущихся, то есть, этому наблюдателю 2 (он наблюдает движение как составляющую импульса). Следовательно, движение «сейчас» Времени 2 (единственное реальное движение на чертеже) и направление, в котором оно движется относительно *O′O″*, определяют для него, какие части объектной системы (субстрата) кажутся движущимися, а какие — покоящимися. А это значит, что его собственное движение во Времени 2 должно быть *параллельно оси Времени 2*.

Можно было бы сразу сказать, что раз Время 2 для него — время, то он принадлежит четырехмерному миру второго члена (со временем в качестве пятого измерения) и, стало быть, есть четырехмерная сущность. Но мы можем привести в пользу этого и дополнительный довод. Мы видели, что его поле наблюдения лежит в «сейчас» Времени 2 и движется прямо вверх по чертежу. Это поле не может быть в четвертом измерении короче, чем промежуток Времени 1 между его первым и последним наблюдениями инструмента. Он наблюдал этот инструмент в *G′* (когда «сейчас» Времени 2 было там); он будет наблюдать его в *H″* (когда «сейчас» Времени 2 достигнет этого уровня); и его поле наблюдения движется прямо вверх по чертежу в продолжение промежутка Времени 3 между этими наблюдениями. Следовательно, на нынешнем чертеже это поле должно простираться на всю ширину рисунка. Стало быть, он и есть физическая сущность второго члена *PP′*.

Можно ли теперь считать этого наблюдателя 2 тем предельным источником импульса — экспериментатором?

Нет.

Рис. 11 показывает настоящее состояние пятимерного мира; но у него были прошлые состояния (когда *PP′* находилось внизу чертежа) и будут будущие состояния (когда *PP′* переместится наверх). Если бы мы нарисовали чертежи этих состояний, мы показали бы прошлые, настоящие и будущие состояния *PP′* — во Времени 3. Мы обнаружили бы тогда, что то значительное возмущение, которое мы себе представляем, может быть произведено *экспериментатором*, когда *PP′* находится в своем настоящем состоянии, но не тогда, когда оно в прошлых или будущих состояниях. Мы обнаружили бы также, что в физических свойствах его прошлых, настоящих и будущих состояний нет ничего, что наделяло бы его единственной в своем роде способностью к этому вмешательству именно в «сейчас» Времени 3. Так что *PP′* не изображает экспериментатора. Это физический инструмент второго члена. А «сейчас» Времени 3 выступает как возможность изменять этот инструмент. И так рассуждение идет *до бесконечности*.

Физик вводит этот многомерный мир и этот бесконечный ряд физических инструментов все большего числа измерений всякий раз, когда мыслит объектную систему как ряд состояний (или, если на то пошло, событий) во времени и как систему, которую можно сделать предметом эксперимента.

Читатель, далекий от техники, может удивиться, как этот наблюдатель 2, будучи четырехмерной вещью с четырехмерным кругозором, способен наблюдать трехмерную вещь вроде наблюдателя 1 — инструмента первого члена. Никакой трудности тут, однако, нет, когда наблюдаемое — сопротивление силе.[2]

[2] Примечание для физиков: надо помнить, что время для этого наблюдателя 2 — пятое измерение.

Он может удивиться и тому, что за вещь может быть четырехмерный инструмент — с физической точки зрения. Но эта сторона дела не тревожит современного физика, большая часть работы которого имеет дело с четырехмерными сущностями. Он сказал бы, что четырехмерный субстрат *GH* состоит из признанной физической величины, известной как *Действие*. Ее размерность — Энергия, умноженная на Время, и нам еще предстоит очень много говорить о ней. Пока же достаточно указать, что *PP′* — сущность в точности той же физической размерности, что и *GH*.

Но это подводит нас к поистине неожиданному факту. Регресс заставляет нас считать *PP′* реальной сущностью, абстрагирующей нереальное *O* из реального *O′O″* (*см.* таблицу в конце прошлой главы). Более того, тело, которым вы пользуетесь для наблюдения другого тела, не становится ненаблюдаемым всякий раз, когда это другое тело отсутствует. Рассмотрим же, что происходит с сущностью *PP′*, когда она не пользуется инструментом первого члена в *O*, — рассмотрим, например, случай, когда этот инструмент первого члена ломается, а потом его чинят. (Такое положение дел мы показали бы на рис. 11, сделав разрыв посередине линии *O′O″*.) Проходя над этим разрывом, *PP′* продолжало бы существовать, готовое снова начать наблюдать какое-то *O*, как только разрыв в *O′O″* будет пройден. Далее, истинность этого утверждения не зависела бы от того, длинен разрыв в *O′O″* или короток. Ясно, стало быть, что на его истинности никак не сказалось бы, если бы инструмент так и не починили.

Сказалось бы на этом продолжающемся существовании *PP′* во Времени 3, если бы *PP′* не простиралось за левый и правый края чертежа? (Сам субстрат, конечно, простирается далеко в обе стороны за эти пределы.) Ответ и здесь должен быть отрицательным.

Обратимся теперь к субстрату. В измерении Времени 1 (слева направо) его характер дифференцирован, то есть каждое состояние, изображенное вертикальной линией, отлично от соседнего справа или слева. Но в вертикальном измерении, *выше GH*, никакой дифференциации нет. Такая дифференциация была бы логически невозможна. Ибо состояния слева направо предполагаются связанными друг с другом так, как предписывают законы классической науки: они представляют причинную схему. Вмешательство в *O*, например (см. рис. 12), изменило бы все состояния между *O* и *H*. Вертикальные линии выше *OH* стали бы тогда отличны от всех линий ниже *OH*, но этот разрыв в непрерывности линий не может произойти на уровне, которого *PP′* еще не достигло. Положим, например, что линия, идущая вверх от *O*, имела бы измененный характер выше точки *Q*, лежащей немного впереди *PP′*. Все линии выше *QR* на этом уровне имели бы соответственно измененные характеры, так что от *Q* к *R* можно было бы проследить причинную связь. Но ниже *QR* линии были бы причинно связаны так, чтобы согласоваться с иным состоянием линии между *O* и *Q*. Тогда, по мере того как *PP′* двигалось бы вверх, наблюдатель 1, перемещаясь от *O* к *S*, встречал бы состояния субстрата в некотором причинно связанном состоянии. (Микроскопическую физику мы в этой главе не принимаем во внимание.) Но, прибыв в *S*, он натолкнулся бы на состояние, принадлежащее совсем иной причинной схеме, берущей начало в *Q*. Он обнаружил бы, что произошло чудо!

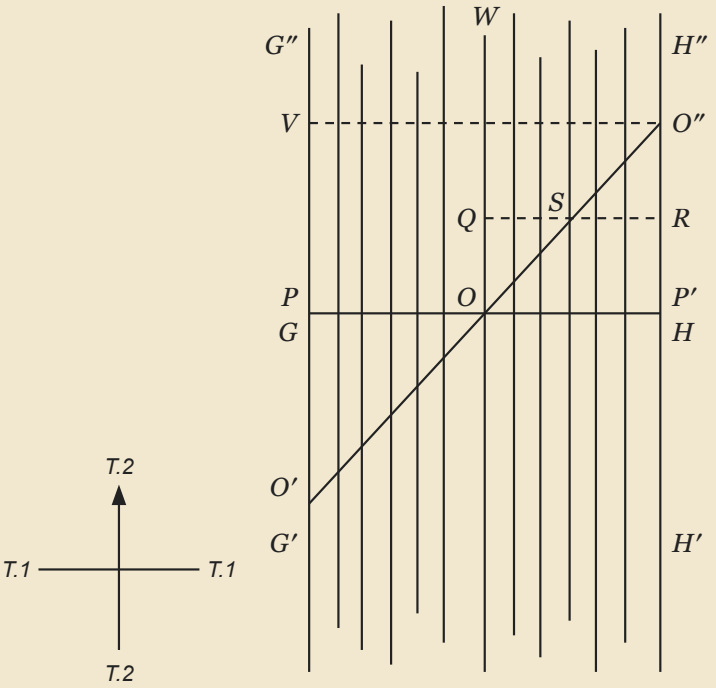



*Рис. 12*

Теперь рассмотрим случай, когда *PP′* продвинулось вверх по чертежу до уровня *VO″* и на этом уровне инструмент *O′O″* кончается — скажем, из-за поломки. Или же скажем, что *PP′* простирается не дальше ширины чертежа. В любом случае, когда *PP′* достигает *VO″*, его возможность вмешиваться в субстрат кончается. Ибо наше исходное предположение состоит в том, что экспериментатор может взаимодействовать с субстратом только в «сейчас» Времени 1, то есть может взаимодействовать лишь через инструмент первого члена. (Взаимодействие в любой другой точке производило бы чудеса для наблюдателя в *O*.) Значит, после того как *PP′* миновало *VO″*, ни субстрат, ни *PP′* не могут

производить изменений друг в друге; линии выше *VO″* пребывают неизменными во Времени 2 навеки, а *PP′* движется над ними во Времени 3.

Что же тогда прервет продолжающееся существование (во Времени 3) этого наблюдателя 2? Ничто, кроме чуда.

Далее, *PP′* — не экспериментатор: это один из инструментов этого индивида. Оно, как и инструмент первого члена, — один из бесконечного ряда «наблюдателей», стоящих между экспериментатором и субстратом. И по-настоящему интересно то, как эти наблюдатели связаны устройством времени.

Все на чертеже, что тянется слева направо, дифференцировано в этом измерении. Следствие этой дифференциации, как все мы знаем, — начало и конец во Времени 1 у всякой сущности, тождество которой зависит от условия внутренней организации. Допустим, ради надежности в этом жизненно важном вопросе, что все, относящееся к экспериментатору, ограничено таким образом, и скажем, что ширина чертежа и показывает эти пределы.

Наблюдатель 2, как мы видели, потеряет связь с наблюдателем 1, оставив его позади себя в пятом измерении. Минутное размышление показывает нам, что это просто потому, что мировая линия наблюдателя 1 *O′O″* пересекает чертеж слева направо, то есть от начала до конца во Времени 1. Но наблюдатель 2 после этого движется прямо вверх между этими двумя границами, и для субстрата впереди него во Времени 2 не назначено ни пределов, ни изменений, а для его длительности во Времени 3, как мы видели, не назначено никаких пределов. Длительность субстрата во Времени 3 пришлось бы показать, сложив ряд чертежей вроде рис. 12 один над другим наподобие листов книги, — получилась бы высокая стопа.[3] У стопы были бы границы слева и справа, *но никаких границ к верхним и нижним*

*краям страниц. И высота ее была бы неограниченна.* Последовательные положения *PP′* в этой стопе, каждое чуть ближе к верху страницы, чем соседнее ниже, сложились бы в наклонную плоскость, бесконечно длинную в направлениях Времени 2 и Времени 3. Наблюдатель 3 был бы изображен горизонтальным уровнем, взятым сквозь стопу. Этот уровень образовал бы плоскость с границами справа и слева, но без границ в направлении Времени 2. Его движение было бы подъемом вверх по высокой стопе, то есть в направлении Времени 3. Небольшое размышление показывает, что он никогда не потерял бы связи с наблюдателем 2 (наклонной плоскостью). Не было бы и пределов его длительности во Времени 3 (том времени, которое отмеряет его движение).

---

[3] Перспективный рисунок этой фигуры, взятый из «Эксперимента со временем», см. в Приложении.

*Короче говоря, из всего ряда наблюдателей единственный, кто приходит к концу в собственном измерении времени, — это наблюдатель 1.*

Но наблюдатель 2 не может вмешиваться в наблюдателя 1 после того, как он (наблюдатель 2) миновал линию *VO″*. А как же наблюдатель 3? Он может по-прежнему вмешиваться в наблюдателя 2; но в наблюдателя 1 он не может вмешиваться иначе как через наблюдателя 2, так что, когда наблюдатель 2 теряет связь с наблюдателем 1, наблюдатель 3 оказывается бессилен вмешиваться в наблюдателя 1. И те же ограничения относятся ко всем остальным наблюдателям.

«Сейчас» первого члена в *O*, точке пересечения *PP′* и *O′O″*, изображает возможность экспериментатора изменить субстрат впереди *O* во Времени 1. Такое изменение меняет, как мы видели, ту часть субстрата, которая лежит впереди *как O*, *так и PP′*, а

именно прямоугольник *OWH″P′* на рис. 12. Это изменение меняет тот угол нашей воображаемой стопы, который лежит впереди *O*, и *PP′*, и «метки „сейчас“» третьего члена. И так далее по всему ряду. Таким образом, вмешательство в *O* изменяет то, что лежит впереди во времени, относящемся к каждому наблюдателю ряда. Но, как только наблюдатель 2 миновал точку, где наблюдатель 1 пересекает правую границу чертежа, *O* исчезает, и экспериментатор теряет последнюю возможность изменить будущий ход первоначально избранного им объектного мира.

Наблюдательные способности наблюдателя 2 в отсутствие наблюдателя 1 — вопрос огромной важности для человечества, и нам лучше рассмотреть его очень внимательно. Мы доказали, что этот наблюдатель, *PP′*, движется параллельно оси Времени 2 и обладает полем наблюдения, простирающимся по меньшей мере от *G* до *H*. Мы видели, что он продолжает существовать в отсутствие наблюдателя 1, например когда наблюдатель 1 бездействует или когда наблюдатель 2 миновал положение *VO″* (рис. 12). Но значит ли это, что *PP′* наблюдает *субстрат* и продолжает наблюдать его, когда у него нет в помощь наблюдающего инструмента первого члена? Ответ утвердительный.

Сначала я могу повторить здесь довод, уже приведенный в «Эксперименте со временем» (3-е издание, с. 179–181).

«Развитие ряда наблюдателей ставит наблюдателя 1 (то сечение *O′O″*, которое находится в *O*) *между* наблюдателем 2 и тем сечением субстрата в *O*, которое каким-то образом воздействует на этого наблюдателя 2. Так что процесс, посредством которого это особое состояние воздействует на наблюдателя 2, таков. Некий признак этого состояния вызывает соответствующее

видоизменение в промежуточном сечении *O′O″*. Именно этот воспроизведенный признак и воздействует на наблюдателя 2.

«Но это порождает следующую трудность. Наблюдатель 2 — существо четырехмерное, а сечение *O′O″*, стоящее между ним и субстратом, лишь трехмерно. Следовательно, его поле наблюдения должно простираться в четвертом измерении за пределы того места, где *O′O″* пересекает это поле. В этих внешних частях поля наблюдателя 2 есть много других трехмерных сечений субстрата, содержащих признак того рода, который, будучи воспроизведен в промежуточной сущности, воздействует на наблюдателя 2. Раз наблюдатель 2 восприимчив к признакам такого рода, что мешает ему испытывать воздействие этих других трехмерных сечений субстрата так же, как и сечения *O′O″*, лежащего в его поле?

«Ничто, насколько я вижу. Так что, пока не открыто какое-либо препятствие, мы должны допустить, что наблюдатель 2 испытывает воздействие субстрата, прилегающего к сечению *O′O″*. *Но это собрание прилегающих сечений воздействует на него не так, как воздействует на него трехмерное сечение O′O″.* Кусок субстрата рядом с *O′O″* — четырехмерная полоса, предъявленная *целиком* четырехмерному наблюдателю, — для него в ней нет различимых трехмерных сечений. Функция наблюдателя 1 (то есть функция единственной чисто трехмерной сущности в пределах поля) — абстрагировать из субстрата такой его признак, с которым иначе наблюдатель 2 никогда не смог бы познакомиться».

Все это рассуждение вполне здравое.

Но в настоящей книге мы можем прийти к тому же заключению более простым путем. Как мы видели в таблице ближе к концу главы XI, *PP′* (или *C*) есть геометрический

абстрактор, абстрагирующий $GH$ (или $A_2$) из $G''H''H'G'$ (или $A_3$). К этому мы можем добавить то, что доказали ранее в этой главе, — что он наблюдатель с полем наблюдения длиной в $GH$. Следовательно, он *наблюдатель*, абстрагирующий $GH$ из $G''H''H'G'$ ($A_2$ из $A_3$). Ясно, стало быть, что он и есть наблюдатель $C$ из таблицы самосознающего наблюдателя в главе VI. А $O$, та часть $O'O''$, которая есть «сейчас», — его «я» первого члена.

Но как, может спросить читатель, способен этот $PP'$ наблюдать субстрат, когда (в отсутствие наблюдателя 1) он не *изменяется* под его действием? Ведь после исчезновения наблюдателя 1 $PP'$ просто несется над субстратом, который никогда не меняется и к которому он уже, так сказать, «подогнан»! Здесь я должен отослать спрашивающего к определению физического наблюдения, данному на первой странице главы V. «Наблюдать» значит «*испытывать-воздействие*», а не непременно «*изменяться-под-действием*». Положим, что форма $PP'$ приспособлена к форме $GH$, так что в отсутствие $GH$ форма $PP'$ могла бы быть иной. Это означало бы, что свобода $PP'$ *ограничена* присутствием $GH$. А *это* равнозначно физическому наблюдению. Наше доказательство того, что $PP'$ наблюдает $GH$, не привело нас, стало быть, ни к какой физической нелепости.

Следует отметить, что этот регресс времени снимает трудность, которую мы усмотрели в нашей общей таблице самосознающего наблюдателя. $PP'$ прекрасно может воспринимать, что субстрат изменяет $O$, когда $O$ движется (в поле $PP'$) по нему слева направо. Ибо $PP'$ может видеть любую точку субстрата впереди $O$ в своем поле и может заметить, что $O$, придя туда, изменяется, приспосабливаясь к новым условиям.

# ЧАСТЬ III. ЧАСТНЫЕ ПРОВЕРКИ ТЕОРИИ

ГЛАВА XIII

# ПОДСТУП К ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

✦

С какой скоростью движется «сейчас»?

На первый взгляд этот вопрос кажется либо лишенным смысла, либо не имеющим ответа. Что ж, посмотрим, что даст второй, более внимательный взгляд.

Прежде всего нужно понять, что вопрос не в том, чтобы определить, как быстро наш инструмент в $O$ ($B_1$ нашей таблицы) движется по *уже размеченной* карте пространства и времени ($A_2$ в таблице), т. е. как быстро $O$ на рис. 12 движется по уже размеченному $GH$. Наша задача — воспользоваться знанием объектного мира, которое доставляет нам инструмент $B_1$, чтобы построить как раз такую размеченную карту $A_2$, — и это тогда, когда мы не имеем ни малейшего понятия о том, с какой скоростью этот инструмент движется по протяженности местности в четвертом измерении, которую предстоит нанести на карту.

Что ж, начнем с той части задачи, которая легче всего. Наш набор инструментов в системе $B_1$ содержит масштаб расстояний в обычном трехмерном пространстве, и движение этого масштаба в четвертом измерении не изменит его длины. Следовательно, мы

можем воспользоваться этим масштабом, чтобы нанести шкалу на пространственную ось нашей карты.

Но трудность возникает, когда мы пытаемся нанести шкалу Времени 1, помня, что она обозначает четвертое измерение пространства, вдоль которого движется наш источник сведений, $B_1$. Ведь наши часы — не то, что наблюдает $B_1$ (наш набор инструментов): это то, что *мы* наблюдаем без посредства инструментов. Их тиканья — не черты *мировой линии* Времени 1, а события, которые мы должны отметить на той *оси* Времени 1, к которой будут отнесены мировые линии Времени 1. Короче говоря, часы принадлежат к системе настоящих, трехмерных инструментов, которые доставляют нам сведения, по которым мы собираемся начертить временную карту длительностей тел, отличных от этих часов. Иначе говоря, часы принадлежат движущемуся $B_1$.

Вероятно, это легче будет уяснить с помощью чертежа. Предположим, что наши часы тикают через промежутки в одну секунду. На рис. 13 показаны оси Времени 1 и Времени 2 (обозначенные $T_1$ и $T_2$). Мировую линию наших часов $B_1$ (некоторое $B_2$) можно изобразить любой наклонной линией, какую мы пожелаем, например $OO''$. Тиканья часов будут чертами их жизненного пути — чертами, которые мы можем изобразить отметками, сделанными через равные промежутки по длине этой линии. Таким образом, тиканья периодичны во Времени 2; и мы можем воспользоваться ими, чтобы отложить шкалу секунд $T_2$, проводя горизонтали к оси $T_2$. Но тиканья периодичны также и во Времени 1; так что они послужат и для того, чтобы отложить шкалу секунд $T_1$, если опустить перпендикуляры на ось $T_1$. Ясно, что, под каким бы углом мы ни провели $OO''$, чертеж всегда будет

показывать, что часы движутся вдоль Времени 1 со скоростью одна секунда Времени 1 на секунду Времени 2. Иными словами,

$$t_1/t_2 = 1, \text{ т. е. } t_1 = t_2 \quad \ldots\ldots(1).$$

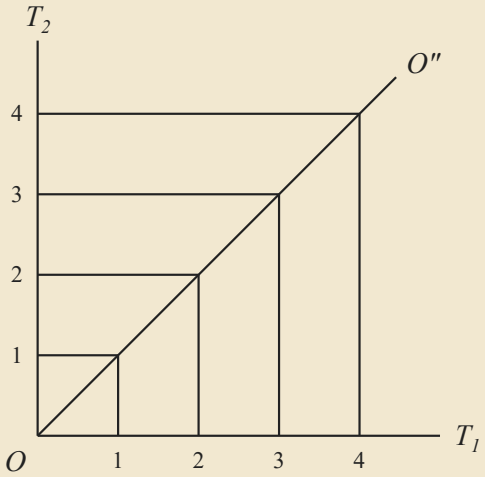



*Рис. 13*

Одна — чего? Чтобы придать этой скорости смысл, мы должны понять, что секунды, отложенные на оси $T_1$, отмечены тиканьями часов, движущихся вдоль четвертого измерения *пространства*, так что «секунда» $T_1$ представляет *пространственное* расстояние, пройденное часами за одну секунду Времени 2. Часы, стало быть, отмечают и настоящие секунды во Времени 2, и пространственные длины в четвертом измерении. А время, наблюдаемое нами, — время, которое показывают часы, — будет Временем 2.

Так вот, все мы согласны, что скорость, с которой стрелка часов движется по циферблату, должна предполагаться постоянной,

если эти часы будут приняты за нашу меру времени. Поэтому, раз наши часы отсчитывают секунды Времени 2 (см. рис. 13), мы должны не только считать их тиканья равномерно расставленными вдоль $OO''$, но и саму линию $OO''$ считать прямой, т. е. наши часы движутся вдоль четвертого измерения с равномерной скоростью. Если мы обозначим пространственную длину в четвертом измерении, пройденную за любой промежуток Времени 2, через $s_4$, то скорость часов будет

$$s_4/t_2 = \text{постоянная}.$$

Назовем эту постоянную $k$. Тогда

$$t_1/t_2 = k, \text{ скорость}.$$

И

$$t_1 = kt_2 = s_4{}^1 \quad \ldots\ldots(2).$$

[1] См. примечание в конце главы.

Так вот, $k$, скорость, означает

$k$ единиц пространства 4 / одна секунда Времени 2,

где $k$ — просто число, а расстояние, пройденное за одну секунду Времени 2, есть (см. рис. 13) одно деление задуманной нами шкалы Времени 1. Так что, готовя нашу четырехмерную карту, мы должны будем дать каждому секундному делению Времени 1 ту же длину, какую даем $k$ единицам трехмерного пространства.

И тут мы застреваем. Сколько единиц пространства составляет $k$? Мы не имеем ни малейшего понятия. И очевидно, что мы никогда не узнаем его значения, пока будем идти прежним путем.

Попробуем другой способ.

*Примечание.* Читателей, незнакомых с уравнениями того рода, какие мы рассматривали, может на миг озадачить утверждение, что $t_1 = kt_2$, когда немного раньше мы видели, что $t_1 = t_2$. Они

могут даже предположить, что $k$ должно быть числом 1. Но $t$ — на самом деле сокращение для $t$ [$T$], выражения, в котором [$T$] есть *единица* времени (т. е. одна секунда), а $t$ — просто число. Подобным же образом $s$ — сокращение для $s$ [$S$], где $s$ — чистое число, а [$S$] — единица пространства. Единица скорости есть [$S$]/[$T$], и скорость $k$ означает $k$ × [$S$]/[$T$], где $k$ — чистое число. Следовательно, $kt_2$ означает $k$ × [$S$]/[$T_2$] × $t_2$[$T_2$]. Поскольку два [$T_2$] сокращают друг друга, выражение сводится к $kt_2$ (оба — чистые числа) единицам пространства. Поэтому умножение $t_2$ на *скорость* $k$ не меняет его длины: оно лишь выражает эту длину как равную $k$ единицам пространства.

ГЛАВА XIV

# СКОРОСТЬ «СЕЙЧАС»

✦

Мы пришли к тому, что каждая секунда нашей шкалы Времени 1 должна быть сделана равной расстоянию в *k* единиц пространства и *должна представлять также расстояние, которое прошли бы движущиеся часы, пока они отсчитывают одну секунду Времени 2*. Но чтобы наша простая шкала представляла эти факты, нам пришлось допустить, что секунды Времени 2 рассматриваются как отметки на оси, проведенной в пятом измерении, и что мировая линия часов изображается наклонной линией на рис. 13. Без этого или какого-либо иного равноценного уговора наша шкала Времени 1 с ее делениями по *k* единиц пространства каждое не представляла бы ничего, кроме пространственной длины, по которой что угодно могло бы двигаться с какой угодно скоростью. Так вот, наш способ показать, что деления представляют расстояния, пройденные за время тиканий часов, был вполне здрав. Но есть и другой способ заставить нашу шкалу показать то, что от нее требуется; и раз уж мы зашли в тупик, лучше посмотреть, что этот другой способ даст нам.

Величина, которую можно изобразить на чертеже длиной линии — то есть каким-либо отложенным на шкале расстоянием, — называется «*скаляром*». Обычная пространственная длина и обычная временная длительность — примеры простых скаляров.

Но теперь нам нужно рассмотреть величины другого рода — величины, которые можно изобразить линиями определенной длины, снабженными стрелками. Такие линии называются «*векторами*», и они определяют сразу несколько сторон величины, которую представляют. Эту величину следует мыслить как *перенос*, или *перемещение*, или *шаг* от одного конца линии к другому. Приведу слова А. Н. Уайтхеда: «Все прочие виды физических векторов в действительности сводимы тем или иным способом к этому единственному виду». Стрелка дает *сторону* переноса, т. е. говорит нам, от какого конца линии к какому, как предполагается, совершается перенос. Если мы поместим линию внутри угла, образованного двумя осями, наклон линии даст то, что мы можем назвать «линией»[2] переноса. Концы вектора скажут нам, где (по отношению к этим осям) перенос начинается и где кончается. Длина линии указывает *количество* переноса. Это количество — простая скалярная величина, и его можно указать либо шкалой, нанесенной на самой линии, либо отнеся линию к шкалам, нанесенным на упомянутых прямоугольных осях.

[2] Я назвал бы это «направлением», если бы многие авторы не употребляли это последнее слово довольно вольно, обозначая им либо «сторону», указанную стрелкой, либо и «сторону», и «линию» переноса вместе.

Если мы объявим, что это количество переноса следует рассматривать как расстояние, пройденное за постоянный промежуток времени, то длина определяет скорость, и длинная линия будет представлять большую скорость, чем та, что указана короткой. Есть и другие величины, которые длину линии можно заставить представлять (при подходящих условностях), но нам незачем на них останавливаться.

Помнить нужно вот что: всякий вектор обладает, помимо прочих своих свойств, свойством *скаляра* — тем свойством,

которое представлено его длиной. Чтобы отличить это скалярное свойство вектора от скалярных величин, представленных линиями, которые векторами не являются, мы называем первое «*тензором*». Тензор — это просто скаляр, принадлежащий вектору.

Обратимся теперь к шкале, которую мы хотим отложить вдоль оси четвертого измерения в системе сеток, относящейся к задуманной нами четырехмерной карте. Каждый единичный промежуток этой шкалы будет иметь, как мы видели в главе XIII, длину, равную $k$ единицам пространства, — а значения $k$ мы не знаем. Разумеется, если бы мы могли установить длину одного из этих промежутков, мы могли бы с ее помощью разметить и все остальные. Но единственный способ, каким мы можем узнать эту длину, состоит (как мы видели в прошлой главе) в том, чтобы сначала узнать неизвестную скорость $k$, с которой наши часы движутся в четвертом измерении, а затем отметить места, которых они достигли в этом измерении в начале и в конце одной из секунд, отсчитываемых ими во Времени 2. По формуле $kt_2 = s_4$ мы могли бы затем вычислить длину отмеченного так расстояния.

Но отрезочек, полученный таким путем, будет иметь весьма любопытный характер. Собственно говоря, характеров у него будет два, и притом различных. Во-первых, он будет указывать единичное расстояние, пройденное движущимися часами. В этом качестве он есть *единичный вектор переноса, тензор (скалярное значение) которого измеряет* $s_4$. Во-вторых, он будет чистым скаляром, измеряющим секунду Времени 2, — поскольку он отмечен тиканьями равномерно движущихся часов. Он определяет, по сути, *и* пройденное расстояние, и время, затраченное на прохождение этого расстояния.[3]

[3] Заметьте, что скорость он определять не может, так как время растет вместе с расстоянием.

С длиной такого рода мы встречаемся и в повседневной жизни. Промежуток, отмеченный по окружности циферблата, может иметь такой двойной характер. Он может определять и величину смещения стрелки, и время, за которое это смещение совершается.

Напомним себе еще раз, что мы делаем. У нас есть трехмерные часы, которые, согласно сериализму, движутся вдоль $S_4$ и отсчитывают секунды Времени 2 (Время 1 есть $S_4$). Скажем, что при двух последовательных тиканьях мы наблюдаем две объективные черты на пути в четвертом измерении, по которому движется наш инструмент. Мы хотим отметить на нашей шкале $S_4$ расстояние в четвертом измерении между этими двумя чертами. И мы понимаем, что, если нам это удастся, отмеченное расстояние будет и расстоянием, пройденным в $S_4$, или $T_1$, и *промежутком на шкале* $T_2$.

Мы надеялись сделать этот промежуток только длиной $S_4$, а затем ввести Время 2 как пятое измерение под прямым углом к этой длине, как на рис. 13. После этого мы собирались провести диагональную линию между осями $S_4$ (или $T_1$) и $T_2$, которая показывала бы, по отношению к этим осям, скорость, с какой движутся часы. Тогда мы изобразили бы движение «сейчас» второго члена стрелкой, направленной вверх по Времени 2. (Это, конечно, заставило бы длины $T_2$ представлять количества переноса.) Мы сможем начертить нечто похожее (хотя и не в точности такое) на эту картину — *после того*, как найдем искомую скорость. Но чтобы найти эту скорость, мы вынуждены сначала начертить картину, в которой шкала Времени 2 и шкала

$S_4$ (или Времени 1) занимают одно и то же положение. Так вот, мы можем показать на чертеже, что именно мы делаем, когда чертим эту предварительную картину. Рис. 14 показывает картину, к которой мы хотим прийти, — со стрелкой, направленной вверх по Времени 2, и с единицей Времени 2, отмеченной на оси $T_2$. Единица Времени 1 показана как пространственная длина $s_4$. Если бы теперь мы *повернули* ось $T_2$ *вместе с ее стрелкой* вокруг точки опоры $O$, пока она не легла бы вдоль оси $S_4$, так чтобы ее деления $T_2$ совпали с делениями $S_4$, а стрелка указывала вдоль $S_4$, то мы начертили бы в точности ту картину, которую дает нам наш способ исследовать $S_4$ инструментом, движущимся в этом измерении (см. рис. 15).

Ибо здесь горизонтальная линия есть тензор (скалярное свойство) вектора переноса с необходимой стрелкой и вместе с тем скаляр, указывающий единицу $T_2$, т. е. время, записанное часами.

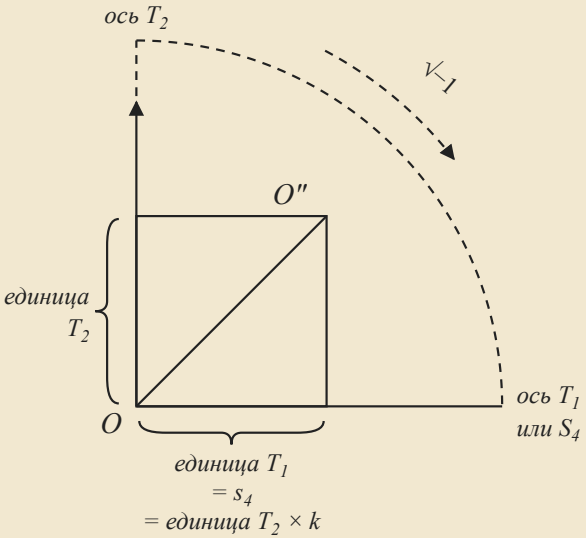



*Рис. 14*

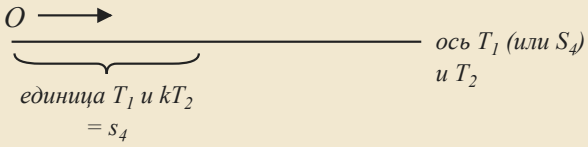



*Рис. 15*

Как же нам сложить рис. 14 гармошкой, пока он не предстанет перед нами тем рисунком 15, который есть единственная картина, какую мы можем начертить, исследуя четырехмерный мир нашей движущейся системой инструментов?

Сделать это можно лишь одним способом — умножить единицу $T_2$ на квадратный корень из минус единицы (пишется $\sqrt{-1}$).

Почему? Сожалею, но, чтобы понять почему, читателю придется изучить раздел математики, известный как исчисление «*кватернионов*» и изобретенный много лет назад знаменитым сэром Уильямом Роуэном Гамильтоном. Если он не желает утруждать себя этим, ему придется поверить мне на слово, что «кватернион» — название всякой операции, которая превращает один вектор в другой. Кватернион, который поворачивает вектор в новое направление, не меняя его длины, называется «*версором*». Версор, который поворачивает вектор на прямой угол, называется «*прямым версором*». Умножение вектора на прямой версор поворачивает его на прямой угол, а второе умножение повернет его еще на один прямой угол; так что в конце концов он укажет в сторону, противоположную той, в какую указывал вначале, и станет отрицательным вместо положительного. Если мы назовем исходный вектор $\beta$, а прямой версор — $i$, то вся операция сводится к

$$i \times i \times \beta = i^2\beta = -\beta,$$

откуда $i^2 = -1$. Так что $i$, которое, будучи умножено на $\beta$, поворачивает этот вектор на один прямой угол, равно $\sqrt{-1}$.

Следовательно, если мы умножим вектор $t_2$ на рис. 14 на $\sqrt{-1}$, мы повернем его на прямой угол в новое положение на рис. 15. Но тогда значение длины $s_4$ (единицы $T_1$) будет не $k \times$ единица $T_2$, а $\sqrt{-1} \times k \times$ единица $T_2$. Следовательно, хотя наблюдаемые длины в трехмерном пространстве не затрагиваются движением нашего инструмента вдоль четвертого измерения, все длины Времени 1 на нашей карте будут равны $\sqrt{-1} \cdot kt_2$, где $t_2$ — время, записанное часами.

Получившаяся карта будет довольно любопытной, и следует видеть, что она — плод чистого, неразбавленного сериализма.

Возьмем случай физика, который дошел до признания существования движущегося «сейчас». Допустим даже, что он принимает мысль, будто его инструменты находятся в этом «сейчас». Можно не сомневаться, что он увидит необходимость умножить записанное им время на неизвестное $k$, чтобы получить верную карту временной системы, в которой длится объектный мир. Но на этом он остановится. Время 2 и Время 1 для него одно и то же — есть только одно время, и, рассмотрев его как текущее, он сделал все необходимое со своей точки зрения. Поскольку он не намерен принимать в расчет Время 2, у него нет оси Времени 2, которую требовалось бы поворачивать, и, следовательно, ему незачем умножать записанное время на $\sqrt{-1}$. Предположим же, что ему нужно рассмотреть на своей четырехмерной карте наклонную мировую линию, такую как $ab$ на рис. 16. Проведя из $a$ линию $ac$ параллельно оси пространства, а из $b$ линию $bc$ параллельно оси времени, он получил бы прямоугольный треугольник. Длину $ac$ он выразил бы как $s$, а длину $cb$ — как $kt$. Мы знаем, что в этом прямоугольном треугольнике квадрат на $ab$ равен сумме квадратов на $ac$ и $cb$. Для него, следовательно, длина $ab$ (назовем ее «расстоянием») давалась бы следующей формулой:

$$s^2 + k^2t^2 = \text{расстояние}^2.$$

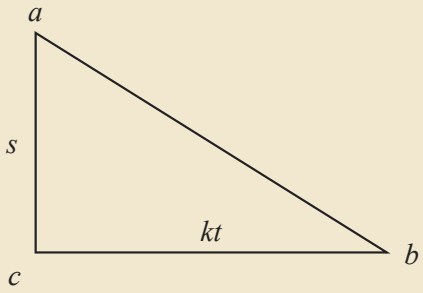



*Рис. 16*

Но сериалист, который признает различие между Временем 2 и Временем 1 (или $S_4$), должен повернуть свою ось Времени 2 с помощью $\sqrt{-1}$; и длину $cb$ он выразил бы как $\sqrt{-1} \cdot kt_2$. Его формула, следовательно, была бы такой:

$$s^2 + (\sqrt{-1} \cdot kt_2)^2 = \text{расстояние}^2.$$

Откуда

$$s^2 - k^2 {t_2}^2 = \text{расстояние}^2 \quad \ldots\ldots(3).$$

Карта, построенная по этому правилу, — карта, полученная наблюдением за инструментами, которые *движутся* вдоль четвертого измерения, — будет картой четырехмерного мира теории относительности, мира евклидова характера.

Рассмотрим теперь футовую линейку, которой снабжен наш движущийся инструмент. Мы можем изобразить ее пунктирной линией $B_1{B_1}'$ на рис. 17. Она движется вдоль оси $S_4$ с еще не найденной скоростью $k$. Ось $S$ — ось одного из трех других измерений пространства. Предполагается, что $B_1{B_1}'$ пересечена в точке $O$ неподвижной мировой линией $ab$, которая пересекает $B_1{B_1}'$ под углом 45°. (Это предполагает, что мы чертим нашу систему сеток с горизонтальными промежутками, равными

вертикальным.) Когда $B_1B_1'$ движется со скоростью $k$, $O$ будет двигаться вниз по $B_1B_1'$ к $B_1$ со скоростью, равной $k$. Так вот, скорость, представленная наклоном упомянутой мировой линии $ab$ под 45°, в любом мире, где наблюдаемое время умножено на $\sqrt{-1} \cdot k$, будет обладать самыми необычайными свойствами.

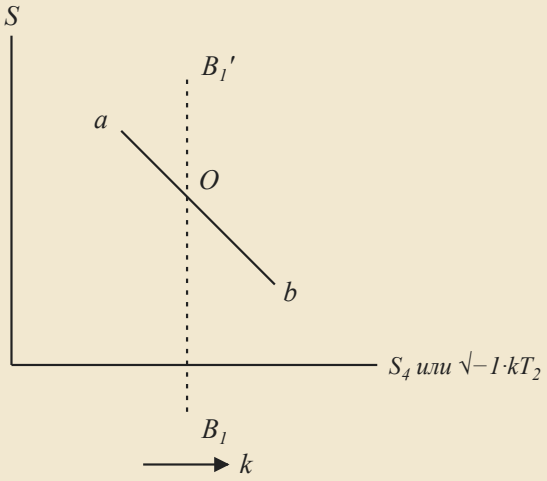



*Рис. 17*

Это доказал Минковский. Она будет предельной скоростью в том смысле, что ничто, используемое как *сигнал*, не сможет двигаться быстрее. И всякий объект, который движется с этой скоростью, покажется, по измерениям трехмерного наблюдателя, сжавшимся до нуля в направлении своего движения, сохраняя при этом обычную величину в других направлениях.

Именно эта скорость покажется нашему движущемуся инструменту скоростью $O$ вниз по шкале $B_1B_1'$ — скоростью, которая равна $k$.

Вот случай проверить, прав ли наш сериализм! Исследуем окружающую нас вселенную нашими трехмерными инструментами и посмотрим, не найдем ли мы где-нибудь скорость в трехмерном пространстве, обладающую указанными парадоксальными свойствами. Если нам посчастливится ее найти, это докажет, что наш способ — предполагать, что наш инструмент движется в $S_4$, — верен. Ибо волшебные свойства этой скорости будут *зависеть от* движения наших инструментов. А заодно ее скорость $k$ в трехмерном пространстве, которую мы сможем измерить нашими трехмерными инструментами, будет равна скорости «сейчас».

Мы находим ее сразу. Это скорость *света*. И физикам она известна как постоянная *c*.

Наше $k$, стало быть, и есть это $c$, скорость в 300 000 километров в секунду. И мы можем начертить ячейки нужной нам системы сеток так:

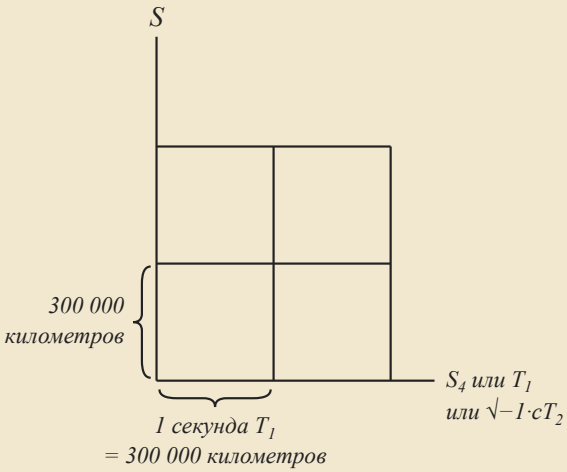



*Рис. 18*

Релятивисты поступали не так, как мы. Эйнштейн начал с того, что *предположил*, будто свет обладает иррациональными свойствами (чтобы объяснить результаты опыта Майкельсона — Морли). Минковский обнаружил затем, что, *если* время в реальном мире есть четвертое измерение с единицами, равными $\sqrt{-1} \cdot c \times$ наблюдаемое время, то волшебство перешло бы с поведения света на поведение $\sqrt{-1} \cdot c$.

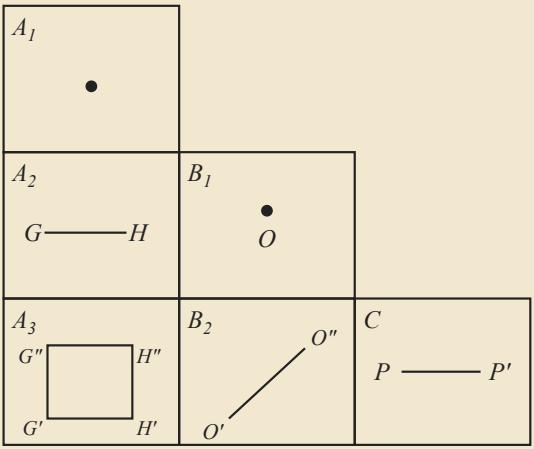
*Мы* показали, что если принять в расчет регрессивный характер времени, то мир, нанесенный на карту с помощью инструмента, находящегося «сейчас», *должен* быть миром, в котором наблюдаемые скорости имеют верхний предел и где скорость, равная этому верхнему пределу, будет вести себя так, как свет — вполне рационально — себя и ведет.

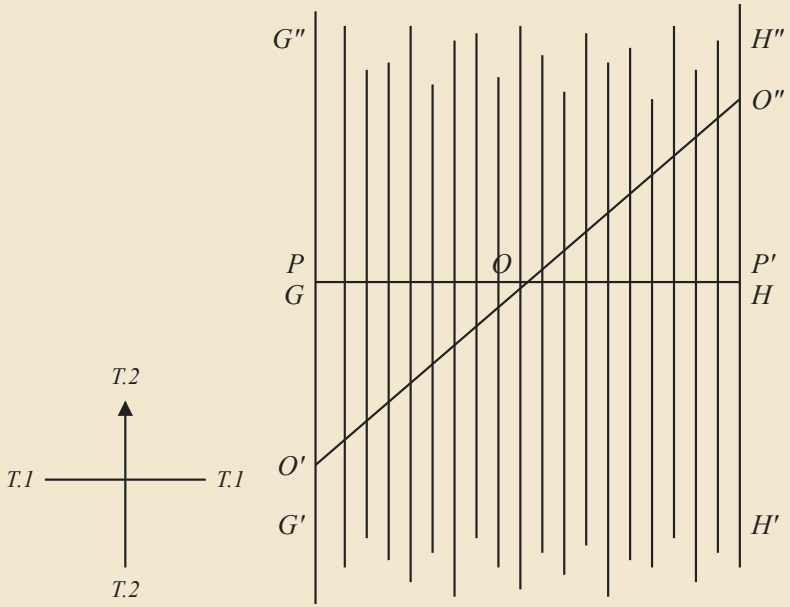
ГЛАВА XV

# РЕГРЕСС В ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

✦

Отныне читателю придется постоянно обращаться и к таблице из главы XI, и к рис. 11. Я знаю по опыту, что очень хлопотно разыскивать эти две иллюстрации, листая назад. К счастью, оказывается, что обе их как раз удается напечатать на одной странице; и я попросил мистера Льюиса повторить эту пару таким образом здесь же, следом. Тогда, если читатель заложит это место закладкой, он сможет без труда наводить справки.






Итак, взглянув на таблицу, он увидит, что карта, которую мы только что набросали, есть картина мира, каким его наблюдал бы воображаемый четырехмерный наблюдатель $C_1$ — наблюдатель, который может видеть, что инструмент $B_1$ *движется* вдоль $A_2$ (или $S_4$). Так вот, этот воображаемый наблюдатель может заметить, что движение $B_1$ вдоль $S_4$ требует времени. Возникает поэтому вопрос: почему бы ему не построить карту со временем в качестве пятого измерения — карту, которая показывала бы различные положения (в $S_4$) инструмента $B_1$ в различные мгновения этого времени пятого измерения? Но едва мы задаем себе этот вопрос, как обнаруживаем, что начерченная нами ось четвертого измерения и показывает положения (в $S_4$) инструмента $B_1$ в различные мгновения Времени 2 (которое *и*

*было* нашим временем пятого измерения); ибо деления на шкале этой оси указывают *и* пройденное расстояние, и Время 2, затраченное на прохождение этого расстояния. Так что же, мы избавились от времени — остановили регресс?

Что ж, посмотрим снова на эту ось $S_4$. На ней отложено Время 1, и Время 2 тоже. Именно так, и это значит, что инструмент движется не только по Времени 1 ($S_4$), но и по Времени 2. Время 2 отмеряет движение по Времени 1. Но можем ли мы сказать, что деления Времени 2 представляют время, затраченное на движение по делениям Времени 2?

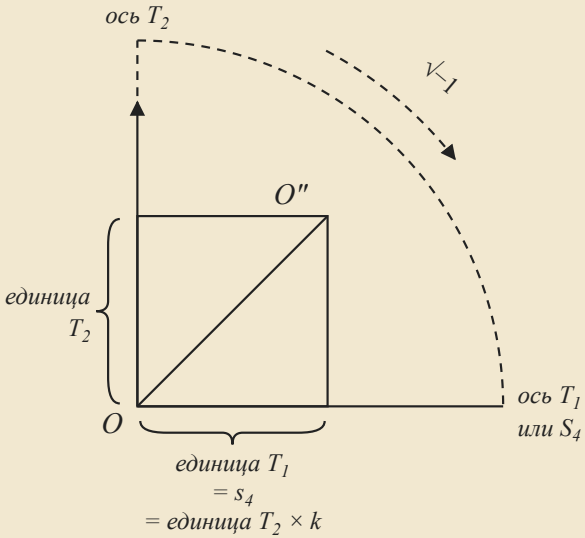
Возможно, читатель сочтет это крохоборством. Конечно же (может возразить он), мы вправе сказать, что Время 2 и Время 1 стали теперь одним и тем же абсолютным временем, так что если Время 2 отмеряет движение по Времени 1 (с чем он согласен), то оно отмеряет и движение по… ну, движение по самому себе.

Этот довод не выдержит и минутной проверки. Единственное наше основание утверждать, что Время 2 представляет время, затраченное на движение по Времени 1, — тот факт, что мы повернули ось $T_2$ так, что она наложилась на ось $T_1$ (или $S_4$). Стрелка показывала тогда — *что* же она показывала?

Рис. 14 повторен ниже. Заметьте, что он изображает *до* того, как совершится поворот. Наблюдатель 2 ($C_1$) движется вверх по измерению Времени 2, которое становится, следовательно, пятым измерением пространства и снабжено стрелкой, показывающей, что его длины представляют векторы переноса. Но время, которое отмеряет движение наблюдателя 2 вдоль этой оси, — не Время 2. *Это Время 3*, которое было бы нанесено на карту как измерение длины на следующей ступени регресса. И мы не можем сказать, что эта ось $T_2$, или $S_5$, представляет длины Времени 3, если мы

предварительно не умножили ось $T_3$ на $\sqrt{-1}$, чтобы повернуть ее в положение оси $T_2$. Тогда потребовалось бы *второе* умножение на $\sqrt{-1}$, чтобы повернуть ее дальше, до оси $T_1$, или $S_4$. Но два умножения на $\sqrt{-1}$ совершенно расстроили бы нашу карту мира теории относительности. Ось Времени 3 остается поэтому торчать над четырехмерной картой, которую мы приготовили, умножив $T_2$ на $\sqrt{-1}$.[4] И именно в этом пятом измерении нам придется указывать время, затраченное $B_1$ на движение вдоль оси $T_2$ после того, как последняя повернута. Стрелка в нашем четырехмерном мире имеет, следовательно, следующие функции:

[4] Представьте себе ось $T_3$ стоящей под прямым углом к странице, на которой напечатан рис. 11. Затем представьте, что смотрите вверх вдоль чертежа, держа глаз на уровне нижнего края страницы, так что вся фигура в перспективе сокращается в горизонтальную линию — с движущейся по ней *O*. Ось $T_3$ будет тогда осью того чертежа, на котором вам нужно наносить последовательные положения *O*.




Она превращает не только $T_1$, или $S_4$, *но также и* $T_2$ (теперь $\sqrt{-1} \cdot cT_2$) в единый тензор единого вектора переноса, оставляя $T_3$ шкалой времени, затрачиваемого инструментом на движение по $\sqrt{-1} \cdot cT_2$.

Нам пришлось прийти к этому выводу довольно извилистым путем; но теперь, когда мы знаем, где стоим, мы видим, что есть более простой способ подойти ко всему делу.

Предположим, что мы умножаем ось $T_3$ на $\sqrt{-1}$ — *один раз*. Это повернет ее в положение, совпадающее с положением оси $T_2$. Затем зададим постоянной $k$ неизвестной величины скорость наблюдателя 2 ($C$) вдоль оси $T_2$ (или $S_5$). Тогда всякая длина на оси $T_2$ будет иметь значение

$$t_2 = \sqrt{-1} \cdot kt_3 = s_5.$$

Затем проведем в плоскости, заданной осью обычного пространства $S$ и осью $T_3$ (лежащей вдоль $T_2$), линию $ab$, рассчитанную по формуле

$$s^2 = k^2 {t_3}^2 = \text{квадрат длины } ab.$$

Далее проводим $OO''$ из $O$ под углом 45°. Затем, проводя из $a$ и $b$ линии, параллельные $T_1$, проецируем $ab$ на плоскость, заданную $OO''$ и осью $S$. После этого линиями, проведенными перпендикулярно к $T_1$ из этих спроецированных $a$ и $b$, проецируем $ab$ на плоскость, заданную осями $T_1$ и $S$. Ясно, что четырехмерная карта, построенная таким путем, будет в точности такой же, как карта, которую мы построили прежде, положив $t_1 = \sqrt{-1} \cdot kt_2$. Тогда $k$ будет для $B_1$ скоростью света, а для $C$ — скоростью $B_1$.

Я предложил ось $T_3$ как предмет умножения потому, что тогда карта приведет нас к решающему второму члену регресса, т. е. покажет, как Время 2 соотносится с Временем 1 и Временем 3. Но ясно, что на самом деле нам нужно умножить на $\sqrt{-1}$ ось *абсолютного времени*. Тогда бесконечно регрессивная карта будет верна, как бы далеко мы ее ни продолжали.

Можно, конечно, поступить и иначе: считать каждую из бесконечного числа осей времени умноженной по отдельности на $\sqrt{-1}$, так что каждая повернута в положение, которое прежде занимала ось ближайшего нижележащего члена.

Но как бы мы ни решили смотреть на дело, в результате оси $T_2$ и $T_1$ займут одно и то же положение, а для дальнейшей карты, на которой надо наносить последовательные положения движущегося инструмента $B_1$, останется своя ось. И во всех принятых в расчет измерениях ячейки систем сеток будут квадратами со сторонами, равными $\sqrt{-1} \cdot ct_n$, где $t_n$ — предельное

из рассматриваемых времен. Это $t_n$ будет, конечно, равно $t_1$, или $t_2$, или $t_3$, или любому дальнейшему (и, в сущности, излишнему) времени, какое мы пожелаем рассмотреть.

ГЛАВА XVI

# ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА НАБЛЮДАТЕЛЯ 2

✦

Величины, которые рассматриваются в задачах классической динамики, таковы:

пространство, обозначаемое $S$,[1]

время, обозначаемое $T$,

масса, обозначаемая $M$,

сила, обозначаемая $P$.

[1] Чаще пространство обозначают через $L$, то есть «длина», но я считаю, что это может сбить читателя с толку.

Иногда удобно обозначать пространство, пройденное за промежуток времени, или $S/T$, через $V$, что означает скорость.

Как эти величины связаны между собой, показывает следующее уравнение:

$P = MS/T^2$ ……(4).

Если мы умножим обе части этого уравнения на $T$, то получим

$PT = MS/T = MV$ ……(5).

Эта величина $MV$, равная $PT$, задает размерность «*количества движения*», которое порождается в движущейся массе за то время, пока на эту массу действует сила.

Но вместо того чтобы умножать обе части уравнения (4) на $T$, мы можем умножить их на $S$, что дает нам

$PS = MS^2/T^2 = MV^2$ ……(6).

Эта величина $MV^2$, равная $PS$, задает размерность «*энергии*», которая порождается в движущейся массе за то время, пока действует сила.[2]

---

[2] Численно $mv^2$ есть «*живая сила*», то есть удвоенная энергия; но, следовательно, она пропорциональна энергии, а числовой множитель для настоящих расчетов значения не имеет.

Наконец, умножим обе части уравнения (4) на $ST$. Получится

$PST = MS^2/T$ ……(7).

Эта величина, $PST$ или $MS^2/T$, называется «*действием*», и интерес она представляет совершенно особый. Давным-давно было открыто, что все законы, управляющие путями, которыми система переходит от одной конфигурации к другой, можно рассматривать как простые следствия единого общего закона: действие, затраченное на такой переход, должно быть наименьшим из возможных при данных обстоятельствах. Говорили, что этот «принцип наименьшего действия» управляет в физике всем — от пути планеты до пути светового импульса.

Ясно, что эту любопытную величину $PST$ можно рассматривать как $PT \times S$, то есть как количество движения, умноженное на пространство. А можно рассматривать ее как $PS \times T$, то есть как энергию, умноженную на время. Этот последний взгляд на нее очень ясно выводит на свет самую интересную черту действия. Ведь энергия, $PS$, трехмерна, а если умножить ее на $T$, результат будет четырехмерным. Таким образом, действие — это признак четырехмерного мира, признак, который трехмерный наблюдатель раскладывает на составляющие: энергию и время.

Пробежав глазами приведенные уравнения, читатель заметит, что они показывают взаимную связь того, что по сути есть две системы единиц. Все наши задачи мы можем выражать через три размерности *P*, *S* и *T* или, с тем же успехом, через три размерности *M*, *S* и *T*. Уравнение (4), а именно

$P = MS/T^2$,

которое можно записать также в виде

$M = PT^2/S$ ……(8),

служит связующим звеном между двумя системами. Первая его форма выражает *P* в системе *MST*, то есть представляет силу как название для массы × ускорение ($S/T^2$ есть ускорение). Вторая выражает *M* в системе *PST*.

У системы *MST* есть мнимое преимущество: *M*, то есть «массу», можно спутать с философской «материей», находящейся в определенном месте пространства. На самом же деле уравнения ничего не говорят вам о положении «материи» — разве что вы заранее согласились принять мысль, будто масса «куска материи» находится в его центре тяжести. Если не делать допущений такого рода, то ни та ни другая система в чистой динамике вообще не упоминает о материи. В системе *MST M* помещается в отмеченной точке пространства; в системе *PST P* приложена к отмеченной точке пространства.

Зато у системы *PST* есть настоящее преимущество — простота, как покажет следующая таблица.

| | **Система *PST*** | **Система *MST*** |
|---|---|---|
| Количество движения | $PT$ | $MS/T$ |
| Энергия | $PS$ | $MS^2/T^2$ |
| Действие | $PST$ | $MS^2/T$ |

Рассмотрим теперь случай физика-классика, который следит за поведением своего прибора $B_1$ и выводит отсюда, каков предельный объектный мир. Он нанес бы этот мир на карту как четырехмерное построение, в котором время — лишь воображаемое четвертое измерение (вроде того, что мы видим на барометрической диаграмме). Но он совершенно не сознавал бы, что свой прибор $B_1$ необходимо считать движущимся вдоль этого измерения над протянувшейся в нем объектной системой. Поэтому время было бы для него простой скалярной величиной, и в таком виде оно входило бы во все его физические выражения. Но в *нашем* четырехмерном континууме некоторые физические величины выглядят иначе. Те из них, что состоят из $P$ и $S$ или из сочетаний $P$ и $S$, где $S$ — любое из трех измерений «обычного» пространства, не испытывали бы влияния движения прибора; и в том, что касается их, физик-классик и мы были бы согласны. Но всюду, где он написал бы $T_2$ (наше название для времени, которое показывают его часы), мы должны были бы написать $icT_2$. Так, там, где он нанес бы на свою карту количество движения $Pt_2$, нам придется поставить величину $icPt_2$. Внеся эту поправку всюду, где нужно, мы находим следующее.

| | **Что физик-классик считает** | **Что считаем мы** |
|---|---|---|
| Время | $T_2$ | $icT_2 = S_4$ |
| Скорость | $V = S/T_2$ | $V/ic = S/S_4$ |
| Масса | $M$ | $-c^2M$ |
| Количество движения | $PT_2$ | $icPT_2 = PS_4$ |
| Действие | $PST_2$ | $icPST_2 = PSS_4$ |

Все эти величины, не забудем, относятся к объектному миру.

В том, что мы можем назвать «первоначальной» теорией относительности, Эйнштейн указал, что масса в четырехмерном мире должна быть массой, умноженной на $c^2$. Удовлетворительного объяснения тому, почему в таком случае это $Mc^2$ наблюдается нашими приборами как просто $M$, дано не было — был сделан вывод, что $Mc^2$ должно быть энергией, связанной с каким-то «внутренним» волнением или чем-то в этом роде внутри атома, — внутренней энергией, которую не мог бы наблюдать ни один прибор. Но важный — и противоречащий самому себе — вывод, который отсюда сделали, состоял в том, что масса и энергия — одно и то же. Мы можем рассказать историю поразумнее. Энергия $-Mc^2$ есть просто энергия вдоль четвертого измерения, обусловленная относительной скоростью $c$, существующей между прибором и субстратом.

Читатель, возможно, захочет узнать здесь, может ли эта относительная скорость меняться. Ответ таков: формула длин на четырехмерной шкале, $s_4 = ict_2$, делает эти длины зависящими от $c$. Если $c$ уменьшится, то расстояния, которые мы отмечаем на шкале $S_4$ при каждом тиканье наших движущихся часов, станут короче, тогда как длины наших единиц пространства останутся неизменными. Следовательно, наклонные мировые линии (положение которых не зависит от того, как их рассматривает $B_1$) показывали бы $B_1$, что в трехмерном пространстве проходятся прежние расстояния, но что теперь на путь уходит большее число секунд. Таким образом, замедление скорости «сейчас» привело бы к уменьшению всех скоростей, наблюдаемых прибором, в том числе и той предельной скорости, которая всегда есть скорость, присущая свету. Стало быть, замедляется ли скорость вашего

«сейчас», можно узнать, посмотрев, не уменьшается ли скорость света.

Из наблюдений совершенно ясно, что эта скорость не меняется всякий раз, когда $B_1$ передает энергию $A_1$ или получает от него энергию.

Теперь мы можем заполнить нашу таблицу.

$A_1$ для $B_1$ — содержимое поля трехмерного наблюдения. Это содержимое представляется $B_1$ изменяющимся; но история этих изменений должна наноситься на карту (говорит $B_1$) в измерении времени, а поле содержит лишь мгновенный вид своего содержимого. В системе $PST$ $A_1$ должно быть $PS$ — сопротивлением, которое встречает прибор, умноженным на расстояние $S$, на которое сместилась точка приложения со времени последнего наблюдения.

Далее нам нужно заполнить $A_2$. Это легко: $A_2$ есть временна́я история изменений в $A_1$. Физик викторианской эпохи записал бы ее как $PST_2$. ($T_2$, напомню, — наше выражение для времени, которое показывают часы $B_1$.) Человек, который, допуская движение прибора вдоль Времени 1, не понимает, что получающаяся карта предполагает поворот на прямой угол всех осей регрессивного времени, — этот человек пренебрег бы знаком поворота, $i$, и описал бы $A_2$ как $PS \times cT_2$. Мы же, как мы видели, ставим вместо этого $PS \times icT_2$.

$B_1$, разумеется, имеет ту же размерность, что и все, что он абстрагирует в $A_1$, а именно $PS$.

Для сравнения привожу нашу таблицу и таблицу, в которой поворот осей времени упущен из виду.

| **Поворот осей времени упущен** | | **Наша таблица** | |
|---|---|---|---|
| $A_1$<br>$PS$ | | $A_1$<br>$PS$ | |
| $A_2$<br>$PS \times cT_2$ (1)<br>$= PS \times S_4$ (2) | $B_1$<br>$PS$ | $A_2$<br>$PS \times icT_2$ (1)<br>$= PS \times S_4$ (2) | $B_1$<br>$PS$ |

В каждой таблице я дал оба описания $A_2$. Можно заметить, что единственная разница между двумя таблицами в том, что в первом из этих двух описаний мы пишем $icT_2$ вместо $cT_2$. Но из-за этого $S_4$ нашей таблицы оказывается совсем не тем, что $S_4$ левой таблицы.

Если теперь мы добавим к нашей таблице правильное описание $C$, то продолжим регресс достаточно далеко. Дальше были бы лишь повторения уже открытых отношений. А $C$ ($PP'$ на рис. 11) имеет ту же размерность, что и $A_2$ ($GH$ на той же схеме). Так что наша таблица выглядела бы так:

| | | |
|---|---|---|
| $A_1$<br>$PS$ | | |
| $A_2$<br>$PS \times icT_2$ (1)<br>$= PS \times S_4$ (2) | $B_1$<br>$PS$ | |
| $A_3$ | $B_2$ | $C$<br>$PS \times icT_2$ (1)<br>$= PS \times S_4$ (2) |

Если мы захотим заполнить $A_3$, это не составит никакого труда. $T_2$ на рис. 11 умножено на $ic$, что поворачивает его в положение $T_1$. $T_3$

умножено на *ic*, что поворачивает его в прежнее положение $T_2$. Так что $A_3$ принимает вид

$$\begin{aligned} &A_3 \\ &PS \times icT_2 \times icT_3 \quad (1) \\ &= PS \times S_4 \times S_5 \quad (2) \end{aligned}$$

Достаточно ясно, что $C$ как (1) $PS \times icT_2$ будет абстрагировать ту же величину из $A_3$ как

(1) $PS \times icT_2 \times icT_3$.

И что $C$ как (2) $PS \times S_4$ будет абстрагировать эту величину из $A_3$ как (2) $PS \times S_4 \times S_5$.

Для человека, пренебрегшего своим знаком поворота, $i$, никакого $A_3$, разумеется, нет. Его мир ограничен $A_2$ и $B_1$, причем свет в первом из них ведет себя совершенно безумно. Его $B_1$, который он считает движущимся, не должен вмешиваться, потому что (как мы увидим дальше) это внесло бы самую безнадежную путаницу. Не имея $A_3$, он не имеет и $B_2$, а — что важнее — и $C$. Это последнее упущение сделает его положение совсем отчаянным, когда он столкнется с современной «квантовой» физикой. По сути, он основательно перепутал свою вселенную, и умножение $T_2$ на $c$ не помогло ему ни на йоту.

Вернувшись на более гладкие дорожки сериалиста, мы можем заполнить $B_2$. Помня, что $T_2$ на рис. 11 заменено на $icT_3$ (вследствие поворота осей), мы видим, что $B_2$ должно быть

$$\begin{aligned} &B_2 \\ &PS \times icT_3 \quad (1) \\ &= PS \times S_5 \quad (2) \end{aligned}$$

Очевидно, что $C$ как (2) $PS \times S_4$ будет абстрагировать $PS$ из $B_2$ как (2) $PS \times S_5$. Но читателю, возможно, трудно будет понять, почему $C$ как (1) $PS \times icT_2$ должен абстрагировать из $B_2$ как (1) $PS \times icT_3$ только $PS$. Он может предположить, что абстрагироваться должно $PS \times ic$. Пусть же он помнит, что $ic$ введено не как самостоятельно существующий множитель, а как множитель-определение, относящийся только к нашим осям времени. Их он поворачивает и обращает в пространство. Мы не можем отнять его у них и присоединить к чему-нибудь другому. $PS \times ic$ было бы бессмыслицей.

Где же во всем этом место массе? Да ведь мы всегда можем подставить $MV^2$ вместо $PS$. Ибо $M$ в нашей таблице становится $-Mc^2$, а $V$ становится $V/ic$; так что, естественно,

$-Mc^2 \times V^2/i^2c^2 = -Mc^2 \times V^2/-c^2 = MV^2$.

Но массу — просто массу, без определений-украшений — $B_1$ не наблюдает. Она есть вывод, и очень сложный, из наблюдения $MV^2$. Это мы увидим, когда дойдем до физиологической стороны регресса.

Ясно, что этот физический регресс пойдет по намеченным линиям так далеко, как нам будет угодно его вести. Но разбирать его дальше наблюдателя второго члена $C$ ничего не даст. Остальное будет лишь повторениями, показывающими то отношение между наблюдателем, «я» и объектным миром, которое уже было наглядно показано в таблице, содержащей $C$.

* * * * * *

С теорией относительности мы пока покончили. Наш сериализм показал нам, почему $\sqrt{-1}$ непременно входит во все расчеты теории относительности (да, если на то пошло, и во все атомные расчеты). Короче говоря, мы не можем получить мир

Минковского иначе, как повернув ось второго измерения времени так, чтобы эта ось совпала с осью четырехмерного времени. Когда это сделано, четырехмерная картина предстает такой, какой ее нанесли на карту по наблюдениям трехмерного прибора, движущегося над четырехмерной протяженностью объектного мира, и становится очевидно, что скорость этого движения — каково бы ни было ее значение — породит в трехмерном мире, видимом прибору, равную ей предельную скорость со всеми замечательными свойствами скорости света. Но необходимый поворот оси $T_2$ невозможно выполнить, не признав сначала бесконечного регресса осей времени, заложенного в самом понятии второго измерения времени, и это поворот, который влечет за собой такой же поворот всех остальных осей.

ГЛАВА XVII

# КВАНТЫ, ВОЛНЫ, ЧАСТИЦЫ И ПРИНЦИП НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

✦

14 декабря 1900 года доктор Макс Планк из Берлина сообщил Германскому физическому обществу об открытии странной новой постоянной, которую он обозначил буквой *h*. Очень скоро стало ясно, что это *h* — не что иное, как *атом действия*, атом *PST*. Теперь оно повсюду известно как «*квант*» Планка.

Планк изучал излучение, и то, что доказали его опыты, можно объяснить совсем просто. Если мы условимся, что *T* в *PST* обозначает период колебания волны, то, очевидно, можно сказать, что

*PS* = *PST*/Период,

а это значит: Энергия = Действие/Период.

Планк показал, что действие в правой части уравнения должно состоять из неделимых атомов. Поскольку долей этих атомов существовать не может, уравнение должно принять вид

Энергия = *nh*/Период ……(9),

где *n* — некоторое целое число, а *h* — атом действия, квант.

Если же вместо того, чтобы считать *T* периодом, мы будем считать *S* длиной волны, то ясно, что

*PT* = *PST*/Длина волны,

или

Количество движения = Действие/Длина волны,

что открытие Планка вынуждает нас записать как

Количество движения = $nh$/Длина волны ……(10).

Следует заметить, что эти два уравнения, (9) и (10), не позволяют нам считать атомарными ни энергию *PS*, ни количество движения *PT*. Ведь период в (9) и длина волны в (10) — обе величины переменные. Но неатомарное количество энергии, равное одному атому $h$, деленному на период колебания, оказалось не менее важным, чем любой атом. Теперь его называют «*фотоном*», и твердо установлен закон, что при всяком взаимодействии между наблюдающим прибором и наблюдаемым объектом передается энергия в виде одного или нескольких фотонов. Более того, Эйнштейн еще в начале века показал, что каждый «фотон», $h$/период, должен приходить к принимающему прибору в виде частицы, летящей как пуля, а не в виде волны. Ничто, не обладающее этими «пулевыми» свойствами, не могло бы произвести так называемый «фотоэлектрический» эффект.[3]

[3] Очень ясное и простое изложение этого эффекта читатель найдет в последней главе книги сэра Уильяма Брэгга «*Вселенная света*».

Но (вполне может спросить читатель) если эти фотоны — *частицы*, несущие разное количество энергии, то что означает «период» в определении фотона как $h$/период?

Видите ли, беда была в том, что если выставить фотографическую пластинку под прямой пучок света, то на нее не попадало ничего, кроме частиц; но если пропустить этот пучок сначала через так называемую «решетку», то получалось в точности то же самое, как если бы пучок состоял из одних только расходящихся световых волн. У этих волн были бы длина и период. У фотонов же были энергия и количество движения. И закон, который выявился, связывал световую частицу в одном

опыте со световой волной в другом двумя уравнениями (9) и (10), дополненными так:

Энергия световой частицы = $h$/Период световой волны,

Количество движения световой частицы = $h$/Длина световой волны.

Ньютон считал, что свет состоит из частиц, выбрасываемых источником во все стороны. Его современник Гюйгенс предложил теорию «импульсов», которая, будучи видоизменена и расширена Юнгом и Френелем, стала волновой теорией. Она и господствовала в промежутке до прихода Планка. Решающим опытом была «дифракция» света с помощью упомянутой выше «решетки». «Решетку» проще всего представить как препятствие, которое не пропускает свет иначе как через маленькие отверстия, оставленные для этой цели. Когда волна натыкается на такое препятствие, всякая ее часть, подошедшая к отверстию, проходит сквозь него целой, но затем расходится полукруглой волночкой, бегущей от отверстия как от центра. Расходясь так от всех отверстий решетки, волночки пересекают пути друг друга. А когда две волны пересекаются и гребень одной приходится как раз на впадину другой, волновое движение полностью гасится. Если же гребень одной приходится на гребень другой, волновое действие усиливается. Волночки, бегущие от отверстий, падают на все части принимающего экрана, но та часть, которая ближе всего к волночке, вышедшей с одного края решетки, дальше всего от волночки, вышедшей с другого края. Поэтому в одних местах экран встречает волночки, идущие в ногу, в других — волночки, совершенно сбившиеся с шага и потому гасящие друг друга, а в третьих — волночки, сбившиеся с шага отчасти. В итоге на экране получается любопытный узор из концентрических колец, где свет чередуется с темнотой, — «дифракционная» картина. Казалось

невероятным, чтобы какой-либо поток частиц мог произвести такое действие, — и волновая теория одержала верх.

Открытие фотоэлектрического эффекта уравняло шансы. Если частицы не могли объяснить дифракционных картин, то волны не могли произвести того, что мы видим, нажав кнопку своего «Кодака».

То, что световые частицы могли вести себя как волны, наводило, конечно, на мысль, что этим любопытным свойством могут обладать частицы любого рода; и в свое время появилась волновая теория материи вообще. Первым ее создал де Бройль, а позже в улучшенном виде изложил Шредингер (пришедший к ней совершенно самостоятельно). Можно сказать, что завершил работу Дирак.

В волновых теориях частицы — это всего лишь волновые *группы*, подобные участкам ряби на море. Волны, из которых составлены эти группы, теоретически могут простираться по всему пространству, но они гасят друг друга повсюду, кроме как раз области неспокойного участка. Такая волновая группа в большинстве случаев будет двигаться медленнее, чем сами волны, из которых она составлена.

Разложить по отчетливым разрядам философские позиции, которые физики заняли по отношению к этим «волнам», почти невозможно. Но можно проследить смутное деление на две главные школы мысли.

Первая школа считала волны реальными, а «частицу» — лишь названием для волновой группы. Волны, рассматриваемые с этой точки зрения, можно было бы назвать «метафизическими волнами».

Вторая считала лежащей в основе реальностью частицу, а волны — чисто эпистемологическими, то есть математическим

изображением неведения наблюдателя насчет нынешнего положения частицы.

Возражение против первой позиции было непреодолимым. Ничто не могло помешать этим волновым группам расплываться. Расплывание могло быть медленным, но даже при самой медленной возможной скорости оно было бы слишком быстрым, чтобы мир мог существовать таким, каким мы находим его сегодня. Приведу слова Ч. Г. Дарвина: «Даже если бы мы считали, что мир был изначально создан в виде четко очерченных „волновых пакетов“, они, несомненно, к настоящему времени расплылись бы беспредельно. Можно сказать, что существование окаменелостей, сохранивших свою форму неизменной в течение нескольких сотен миллионов лет, опровергает достаточность волновой теории».

Эпистемологическая волна, или, как ее называли, «волновой пакет вероятности», была свободна от этого возражения. Если частица двигалась с неизвестной скоростью в неизвестном направлении, то наше неведение насчет ее местонахождения возрастало бы с течением времени, и область, которая могла бы ее содержать, расширялась бы так же, как расширялась бы область пакета реальных волн. Более того, шансы найти частицу в любой точке этой области были бы в точности равны «*интенсивности*» воображаемого расширяющегося волнового пакета в этой точке. Опыт, обнаруживший истинное положение частицы, положил бы конец неопределенности, и волновой пакет чисто воображаемых волн внезапно сжался бы до крошечной области, занятой реальной частицей. Возражение, что впадины волн должны были бы изображать «отрицательные» вероятности, было неудобным, но оно казалось не таким сокрушительным, как возражение против представления, будто волновая группа реальна и все же

внезапно сжимается всякий раз, когда ставят опыт, чтобы выяснить, не частица ли она на самом деле.

Эти вопросы обострились, когда обнаружилось, что электроны, точно так же как предполагаемые световые частицы, могут давать «дифракционную» картину. Это открытие сделал Томсон.

Я не собираюсь тащить читателя через технические подробности различных опытов, показавших кажущуюся двойственную природу любой предполагаемой частицы. Превосходные и ясные их описания, богато иллюстрированные, он найдет в книге сэра Уильяма Брэгга «*Вселенная света*», а неоценимая книга Ч. Г. Дарвина «*Новые представления о материи*» покажет ему, как именно связаны между собой два класса опытов — те, что обнаруживают частицы, и те, что показывают волны. Опытные данные можно свести к следующему.

(1) Предполагаемые частицы, направленные на экран, покрытый кристаллами сернистого цинка, вызывают крошечные вспышки в тех точках, куда они ударяют, показывая тем самым строго местный характер столкновения.

Предполагаемые частицы, пролетающие через камеру Вильсона, вызывают сгущение влаги вдоль следов предполагаемых крошечных тел. Эти следы показывают, что пролетело нечто очень малое, движущееся в пространстве совершенно обычным образом.

(2) Потоки предполагаемых частиц, падающие на фотографическую пластинку после того, как на них подействовала «решетка», дают дифракционную картину, какую дали бы предполагаемые волны.

(3) *Два класса опытов нельзя соединить.* Невозможно обнаружить одновременно и «облик частицы», и «облик волны»

того, что бы ни было предельной реальностью. Следовательно, мы не можем отступить к представлению о группе реальных волн, содержащей реальную частицу.

Все сводится к следующему: поставьте ловушку на частицы — и вы поймаете частицы; поставьте ловушку на волны — и вы поймаете волны. И *все* опыты кажутся решающими, окончательно исключающими либо тот облик, либо другой. У сериалиста это вызывает подозрение, что на самом деле речь, может быть, идет о *природе опыта, а не о природе объекта*.

В общий котел неприятностей мы можем добавить еще пару приправ. Волны Шредингера — это волны не в одном пространстве, а в пространстве и времени. Каждому электрону для его волн требуется все обычное трехмерное пространство, и он не допускает в этом пространстве присутствия никакого другого электрона. Двум электронам требуется пространство шести измерений — по три на каждый, — и так далее. Рядом с этим сериалист с его скромным регрессом измерений времени выглядит совсем робким.

Читатель должен помнить, как замешан во всех этих трудностях квант — атом действия. Вся волновая теория усеяна *h*. И *h* появляется снова в том, что известно как «принцип неопределенности Гейзенберга», — принцип, к рассмотрению которого мы теперь должны перейти.

Всякий опыт (как я твердил *до тошноты*) есть вмешательство в объектную систему чего-то трехмерного, что считается отдельным от этой системы. И опять же, всякое наблюдение трехмерным прибором включает обмен энергией между прибором и его объектом и потому есть вмешательство в этот объект. Так вот, Гейзенберг заметил, что то, что должно в таких случаях пройти между наблюдающим и наблюдаемым, не может

быть меньше одного фотона, $h$/период, и не может отличаться от него по размерности, — а это энергия, заключенная в одном атоме действия $h$. Следовательно, всякое измерение действия $PST$ должно быть неточным на величину, заключенную в $h$.

Таким измерением было бы, например, одновременное измерение $PT$ и $S$ в случае частицы. Полная неопределенность $h$ в величине действия должна проявиться в отдельных измерениях $PT$ и $S$, так что наша неопределенность насчет количества движения частицы, умноженная на нашу неопределенность насчет ее положения, не может быть меньше $h$. В этих расчетах мы пишем $p$ для количества движения и $q$ для координаты, дающей положение частицы в момент опыта. «Неопределенность» обозначается через Δ. Так что уравнение Гейзенберга гласит:

$\Delta p \Delta q \sim h$.

(~ означает «того же порядка величины, что и».)

Этот принцип неопределенности, по-видимому, абсолютно нерушим, так что нам лучше точно выяснить, что он означает. К счастью, смысл его чрезвычайно ясен и точен.

Удар прибора, измеряющего скорость, изменяет скорость предполагаемой частицы в непредсказуемой мере. Два измерения — положения и количества движения — предполагаются одновременными. Прекрасно:

*В этот миг нынешнее* положение частицы и ее *прошлая* скорость могут быть определены с какой угодно точностью. Принцип неопределенности к этим двум определениям не применяется. Но

*в этот миг* чем точнее мы измеряем *нынешнее* положение частицы, тем больше становится неопределенность в нашем знании ее *будущей* скорости, так что

Δ нынешнего $q$ × Δ будущего $p \sim h$.

Все физики, в том числе и сам Гейзенберг, согласны в этих двух фактах.

Так *чья* же это неопределенность? Никто не станет спорить, что наблюдатель пребывает в неопределенности, так что это мы можем принять как данное и перейти к следующему вопросу. Есть ли *в одном только этом принципе неопределенности* хоть тень повода предполагать, что *во вселенной вообще не может быть такой вещи*, как частица, обладающая одновременно и определенным положением, и определенной скоростью?

Я постарался поставить этот вопрос прямо, но те, кто полагает, что есть основания ответить на него утвердительно, выражаются менее ясно. «Для физика важна только скорость после измерения», — говорит Гейзенберг. Почему? Разве не входит в задачу физика объяснять, что произошло, — показывать, как возникло такое-то положение дел? Сэр Артур Эддингтон опять же замечает, что скорость, которую мы устанавливаем двумя последовательными измерениями, «есть чисто ретроспективная скорость». Но значит ли это, что приобретенное нами знание о ней следует оставить без внимания? Если да, то почему?

Правда в том, что принцип неопределенности Гейзенберга дает прямой ответ на вопрос, считать ли «волны» Шредингера эпистемологическими или метафизическими. И ответ этот — против метафизиков.

Ибо предположим, что волны объективно реальны. Предположим, что Природа ничего не знает о таких вещах, как частицы. Тогда мы обнаружили бы, что наша предполагаемая «частица» — выдумка нашего грубого воображения, приученного постигать макроскопический (крупномасштабный) мир. И если бы мы оказались настолько глупы, чтобы настаивать, будто волновая группа не показывает ничего, кроме нашего

собственного неведения насчет того, что мы сделали с частицей в ходе опыта, Природа уличила бы нас во лжи.

*Но ее приговор был бы ретроспективным.*

Этого никак не обойти. При таких обстоятельствах мы обнаружили бы, что предполагаемая частица *никогда, ни в какой момент не обладала* двумя взаимоисключающими свойствами — точностью положения вместе с точностью скорости. Волновая группа не допустила бы этого. Мы обнаружили бы, что точность скорости всегда изменялась обратно точности положения.

Прекрасно. Я делаю шесть последовательных определений положения предполагаемой частицы; эти определения, согласно принципу неопределенности, могут быть теоретически сколь угодно точными. Каждое из этих определений, после первого, сообщает мне скорость частицы со времени предыдущего измерения. Каждое определение нарушает ранее установленную скорость, но в каждом случае, кроме последнего, я могу точно сказать, каковы были величина и направление этого изменения скорости. Итак, у меня есть история частицы, показывающая, что она обладала определенным положением и определенной скоростью в четырех случаях, по мнению моих противников, и в пяти случаях, по моему мнению. Признанных четырех случаев для моей цели достаточно. Природа тогда ничего не знала — о *принципе неопределенности*!

С тех пор она о нем услышала — от новых метафизиков, — но совершенно не в силах изменить свое прискорбное прошлое. Самое большее, что она может сделать, — это поскорее согласиться, что знание метафизика о том, что сталось с частицей с тех пор, как он в последний раз по ней ударил, можно математически изобразить интенсивностью волны. Она горячо

надеется, что он удовольствуется этой временной заменой и не станет копать глубже.

Он никогда и не копает.

Убедительно! Разумеется. Но *все* доводы в этой *путанице* убедительны. Не будь этого, не было бы и неразберихи. Вот ответ мне самому. Если волны лишь воображаемые, как могут они оставлять след на фотографической пластинке?

Заметьте, пожалуйста, что это пример того, как ведется спор. Ни одна сторона не может опровергнуть доводы противников — ей приходится довольствоваться тем, что она выдвигает другой довод совершенно иного рода. В номере «*Nature*», который лежит раскрытым передо мной, я нахожу сообщение сэра Джеймса Джинса Британской ассоциации о якобы решающем опыте в пользу волны; а профессор Андраде на другой странице указывает, как открытие «новых элементарных частиц» дает окончательный ответ на спорный вопрос — и приговор в пользу частицы. Но опыты в этих двух случаях были совершенно разными. И пока мы не поймем чуть лучше, что мы делаем, мы не вправе говорить, что в каком-либо опыте картина частиц и картина волн «пришли в столкновение». Иными словами, мы пока не вправе заранее предполагать, что ловушка, поймавшая волну, была ловушкой на частицы, или *наоборот*, — и не будем иметь этого права, пока не сделаем саму ловушку объектом нашего наблюдения.

Этим мы и займемся в следующей главе.

ГЛАВА XVIII

# РЕГРЕСС НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

✦

Читатель, вероятно, уже заметил, что в своих толкованиях принципа неопределенности все заинтересованные стороны считали «сейчас» самым главным и рассматривали это «сейчас» как движущееся в четвертом измерении. Следовательно, свои картины они набрасывают на языке бесконечного регресса. Но рисовать картину определенного рода, уверяя себя, что рисуешь нечто иное, — не лучший способ отдать должное своим способностям художника. Поэтому неудивительно, что картина не удалась.

Вот что было нарисовано. Художник начинает с того положения дел, при котором производится определение положения частицы. Затем, считает ли он частицу на самом деле волновой группой или полагает, что волновая группа — всего лишь отвлеченный «пакет вероятности», он размечает будущее во Времени 1 как область, заключенную между двумя мировыми линиями, которые показывают пределы изменений, какие могли быть внесены в скорость частицы; и эти линии показывают, как волновая группа расширяется в трехмерном пространстве. (Для простоты на чертежах мы будем изображать эти мировые линии расходящимися равномерно по обе стороны от направления времени, см. рис. 19.)

Здесь *a* — это (скажем) электрон. Его положение определяется в пределах небольшой области пространства (ее изображает толщина линий *ab* и *ac*). Это определение нарушает его скорость. Незнание художником размеров этого нарушения таково, что при следующем наблюдении (скажем, в любое мгновение *t′*) он может вновь обнаружить электрон где угодно на линии *de*.

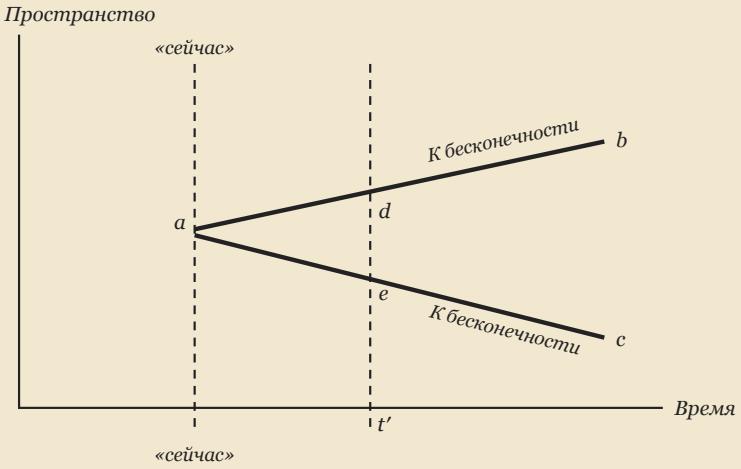



*Рис. 19*

Затем он изображает, как производится это второе определение положения. Иначе говоря, он рассматривает случай, когда «сейчас» и, *разумеется, его прибор* (хотя об этом он не упоминает) сместились к *t′*. Он предполагает, что электрон вновь обнаружен, скажем, в точке *f*, и показывает получившееся положение дел на рис. 20.

На этой стадии мысль, будто волновой пакет реален, начинает выглядеть нелепой. Ведь новое возмущение, сообщенное вновь обнаруженному электрону, не могло бы заставить

расширяющуюся группу реальных волн мгновенно сжаться в крошечную область так, как это показано на рисунке.

Как сторонники реальности волн преодолевают эту трудность? Не могу вам сказать. В этом месте они перестают говорить о волнах и пускаются в рассуждения о недостаточности пространственных и временных описаний и о безрассудстве, которое выказывает человек, полагая, будто Природа позволит описывать себя в понятиях, подходящих для его грубого ума, — эту последнюю тему они развивают особенно охотно.

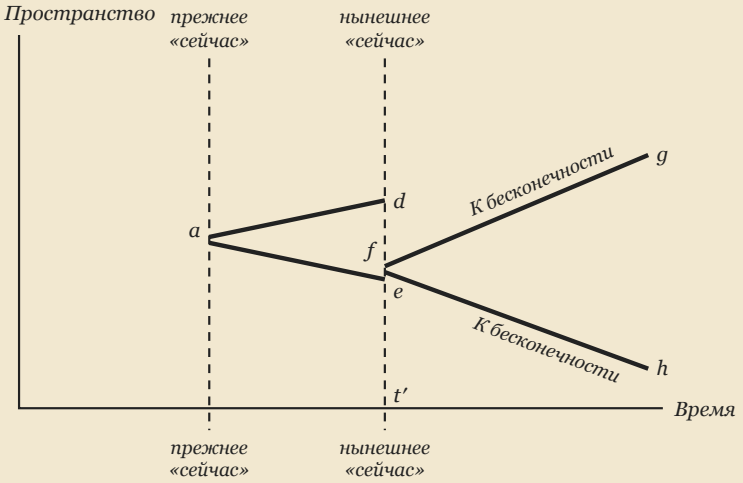



*Рис. 20*

Эта отговорка, как всегда в истории человечества, оказывается неприемлемой. Мы кричим прежде, чем нам стало больно.

Мысль такова: теория реальных волн оказывается пригодной до определенного предела, а затем терпит крах. И точно так же теория частиц какое-то время оказывается работоспособной, а затем рушится. Но на той картине, которую мы показали, теория

частиц нигде не терпит неудачи — если волновые пакеты всего лишь области, выражающие незнание экспериментатора в «сейчас», незнание, которое впоследствии рассеивается. Картина частиц не рушится, пока вы довольствуетесь поиском положения частицы. Неприятности начинаются только тогда, когда вы вводите опыт, который ищет волны.

Далее, любому сериалисту будет очевидно, что рис. 20 как изображение двух последовательных событий в «сейчас» нарисован неверно. Он требует введения еще одного временного измерения, в котором можно было бы показать изменения положения этого «сейчас» и прибора-обнаружителя, который движется вместе с ним. Этим мы займемся в свое время. Но я хочу указать, что в результате оказывается затемнена ошибка в картине прошлого. Ведь экспериментатор ищет и обнаруживает частицу и никаких опытов другого рода не ставит. Поэтому у него нет оснований изображать свои прошлые волновые пакеты как *что-либо в «субстрате»* — как нечто, принадлежащее наблюдаемому объекту. Они были памятными заметками о его собственном незнании, незнании, которое рассеялось, когда был поставлен опыт в $t'$. Правильной была бы картина, показанная на рис. 21.

Она изображает такую карту жизненного пути электрона во Времени 1, какую можно было бы составить по сведениям, полученным из ряда опытов со сцинтилляциями или из наблюдения следа в камере Вильсона. Показано лишь одно прошлое положение электрона, но теоретически нет никакой причины, почему бы прошлой части картины не показывать целый ряд прошлых положений частицы и знание ее скорости, полученное из них, — в точности так, как я указал в воображаемом опыте прошлой главы.

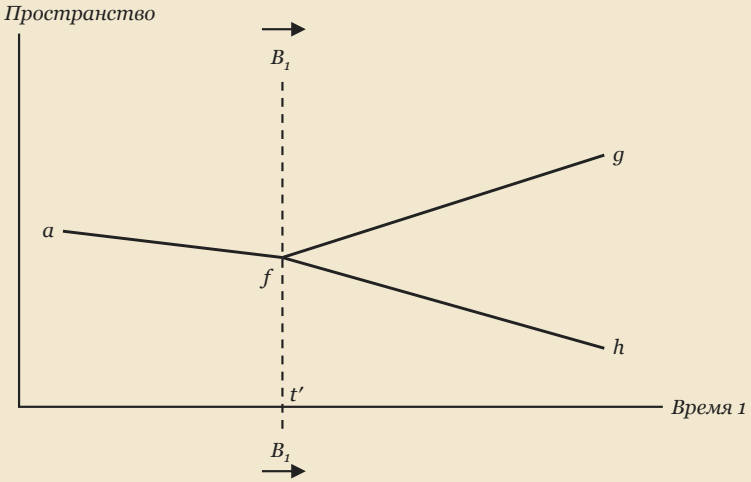



*Рис. 21*

При обычном порядке изображения регресса времени следующим шагом надо нарисовать чертеж, который включит прибор $B_1$ и нанесет его последовательные положения, отведя еще одно измерение для предельного времени и рассматривая ось $T_1$ рис. 21 как ось $S_4$. Но прежде чем помещать прибор на какую-либо такую картину, мы должны отметить, что говорит об этом приборе принцип неопределенности.

Из многочисленных примеров Гейзенберга чаще всего приводят знаменитый воображаемый опыт с микроскопом. Предполагается, что этот аппарат служит придатком к глазу, наблюдающему электрон с помощью света, который этот электрон рассеивает. Гейзенберг рассматривает конус лучей, рассеянных электроном и входящих в отверстие прибора, как источник необходимых сведений о положении $q$. Затем он рассматривает отдачу, которую электрон получает от этого света, и для этой цели предполагает, что проходит один фотон света.

Количество движения этого фотона он связывает с длиной световых волн, входящих в отверстие, формулой (см. уравнение (10)) $p = h/\lambda$, где $p$ — количество движения, а $\lambda$ — длина волны. Ему без труда удается показать, что неопределенность в определении нынешнего положения связана с неопределенностью будущего количества движения уравнением

$\Delta p \Delta q \sim h$.

Пример этот не очень удачен, и я привожу его лишь ради заключительных замечаний Гейзенберга, которые даю ниже полностью.[1]

---

[1] Вернер Гейзенберг, «*Физические принципы квантовой теории*» (издательство Кембриджского университета).

«Против этого рассуждения можно выдвинуть возражения: неопределенность отдачи обусловлена неопределенностью пути светового кванта» (то есть фотона) «внутри пучка лучей, и можно было бы попытаться определить этот путь, сделав микроскоп подвижным и измерив отдачу, которую он получает от светового кванта. Но это не позволяет обойти соотношение неопределенностей, ибо тотчас же встает вопрос о положении микроскопа, и окажется, что его положение и количество движения тоже подчинены уравнению

$\Delta p \Delta q \sim h$».

В этом воображаемом расширении опыта надо заметить следующее: *когда мы помещаем прибор на картину как* $B_1$ *и наблюдаем его с точки зрения C, мы переносим неопределенность p и q с исходного объекта — электрона* $A_1$ *— на прибор* $B_1$*. Мы изображаем нашу неопределенность относительно* $A_1$ *как целиком обусловленную нашей неопределенностью относительно* $B_1$*, а не чем-либо, присущим самой природе* $A_1$*. Тогда перед нами не*

*оказывается одновременно и неопределенный электрон, и неопределенный прибор, что давало бы больше неопределенности, чем допускает квантовое ограничение h.*

Как видим, в этом воображаемом расширении опыта предполагается, что микроскоп действительно *записывает* количество движения, полученное от электрона (строго говоря, разумеется, от фотона). Тем *C*, который наблюдает наблюдения прибора над электроном (записывает и свет, идущий из окуляра, и воображаемое движение окуляра), могла бы быть, например, полоска светочувствительной пленки. Но этот пример, как уже сказано, не очень удачен: опыт неосуществим, а изменение количества движения микроскопа было бы неуловимо из-за большой массы этого прибора. Поэтому перейдем к гейзенберговскому разбору настоящего опыта, а именно сцинтилляции, вызванной ударом альфа-частицы о поверхность подготовленного экрана.

Сцинтилляция вызывается «ионизацией» атома в подготовленном экране, то есть налетающая частица выбивает электрон экрана с орбиты, по которой тот обращается внутри атома. Эта орбита составляет слегка размытую точку в нашей системе сеток (экране) — размытую потому, что мы не знаем положения электрона-мишени на этой орбите. Количество движения налетающей частицы при ударе, разумеется, изменяется.

Как нам измерить это изменение количества движения альфа-частицы? Ясно, что все количество движения, которое она теряет, передается электрону, выбитому из атома. И количество движения выбитого электрона мы можем измерить точно — после того, как он выбит. Но беда в том, что мы не знаем, каким было его количество движения до удара. Таким образом,

неопределенность положения налетающей альфа-частицы обусловлена неопределенностью положения электрона-*прибора* на его орбите, а неопределенность нового количества движения альфа-частицы после столкновения обусловлена неопределенностью количества движения электрона-*прибора* на той же самой орбите. Гейзенберг, объясняя это несколько более сжатым языком и принимая во внимание природу боровских орбит, связывает эти две неопределенности уравнением

$\Delta p_s \Delta q_s$ не меньше $h$,

где маленькое $s$ относится к орбите электрона-*прибора*.

Но когда обе неопределенности рассматриваются, таким образом, как принадлежащие прибору, предполагается, что альфа-частица обладает совершенно определенным следом и до столкновения, и после него; иначе говоря, никакой *собственной* неопределенности в ее поведении не предполагается. Предположить обратное, учитывая при этом две неопределенности в приборе, значило бы получить больше неопределенности, чем может дать $h$.

Итак, и в этом опыте *помещение прибора на картину как $B_1$, наблюдаемого неким C, переносит неопределенность с $A_1$ на $B_1$*.

Те же соображения, разумеется, относятся и к ионизации атома в опытах с камерой Вильсона.

Теперь мы знаем, на чем стоим, и можем перейти к описанию той временной карты, которую нарисовал бы наш воображаемый $C$.

Он — четырехмерный наблюдатель, чье поле наблюдения простирается на всю длину $A_2$, которая составляет его «сейчас» в мире, где время есть пятое измерение, $icT_3$. $B_1$ — объект в точке $O$, только что использованный $C$ как прибор для получения

сведений о субстрате в этой точке, то есть сведений об $A_1$. Ранее (см. главу XII) мы видели, что $C$, будучи четырехмерным наблюдателем, не может различать трехмерные сечения субстрата без помощи $B_1$. ($B_1$, поскольку он движется со скоростью света, $c$, не имеет для $C$ никакой протяженности в четвертом измерении.)

В мире $C$, состоящем из $A_2$ и $B_1$, нет никакой присущей ему неопределенности. Частица, возмущенная $B_1$, имеет совершенно определенную мировую линию и слева, и справа (на наших картах) от точки удара. Ход линии справа от этой точки, то есть в «будущем» Времени 1, изменен этим ударом — изменен мгновенно во времени пятого измерения. Предположим, что это возмущение частицы в $O$ имеет последствия в объективном мире — вызывает, например, взрыв — и, следовательно, меняет общий характер субстрата справа от $O$. Это изменение было бы видно нашему воображаемому четырехмерному наблюдателю $C$. И свой мир $A_2$, который есть мир Природы, он признал бы совершенно «детерминированным», поскольку речь идет о псевдовремени, Времени 1. Для $C$ временем служит пятое измерение ($icT_3$), а четырехмерный мир — это просто «настоящее», одинаково определенное повсюду. Но будущее $B_1$ лежит не в этом мире $A_2$. $B_2$ — это мировая линия ($O'O''$ рис. 11), которая пересекает $A_2$ лишь в одной точке. Так что будущее $B_1$ лежит вне поля зрения $C$. А мы только что видели, что, согласно Гейзенбергу, помещение прибора на картину в качестве чего-то наблюдаемого переносит неопределенность с исходной частицы-объекта на частицу в приборе. Значит, $C$ не уверен в будущем $B_1$. Он не знает точно, каким было изменение его скорости в трехмерном пространстве

(том пространстве, где произошел удар). Он не может нанести ход его мировой линии вдоль четырехмерного отрезка $B_2$. И его неопределенность подчиняется правилу

$\Delta p \Delta q \sim h$,

точно так же, как в случае неопределенности $B_1$ относительно будущего исходной частицы-объекта в $A_1$.

Заметьте, что в обоих случаях неопределенность одна и та же. Это неопределенность в том, где в обычном пространстве *прибор встретит частицу* в будущем опыте. Но правильное развертывание регресса показывает ее сначала как неопределенность будущего положения частицы по отношению к $B_1$, а затем, в решающем втором члене, — как неопределенность будущего положения $B_1$ по отношению к $C$; при этом будущее $A_1$ во Времени 1 по отношению к системе $C$ определенно.

Ясно, что если мы поместим на картину $C$, то обнаружим, что неопределенность нашего знания о $B_1$ целиком обусловлена неопределенностью нашего знания о $C$. Наблюдатель, который помещает на картину $C$, — это $D$. Карта пространства и времени, которую он нарисовал бы (время для него — шестое измерение), показала бы и $B_2$, и $A_3$ имеющими определенное положение в «настоящем» пятимерном мире, но будущее $C$, которое лежит в шестом измерении, она показала бы обладающим квантовой неопределенностью.

Таким образом, неопределенность отступает вверх по лестнице бесконечного регресса. Это неопределенность относительно недостижимого абсолютного будущего. Но начиная со второго члена мы обнаруживаем, что это *неопределенность, принадлежащая лишь последнему прибору на картине и никогда — тому миру, который мы изучаем с помощью этого прибора*.

Какие изменения нам теперь нужно внести в рис. 11?

Что ж, прежде всего нам придется переименовать оси из-за совершившихся поворотов. Мы должны заменить $T_1$ в «указателе измерений» на $icT_2$, а $T_2$ — на $icT_3$. (Это, разумеется, остается в силе на всем протяжении регресса: $T_3$ заменяется на $icT_4$, $T_4$ становится $icT_5$, и так далее.) В результате $i$ вводится во все измерения, кроме измерений обычного пространства. Но переименование осей никаких других изменений в субстрате не производит. $O'O''$, например, не поворачивается вокруг $O$ и не ложится плашмя вдоль $GH$. Умножение на $i$ приводит лишь к тому, что $O'O''$ становится мировой линией прибора, который движется вдоль $icT_2$ так же, как и вдоль $S_4$. Стрелка по-прежнему изображает движение $C$ (или $PP'$) вверх по пятому измерению (теперь переименованному в $icT_3$) и остается единственной стрелкой на чертеже. Движение $O$ вдоль $GH$, показанное стрелкой на рис. 9 (см. главу XI) и 15 (см. главу XIV), изображается теперь методом «прямоугольных координат», так что $S_4$ или $icT_2$ — простые скаляры, а $icT_3$ — единственный тензор на рисунке.

В таком виде чертеж есть картина мира, наблюдаемого наблюдателем 3, — $D$ в таблице. Именно он наблюдает $C$ как движущийся прибор, и его неопределенность — это неопределенность будущих положений $C$ в трехмерном пространстве. *Этого* будущего на чертеже нет.

Если же мы хотим нарисовать картину мира $C$, включая будущее, как его вычисляет $C$ по своему знанию нынешнего мира $A_2$ (или $GH$), нам нужно было бы провести $OO''$ *пунктиром*, чтобы показать неопределенность $C$ относительно ее будущего пространственного положения. Но $O'O$ — линия определенная, и рисовать ее следует, как прежде.

ГЛАВА XIX

# ВОЛНОВЫЕ ЭФФЕКТЫ

✦

Теперь нам предстоит ответить на два вопроса, а именно:

1. Можем ли мы *доказать* этот регресс неопределенности — доказать настоящим опытом?

2. Как быть с волновыми эффектами?

На первый вопрос ответ: «Да»; на второй — что именно волновые эффекты и составляют требуемое опытное доказательство.

Мы собираемся исследовать природу света. Следовательно, пучок света — наш объект $A_1$. В качестве прибора $B_1$ мы возьмем вместо сцинтиллирующего экрана целый дифракционный аппарат, состоящий из нарезной металлической отражательной решетки (она дифрагирует ничуть не хуже, чем прозрачная пластинка с непрозрачными штрихами) и фотографической пластинки, которая принимает лучи после их отражения.

Результатом опыта будет появление на пластинке дифракционных колец. Наше дело — установить, какова должна быть природа лучей, которые образовали эти кольца.

Наши опыты со сцинтилляциями научили нас, что пучок света состоит из ливня частиц. Поскольку эти опыты были прямее и проще того, которым мы заняты сейчас, начнем с того, что посмотрим, что произошло бы с ливнем частиц, которые падают

на решетку и рассеиваются во всех направлениях. По этой теории частиц дифракционный эффект должен быть целиком обусловлен этим рассеянием: ведь частицы света не интерферируют друг с другом, когда их пути пересекаются, поскольку не несут электрического заряда. Так что изучать нам предстоит природу взаимодействия между частицами и нарезной отражающей поверхностью.

Итак, положение аппарата в нашей лаборатории нам известно, и мы можем считать лабораторию и аппарат единой пространственной системой. Ширина пучка света относительно этой системы нам известна. Но мы не имеем ни малейшего представления о том, где в этом пучке находится какая-либо отдельная частица. Это значительная неопределенность в нашем знании положения той точки, где эта частица ударяет в решетку. Но положение относительно, и выразить эту неопределенность мы можем двумя способами. Мы можем сказать либо что не знаем положения какой-либо частицы относительно экрана, либо, с тем же успехом, что не знаем положения экрана относительно какой-либо частицы. Мы будем толковать неопределенность вторым из этих двух способов. Она весьма значительна: посмотрим, нельзя ли ее уменьшить.

Доказательство, которое следует ниже, принадлежит Дуэйну и представляет собой один из изящнейших образцов работы во всей математической физике. Но читатель, не знакомый с математикой, боюсь, сможет следить за ним лишь недолго. И все же общая мысль будет ему ясна, так что ему стоит бегло просмотреть текст. В остальном ему придется удовлетвориться тем, что это доказательство принято и с одобрением приведено Гейзенбергом, который добавляет к нему интересные замечания.

Оказывается, неопределенность *можно* уменьшить. Ведь предположим, что мы сдвинули бы решетку. Перемещение всей решетки на расстояние между штрихами не повлияло бы на дифракцию: частица, которая до перемещения упала бы на один штрих, после перемещения упала бы на другой штрих, стоящий на том же месте, что и первый, так что дифракционный эффект не изменился бы. Это критическое расстояние между штрихами называется «постоянной» решетки. Обозначим его через $d$. Измерение, в котором могло бы происходить такое перемещение, — под прямым углом к штрихам, — назовем $x$. Дальше я продолжу словами самого Гейзенберга.[2]

---

[2] «*Физические принципы квантовой теории*» (издательство Кембриджского университета).

«Перенос в направлении $x$ можно рассматривать как периодическое движение, поскольку принимается во внимание только взаимодействие падающих частиц с решеткой, ибо смещение всей решетки на величину $d$ не изменит этого взаимодействия. Отсюда можно заключить, что движение решетки в этом направлении квантовано и что ее количество движения $p_x$ может принимать лишь значения $nh/d$ (как сразу следует из прежней формы теории: $\int p\,dq = nh$)».

Заметьте, что так квант вводится как атом действия, но еще не как связующее звено между волной и частицей. Это-то и предстоит доказать. Гейзенберг продолжает:

«Поскольку полное количество движения решетки и частицы должно оставаться неизменным, количество движения частицы может измениться лишь на величину $mh/d$ ($m$ — целое число):

$p_x' = p_x + mh/d$.

Кроме того, из-за своей большой массы решетка не может воспринять сколько-нибудь заметного количества энергии, так что

$p_x'^2 + p_y'^2 = p_x^2 + p_y^2 = p^2$.

Если θ — угол падения, θ′ — угол отражения, то

$\cos\theta = p_y/p$, $\cos\theta' = p_y'/p$,

откуда

$\sin\theta' - \sin\theta = mh/pd$».

Остальное просто. Приведенное уравнение мы можем записать в виде

$d(\sin\theta' - \sin\theta) = m \times h/p$.

Но в обычной волновой теории

$d(\sin\theta' - \sin\theta) = m\lambda$;

следовательно,

$h/p = \lambda$.

Иначе говоря, рассмотрев узор на пластинке, можно прийти к некоторой длине — на деле к мере $h$, деленной на количество движения частицы, — и эта длина была бы равна длине волны частицы, если бы решетку считали имеющей неизменное положение, а частица была бы самой настоящей волной.

Следующие замечания, полагаю, принадлежат целиком Гейзенбергу; но если я ошибаюсь, приношу извинения Дуэйну.

«Двойственная природа и вещества, и света порождала много трудностей, пока не были ясно поняты затронутые здесь физические принципы, и часто обсуждался следующий парадокс. Силы между участком решетки и частицей, несомненно, очень быстро убывают с расстоянием между ними. Поэтому направление отражения должно было бы определяться лишь теми частями решетки, которые находятся в непосредственной близости к падающей частице, и тем не менее оказывается, что

важнейшими факторами, определяющими резкость дифракционных максимумов, служат наиболее удаленные друг от друга участки решетки. Источник этого противоречия — смешение двух разных опытов. Если не ставится никакого опыта, который позволил бы определить положение частицы до ее отражения, то нет противоречия с наблюдением, если на нее действует вся решетка. Если же, напротив, ставится опыт, который определяет, что частица ударит в участок решетки длиной $\Delta x$, то он неизбежно делает знание количества движения частицы неопределенным на величину $\Delta p \sim h/\Delta x$. Поэтому направление ее отражения станет соответственно неопределенным. Численное значение этой неопределенности направления в точности равно тому, которое было бы вычислено из разрешающей силы решетки в $\Delta x/d$ штрихов. Если $\Delta x < d$, интерференционные максимумы исчезают полностью; только когда достигнут этот случай, путь частицы можно по праву сравнивать с тем, которого следует ожидать по классической теории частиц, ибо только тогда можно определить, ударит ли частица в штрих или в одну из плоских частей поверхности, и т. д.»

В этом опыте нам незачем беспокоиться о неопределенности положений отдельных атомов аппарата. Мы имеем дело с неопределенностью столь большой (на всю ширину постоянной решетки), что атомной неопределенностью можно пренебречь.

Итак, мы считали положение прибора неопределенным на эту большую величину. В результате получается дифракционный узор — *при условии, что свет состоит из совершенно определенных частиц, ведущих себя в точности так, как вели бы себя классические частицы*. Ведь количества движения частиц *до* удара считаются свободными от ограничений правила $h$. Тем, что они

приходят на пластинку в подчиненном состоянии, они обязаны своему общению с атомами действия решетки.

Если же, напротив, мы будем считать положение решетки определенным и не подчиненным правилу *h*, то получим тот же самый дифракционный узор — *при условии, что частица света есть лишь воображаемая точка в том, что на самом деле является волновой группой, подчиненной до удара квантовым ограничениям*.

Пример достаточно ясен. Всякую неопределенность в Природе можно рассматривать как вашу собственную неопределенность относительно вашего прибора. Этот случай повторяет в большем масштабе случай опытов со сцинтилляциями. Там мы видели, что если утверждать, будто неопределенность положения и количества движения ионизированного электрона следует правилу *h*, то налетающая частица должна быть определенной и свободной от таких ограничений.

Читатель, возможно, слегка озадачен: как же нам удается построить науку, если наш прибор приходится считать неопределенным? Ответ таков: проще простого, если знаешь правило, которому эта неопределенность подчиняется, — правило *h*. Возможно, он задается и вопросом, не проще ли было бы считать прибор свободным от ограничений *h* и приписать их наблюдаемой системе. Но здесь вступает в силу правило регресса. Когда какое-либо знание приходится выражать в форме бесконечного регресса, нужно проследить этот регресс достаточно далеко, чтобы ввести в рассмотрение отношение между вторым членом и третьим. В данном случае это означает, что мы должны рассматривать вселенную с точки зрения четырехмерного наблюдателя, который поместил бы прибор на свою картину и считал бы этот прибор единственным, что

подчинено правилу *h*. И помните: невозможно вообразить более действенный способ утратить знание или более плодовитый способ внести путаницу, чем тот, который состоит в том, чтобы выразить свое знание в форме бесконечного регресса, а затем ограничить свое исследование одним лишь первым членом.

Если у читателя еще остаются какие-то сомнения, пусть он взглянет на рис. 22. Рисунок показывает отношения между атомом действия и двумя неопределенностями — положения и количества движения. Я скопировал его с наброска, сделанного мною прошлой весной; но с тех пор это доказательство было независимо опубликовано профессором Флинтом на страницах «*Nature*», где оно, насколько я заметил, не встретило никаких возражений. Так что читатель может считать его верным.

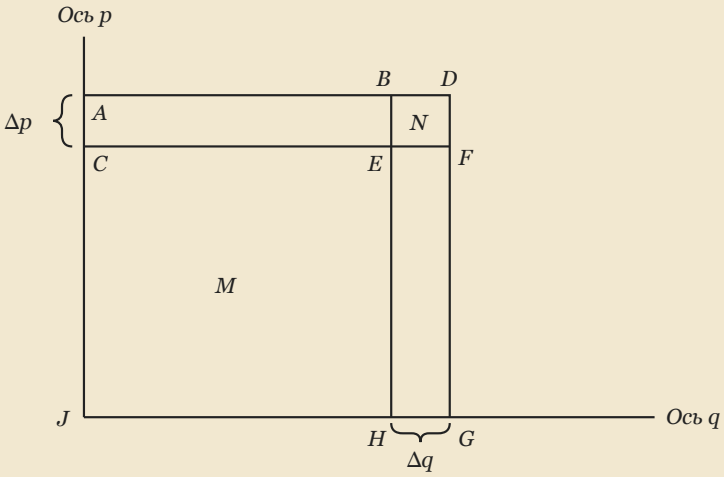



*Рис. 22*

Вся площадь *ADGJ* изображает действие *pq*. Малая площадь *N* изображает атом этого действия; и, как видно, она равна Δ*p*Δ*q*.

Таким образом, неопределенность измерения действия обусловлена *атомарностью* действия. Очевидно, если бы вы считали неопределенность измерения действия обусловленной разностью между площадью всей фигуры *ADGJ* и внутренней площадью *M* — разностью, то есть, равной площадям *ADFC* + *EFGH*, — то принцип неопределенности не выполнялся бы. На этом профессор Флинт останавливается. Дальнейшее — мое собственное мнение, но я не предвижу никаких возражений со стороны столь проницательного физика.

Предположим, мы утверждали бы, что и прибор, и измеряемый им объект *оба* состоят из атомов действия, равных *N* на рисунке. Ясно, что неопределенность получаемых измерений объекта удвоилась бы. $\Delta p \Delta q$ было бы равно $2N$. Нельзя ли обойти это, предположив, что $N$ в каждом случае = $h/2$, так что стороны этой площадки равны соответственно $\Delta p/\sqrt{2}$ и $\Delta q/\sqrt{2}$ вместо показанных $\Delta p$ и $\Delta q$? Нет, ибо тогда полная наблюдаемая неопределенность в измерениях $p$ была бы

$\Delta p/\sqrt{2} + \Delta p/\sqrt{2} = \sqrt{2}\,\Delta p$

вместо $\Delta p$, которого требует квантовая теория, — и так же с $\Delta q$.

Итак, атомарность действия должна быть либо в приборе, либо во внешнем мире, но не в обоих сразу. А природа картины Времени, как уже объяснено, приписывает эту атомарность прибору.

Надо, разумеется, заметить, что, хотя $C$ будет считать $B_1$ неопределенным, а $A_1$ (выводимый как абстрагированный из $A_2$) — определенным, он поймет, что неопределенный характер $B_1$ заставит $B_1$ наблюдать $A_1$ тоже как неопределенный. Следовательно, пока наблюдение ограничено одним-единственным $A_1$ и в него не вмешиваются — между

наблюдениями — другие сущности внешнего мира, никакой ошибки замечено не будет. Но это была бы весьма ограниченная наука.

Правильный образ действий для современной физики, которая стремится установить природу внешнего мира, — предполагать квантовую неопределенность в приборе и *никакой квантовой неопределенности* в Природе. Тогда, и только тогда, можно без труда рассчитать, что происходит среди сущностей, которые в данное мгновение не наблюдаются. Когда этот расчет сделан правильно, опыт — в котором опять-таки делается поправка на неопределенность прибора — докажет точность работы. Когда прибор вмешивается, он передает атом действия внешнему миру или принимает атом от него, но нам нет нужды пытаться представить себе невозможную картину того, как этот атом сохраняет свою цельность во внешнем мире. Более того, регресс запрещает нам допускать подобную мысль — запрещает превращать нашу эпистемологию в метафизику, — запрещает приписывать Природе индетерминизм, который по праву принадлежит наблюдателю.

Теперь читатель оценит значение предостережения, сделанного в конце главы XVII. Мы не вправе говорить, что ловушка, поймавшая волну, была ловушкой на частицы, — не вправе говорить, что в таком-то и таком-то случае волновая теория и теория частиц пришли в столкновение. Каждый такой предполагаемый случай требует пересмотра в свете знания о том, что неопределенность, которую до сих пор приписывали частице, по праву следовало приписывать вмешивающимся агентам. И результатом, можно смело предсказать, будет картина Природы как мира частиц, подчиняющихся законам теории относительности. Ведь нельзя отклонить частицу на *каком бы то*

*ни было* этапе опыта, не наложив на нее фабричное клеймо неопределенности отклонителя.

Пожалуй, стоит теперь взглянуть на рис. 11 и посмотреть, каким образом регрессирует неопределенность. Буква $t$ в любом измерении действия — это всегда то особое измерение регрессивного времени, которое наблюдатель на соответствующей ступени считает абсолютным временем. $B_1$ считает, что будущее $A_1$ лежит в четвертом измерении. Он считает $icT_2$ просто временем, а действие $A_1$ — просто энергией, $PS$, умноженной на это время. Это действие представляется ему атомарным. Но $C$ считает, что будущее всех объектов в его поле лежит в пятом измерении. На $icT_3$ он смотрит как просто на время. По его мнению, атомарное действие на самом деле принадлежит $B_1$, и этот прибор, следовательно, не может обнаружить в действии $A_1$ никакой величины меньше $h$ — в действии, временная составляющая которого тоже должна лежать в пятом измерении. Сам $C$ не может измерить действие $A_1$, ему приходится поручать это $B_1$, а атомарность действия $B_1$ заставляет $B_1$ сообщать, что действие $A_1$ атомарно. Но $C$ не видит никакой необходимости считать действие $A_1$ тоже атомарным — атомарности действия $B_1$ достаточно, чтобы объяснить наблюдаемые факты.

$C$ высмеял бы мнение $B_1$, будто $A_2$ есть действие $A_1$. Ведь $A_2$ для $C$ есть $PSS_4$ (см. главу XVI). С этим связан некий атом, но для $C$ это не атом действия. Короче говоря, то, что $B_1$ счел бы за $h$, $C$ считал бы равным $ihc = i2\pi e^2/a$, где $e$ — атом электростатического заряда, а $a$ — «постоянная тонкой структуры».

Такова картина физической вселенной на языке времени. Естественно, если, пытаясь нарисовать эту картину, мы неправильно обращаемся со временем, картина не удастся.

И вот, с признанием регрессивного характера времени, вся загадка волны и частицы исчезает. Природа вновь обретает свой полный детерминизм, и ее прошлое опять становится вполне почтенным. Она может даже улыбнуться, не без доброты, неуверенности наблюдателя относительно его собственных приборов. И он может улыбнуться в ответ: ведь он, как хозяин приборов, всегда властен вмешаться в детерминированный замысел Природы.

ГЛАВА XX

# ВЫХОД НАСТОЯЩЕГО НАБЛЮДАТЕЛЯ

✦

Теперь читатель оценит, насколько искусствен разбор в терминах времени. Я беру два объекта, оба для меня из класса $A_1$, и — *аллеоп!* — один из них превращается в $B_1$, который мчится галопом вдоль времени, в котором длится другой. Это чистый вопрос истолкования, а истолкование зависит от того, какой из двух я выберу источником сведений о другом. Но читатель, надеюсь, понял и то, каким удивительным образом этот прием извлекает смысл из того, что иначе было бы бессмыслицей.

Он догадается, кроме того, куда клонит последний абзац. Мне хотелось бы поспешить к этой цели. Но пока мы сделать этого не можем. Рядом стоит великое воинство возражающих — воинство, во главе которого идут союзные призраки Джона Локка и Эрнста Маха, — воинство бесчисленных пуристов от теории познания.

И Локк, и Мах, я думаю, настаивали бы на том, что наше путешествие начато из исходной точки, которую я не позаботился определить. Ведь в начале главы VII я открыл регресс времени такими словами:

«Пусть *M* обозначает некоторую конфигурацию внешнего мира — такую, какой вы описываете его на основании наблюдения, эксперимента и расчета. Та конфигурация, которую должно

представлять *M*, — это конфигурация, открытая вашему наблюдению в настоящий момент».

Как вам узнать, *какая* конфигурация — эта «настоящая»? И что толку мне говорить вам, что выбранный прибор вы должны поставить в это «сейчас» на временно́й карте, прежде чем вы обнаружили, где это «сейчас» находится? Прибор может *отметить* его, когда оно найдено; но, поскольку прибор и объект вы можете менять местами по своему желанию, ни тот ни другой не может его *создать*.

Так что весь разбор основывался на предпосылке, что вы как *психологический* индивид находитесь в «сейчас» некоторого времени, которое вам открыто. Основывался он, кроме того, на предпосылке, что у вас есть знание физического мира, так же как и знание мира феноменов. Первое допущение мы должны принять, иначе все физическое доказательство рушится. Со вторым мы должны сделать нечто большее, чем просто принять его, если хотим возвести здание, которое философы сочтут чем-то иным, нежели фантазией.

Заметьте, что первую гипотезу — ваше знание психологического «сейчас» — *обосновывать* нам не нужно. Мы пытаемся выяснить, есть ли какой-нибудь способ описывать вселенную, который удовлетворял бы потребностям самосознающего наблюдателя, вообразить которого мы попытались в предыдущей главе. Мы действуем методом проб и ошибок. «Вот время! Посмотрим, подойдет ли *оно*». И мы пробуем то, что равносильно снабжению вас интуитивным знанием «сейчас». Разбор в Части II, «Общая проверка теории», показывает, что это подходит в совершенстве. Он показывает, что всякий, кто обладает исходным *интуитивным* знанием «сейчас», должен

обладать и *интуитивным* знанием серийных измерений времени и может быть самосознающим наблюдателем.

Далее, первоначальный разбор любого самосознающего наблюдателя показал, что такое существо считало бы свой *объективный мир* постижимым и подвластным своему вмешательству. Поэтому в Части III мы попробовали снабдить этого психологического наблюдателя интуитивным восприятием *силы*, а не только пространства и времени. Возможно, вы не заметили, что мы это делаем; но это подразумевалось в утверждении, что он может взять *P*, *S* и *T* — вместо *M*, *S* и *T* — в качестве *элементарных неопределяемых*, через которые можно описать объективный мир. Затем было доказано, что такой мир будет считаться постижимым. Но предположение об интуитивном знании *P*, *S* и *T* как неопределяемых, пригодных для описания внешнего мира физики, означало, что если психологический наблюдатель обладает этим интуитивным знанием, то он может *открыть* этот физический мир. Это было бы ответом субъективному идеализму. Следовательно, нам нужно рассмотреть это довольно внимательно.

Есть некоторые феноменальные объекты, например «стул», которые движутся, когда вы прикладываете к ним силу. Если дано интуитивное восприятие сопротивления и интуитивное восприятие пространства, то воспринятое сопротивление, умноженное на воспринятое расстояние, на которое сместился феноменальный объект, составляет полное восприятие физической энергии. Восприятие этого комплекса не элементарно — это «перцепт», а не «ощущение», — но это несущественно. Внешнюю физическую энергию можно *открыть*.

Теперь посмотрим на дело с точки зрения психофизиологии. Среди различных видов нейронов, которыми снабжены ваши

нервные окончания, есть такие, которые возбуждаются простым *давлением*. Они находятся в коже, в мышцах и в тех частях суставов, которые катятся друг по другу. Давление, которое отмечают мышечные нейроны, служит мерой, пропорциональной напряжению, развиваемому этими мышцами, когда они двигают конечность; изменение давления от одного нейрона к другому на катящихся поверхностях сустава дает вам прямые сведения о том, насколько повернулась конечность. Следовательно, когда вы двигаете конечностью, вы можете воспринимать *PS*, то есть энергию.

В обоих случаях воспринимаемая энергия — это перцепт, и перцепт ровно столь же «феноменальный», как тот перцепт цветного шара, который вы научаетесь считать «апельсином». В обоих случаях над созданием полного перцепта трудятся ассимиляция и ассоциация.

Теперь добавим восприятие времени, *T*. Всякий раз, когда вы двигаете какой-либо частью тела, вступает в действие любопытный закон; и этот закон доступен вашему восприятию. Во всех изменениях *P*, *S* и *T*, которые сопровождают изменение положения конечности, есть одна величина, которая остается постоянной, и эта величина — сила, деленная на ускорение. Эта величина есть *масса* конечности. Научиться тому, какую силу приложить, чтобы получить нужное ускорение феноменальной конечности (или ускорение того, как быстро давление меняется от одного нейрона к другому в суставе), — в точности то же самое, что научиться тому, какова масса этой конечности. Значит, нет причин, по которым ребенок еще до рождения не мог бы узнать о мире массы.

И возможность открытий такого рода не ограничена областью тела. Нейроны давления в коже на кончике вашего пальца

сообщат вам о сопротивлении, которое оказывает внешний объект, хотя никакого другого чувственного восприятия этого объекта у вас нет. Если вы двинете палец, нейроны сустава сообщат вам о смещении этой точки сопротивления. Но давление, отмеченное здесь, будет меньше давления, отмеченного мышечными нейронами, потому что во втором случае это давление, которое нужно, чтобы ускорить и конечность, и внешнюю массу, тогда как давление на кончике пальца — это то, которое нужно, чтобы сообщить *то же самое* ускорение одной лишь внешней массе.

Итак, интуитивное знание времени и пространства, принятое (на пробу) в Части II, *плюс* ощущение давления (которое можно показать в любой психофизиологической лаборатории) дает любому чисто психологическому наблюдателю все необходимое для открытия объективного физического мира.

Если эта теория читателю не нравится, ему придется отступить к другой, которая, к сожалению, в наши дни довольно популярна. Мысль ее такова: ребенок после рождения различает феномены, которые появляются и исчезают в определенных точках пространства; обнаруживает, посоветовавшись с няней или с другими детьми, что другие люди воспринимают подобные феномены; приходит к выводу, что эти другие люди реальны; затем огромным усилием воображения *изобретает нечто, что не есть феномены*, чтобы занять эту точку пространства; затем, прочитав законы сэра Исаака Ньютона, приходит к понятию «массы» как того, что эту точку занимает; и, наконец, примерно тогда, когда оканчивает школу, узнает, что его конечности — состоящие из определенных количеств ньютоновской «массы» — будут ускоряться пропорционально силе, которую он к ним прикладывает. Это открытие, сделанное в самый последний

момент, позволяет ему совершить движения, необходимые, чтобы добраться до университета.

То, что мы снабжены особым психологическим аппаратом для открытия физического мира, без надобности прибегать к какому-либо ощущению, кроме давления, оказалось для меня немалой неожиданностью. Прежде я воображал, что физическая вселенная — это нечто, что мы так или иначе *абстрагируем* из таких ощущений, как свет, звук, тепло и холод. Но ни одно из них здесь не участвует. Давление — единственное требуемое ощущение. Следовательно, приняв $P$, $S$ и $T$ в качестве терминов физического описания (как мы делали повсюду в Части III), мы получаем полную физическую вселенную, которая тянется от самой далекой видимой звезды в $A_1$ до предельного психологического наблюдателя на недостижимом конце нашей таблицы.

Интересно посмотреть, как это прямое знакомство с физическим миром посредством ощущения силы связано с остальными ощущениями. Эти другие психологические феномены вы постоянно меняете. Ваши веки устают, и вы даете им опуститься. Тотчас прежний зрительный феномен исчезает. Вы двигаете рукой — и сразу пропадает прежнее неприятное ощущение жара. В таких случаях вы, психологический наблюдатель, вмешиваетесь. Но важно отметить, что вмешиваетесь вы не прямо в ощущение. Вы закрываете *веки*; вы убираете *руку*. А веки — не зрительный феномен; рука — не ощущение жара. Здесь вы узнаете о новом классе объектов, которые существуют независимо от чисто субъективных чувственных представлений — цветов, огней, звуков и т. д. Вы можете открывать и закрывать глаза в темноте, когда никакого зрительного феномена наблюдать нельзя. Вы можете двигать рукой, когда она ничего не касается. И опыт показывает, что если

обычные психологические объекты мы относим к наблюдаемым феноменам, то этот второй класс мы можем отнести к *возможностям* наблюдения и *ограничениям* наблюдения. Именно в этот мир *возможностей и ограничений* мы вмешиваемся, когда меняем элементарный феномен.

Здесь можно остановиться и заметить, что одна из ценностей физической вселенной, по-видимому, в том, что она обеспечивает общность опыта, без которой мы навеки остались бы чужими друг другу.

Мы видим, стало быть, что физический мир — это нить, которая проходит прямо сквозь доныне разделенные науки, физику и психологию. Предельный источник энергии, передаваемой внешнему миру в ходе эксперимента, — сам психологический наблюдатель. *Он* и есть регрессивная физическая сущность. И вот встает вопрос: как нам ввести в нашу таблицу *мозг*?

ГЛАВА XXI

# МЕСТО МОЗГА

✦

Один из способов установить, какая связь существует между миром феноменальных объектов и физическим мозгом наблюдателя, — заполучить другого человека, потыкать в его нервную систему и послушать, что он об этом скажет. Его замечания могут оказаться поучительными, а могут и не оказаться; но, поскольку он умеет говорить, слушая, вы соберете больше сведений, чем просто глядя на то, что он при этом *делает*. Научный наблюдатель, однако, на самом деле не зависит от посторонней помощи, коль скоро речь идет об открытии одного лишь факта, что физические корреляты психологического феномена включают его нервную систему.

Вновь возьмем тот классический пример психологического феномена — цветной шар, который вы называете «апельсином». Поместите руку между феноменальным объектом и глазами, и представление исчезнет. Значит, у вас есть основания сказать, что у феномена есть физический «коррелят», внешний по отношению к вашим глазам. Но теперь нажмите пальцем на уголок глазного яблока. Феномен меняет форму. Более того, вы можете перерезать собственный зрительный нерв, и тогда психологический объект исчезнет совсем. Итак, у вас есть основания утверждать, что у феномена есть нервный коррелят. Но это последнее открытие не

позволяет вам утверждать, что у феномена нет коррелята вне мозга. Возбуждение нерва чем-то внешним по отношению к мозгу — необходимое условие переживания того, что психологи называют «впечатлением». Даже когда вы перерезаете нерв (операция, которая сопровождается впечатлением вспышки света), необходимый раздражитель приходит из-за пределов организма. Феномены, в которых нет такого внешнего раздражителя, например «образ» апельсина в памяти, носят безошибочно иной характер. (Здесь можно заметить, что «галлюцинация», по мнению лучших авторитетов, включает некоторое внешнее раздражение нервных окончаний, а иллюзия состоит в неверном истолковании природы этого раздражителя.)

Совершенно такие же соображения применимы, если вы трепанируете череп вашего врага Смита и посмотрите на его мозг. Отыскивая физические корреляты возникшего при этом зрительного феномена простым способом — исследуя их рукой, — вы обнаруживаете, что они составляют связную цепь физических объектов, которая начинается с мозга Смита и включает часть вашего собственного. Этот способ, конечно, оставляет вас в неведении обо всех подробностях цепи, кроме самых макроскопических, но его достаточно, чтобы убедить вас, что вы — как психологический наблюдатель $B_1$ феноменальных объектов $A_1$ в «сейчас» — должны поместить свой собственный мозг в тот же мир, что и мозг Смита, а именно среди физических коррелятов феноменов $A_1$.

Сводя, стало быть, в таблицу регрессивного наблюдателя феноменов впечатления, мы заполняем его клетку $A_1$ так:

| |
|---|
| $A_1$<br>Феномены впечатления<br>*параллельно им*<br>Мозг, на который действует внешний объект |

Его клетка $B_1$ будет содержать:

| |
|---|
| $B_1$<br>Наблюдатель феноменов $A_1$<br>*и*<br>Физический участник взаимодействия с мозгом $A_1$ |

Если же он просто мыслитель, который оперирует так называемыми «образами» памяти, клетка $A_1$ будет содержать:

| |
|---|
| $A_1$<br>Феномены памяти<br>*параллельно им*<br>Внутренняя деятельность мозга |

А $B_1$ будет таким:

| |
|---|
| $B_1$<br>Наблюдатель феноменов памяти $A_1$<br>*и*<br>Физический участник взаимодействия с мозгом $A_1$ |

Однако на путь регресса времени нас вывели поиски источника той энергии, которая проникает в объектный мир в ходе каждого эксперимента. Она могла бы храниться в наблюдающем приборе; но, когда мы вводим этот прибор в картину, регресс времени заставляет нас понять, что источник энергии, высвобождающей запасенную в приборе энергию (если таковая есть), все еще предстоит найти. Результат — бесконечный регресс источника

энергии. Между тем все мы знаем, что энергия, которая начинает эксперимент с прибором, исходит из мозга экспериментатора. И, полагаю, большинство моих читателей ожидали (как и я сам), что мозг войдет в регресс в качестве наблюдателя *C*. Теперь мы видим, что ничего подобного не происходит. Вмешивающийся мозг экспериментатора попадает в $A_1$ вместе со всем остальным объективным физическим миром, включая и физический прибор, которым мы пользуемся как $B_1$.

И это возвращает нас к факту, на который я обратил внимание в начале предыдущей главы. В экспериментальной физике мы берем то, что на самом деле есть объект $A_1$, выбранный из внешнего мира, и пользуемся им как средством наблюдения за каким-то другим объектом в том же мире $A_1$. Из таблиц, которые мы только что составили, видно, что этот выбор делает психофизический наблюдатель $B_1$. Внешний прибор — это и есть внешний объект, который действует на мозг, в первой из нынешних таблиц. Но таких внешних объектов много, и много соответствующих воздействий на мозг. $B_1$ делает свой выбор. Но есть предел тому, что он может сделать на этом пути. Оператор этого выбранного прибора — мозг $A_1$; а настоящий $B_1$ — это психофизический индивид, который пользуется этим мозгом $A_1$ *плюс* этим объектом $A_1$ как средством изучения какого-то другого предполагаемого объекта $A_1$, который, может быть, вовсе не действует на мозг. Сам он, психофизический $B_1$, находится в «сейчас» Времени 1 и движется вдоль четвертого измерения. Он выбирает объект $A_1$ в качестве прибора и заставляет его двигаться вместе с собой. Этот процесс достаточно прост. Выбрать $A_1$, чтобы пользоваться им как $B_1$, — значит лишь истолковать его

как трехмерную *сущность* изменяющегося характера, а не как изменяющееся содержимое простого движущегося поля зрения, которое проходит над $A_2$. На самом деле психофизический $B_1$ наблюдает движущийся вид в разрезе *мозга* $A_2$. Этот вид — его $A_1$. *Его* он и рассматривает как трехмерную сущность, которая меняет свой характер, и так превращает его в спутника $B_1$, движущегося вместе с ним. Внешний прибор, который действует на этого нервного спутника, рассматривается, следовательно, как третий участник сюжета — его тоже считают движущимся вдоль Времени 1. Но единственная сущность, которая действительно движется в регрессе психофизического наблюдателя, — это психофизический $B_1$. А поскольку он трехмерен, он не может выбрать в наблюдаемом им мозге *четырехмерную* сущность и вместе с сопровождающей ее четырехмерной сущностью в мире вне мозга поручить ей роль приборного наблюдателя *C*.

Таким образом, настоящий регресс времени в мире физики — это регресс психофизического наблюдателя, который стоит за всей нервной материей, — существа поистине физического, но замкнутого в пределах биологии. Именно этому существу мы подражаем, когда пользуемся часами и измерительными линейками, чтобы нанести объектный мир на карту в терминах времени. И *этот* процесс мы можем провести лишь на одну ступень регресса — ту ступень, где прибор рассматривается как $B_1$, а *C* только воображается.

Но если так, *то как же быть с регрессом h*? Он не может уйти дальше чем на один член — от объектного мира к прибору! Ведь в неопределенностях психофизического наблюдателя никакого $h$ быть не может: он слишком грубое существо, чтобы откликаться на что-либо столь ультрамикроскопическое, как отдельный

фотон. Очевидно, стало быть, $h$ должно быть чем-то, что *мы* вкладываем в прибор, когда рассматриваем его как *сущность* изменяющегося характера, которая движется вдоль $A_2$ и абстрагирует из него виды в разрезе, — чем-то, что *мы* вставляем, когда считаем, что длительность этого прибора во времени лежит в пятом измерении, а не в четвертом.

Но это исследование заслуживает новой главы.

## ГЛАВА XXII

# Н

✦

Оглянемся на нашу таблицу абстракций в главе XV. Мы видим, что движущийся трехмерный $B_1$, состоящий из энергии $PS$, *абстрагирует* энергию из четырехмерного мира $A_2$, имеющего размерность $PS \times icT_2$. Против этого нам возразить нечего. «Абстрагировать» — значит просто выделить некую черту, как динамометр выделяет силу $P$ из количества движения $PT$ или как рулетка может отыскать длины внутри площади теннисного корта.

Но в мире физики $B_1$ не просто «абстрагирует» энергию: он ее *вычитает*. Энергия действительно *передается* от $A_2$ к $B_1$ в ходе наблюдения и переходит от $B_1$ к $A_2$ в ходе всякого вмешательства в $A_2$ ради опыта.

Ну а $A_2$ — величина четырехмерная. И нельзя *вычесть* из четырехмерной вещи ее трехмерную составляющую как нечто существующее независимо. Если вы уменьшаете энергетическую составляющую $A_2$, вы уменьшаете величину содержимого $A_2$, $PS \times icT_2$; точно так же, как, уменьшая длину своего теннисного корта, вы уменьшаете его площадь. Можно, конечно, отнять от площади теннисного корта и прибавить полученное к площади своих цветочных клумб. Но нельзя занять у площади и сказать, что

занятый кусок вы употребили на то, чтобы удлинить линию. Мы не можем передать $PS$ от $A_2$ к $B_1$, не ограбив $A_2$ на долю $PS \times icT_2$ и не употребив ее нигде.

Самое очевидное, что тут можно сделать, — это, по-видимому, придать $B_1$ немного толщины во Времени 1. К несчастью, как раз этого мы сделать не можем. Ведь $B_1$ движется сквозь четырехмерный мир со скоростью $c$, а по нашей регрессивной теории относительности эта скорость так же критична в четырехмерном пространстве, как и в трехмерном. У $B_1$ не может быть толщины в направлении его движения.

Хорошо, допустим, мы бросим все это занятие — подражать психофизическому наблюдателю приборами вне мозга. В конце концов, это *мы* превратили массу металла, зеркал, призм и прочего, принадлежащую $A_1$, в $B_1$. Сделали мы это просто тем, что рассматривали ее как трехмерную *сущность* изменяющегося характера, а не как движущийся вид в разрезе более реальной сущности $A_2$. Откажемся от такого истолкования и будем считать эту вещь $A_1$. Тогда она протянется во Времени 1 как $A_2$, сопровождающее объект $A_2$. А определять «сейчас» мы можем предоставить настоящему $B_1$ регрессивного психофизического экспериментатора.

Боюсь, это нам не поможет. Ведь регресс, за которым мы на самом деле следим, *есть* регресс этого психофизического индивида. Именно от него в физический мир $A_1$ идет приток энергии. И именно передача энергии между *его* $A_2$ (то есть мозгом) и *его* $B_1$ и составляет, по сути, нашу трудность. Если затруднение можно преодолеть в его случае, его можно

преодолеть тем же путем и в случае прибора и объекта, когда оба они находятся в мире вне мозга.

Но то, что мы можем, если угодно, вновь превратить наш прибор $B_1$ в $A_1$, просто иначе истолковав его изменения, имеет для нашей задачи огромное значение. Ведь, делая это, мы, как я уже говорил, вновь превращаем наш $B_2$ в $A_2$ и можем передавать количества исходного объекта $A_2$ этому новому $A_2$. Предположим, мы делаем это всякий раз, когда думаем о приборе и объекте как о взаимодействующих. Сразу же после этого мы можем рассматривать прибор другим образом, то есть считать его $B_2$, который *собрал* $PS \times icT_2$ с объекта $A_2$.

Важно, чтобы читатель усвоил: в этой чисто умственной операции нет никакой «подделки». *Совершенно законно рассматривать трехмерный объект либо как (1) сущность, которая находится в вашем собственном движущемся психологическом «сейчас», — сущность, которая меняет свой характер, — либо как (2) вид, который четырехмерная сущность являет вашему движущемуся психологическому «сейчас». Когда вы пользуетесь этим объектом как источником сведений о другом объекте, вы рассматриваете его как (1); когда вы перестаете считать его таким источником сведений, вы рассматриваете его как (2). Перемена в способе истолкования не содержит никакой логической ошибки.*

Пример взгляда (2) читатель найдет в главе VII.

Но теперь рассмотрим, к чему приводит эта перемена истолкования — к чему она приводит на вашей пятимерной карте. Ваша линия $B_2$ больше не пересекает этот мир непрерывно, как линия на рис. 11. Вместо этого она идет так:

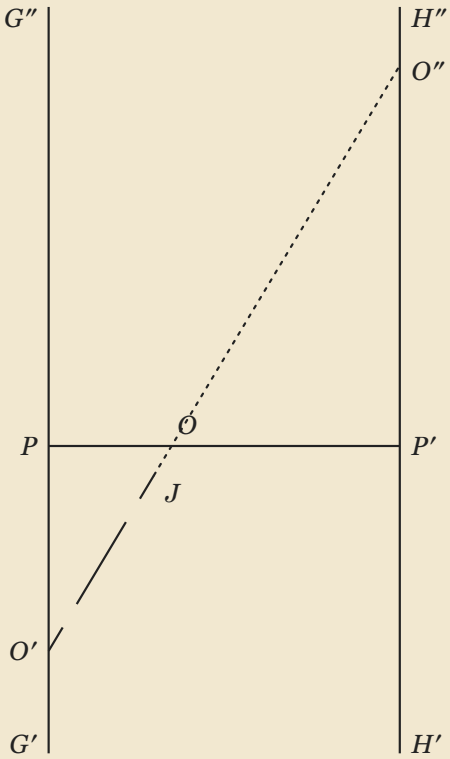



*Рис. 23*

*(Для простоты внутренние вертикальные линии рис. 11 опущены.)*

Разрывы между $O'$ и $O$ показывают, где вы, когда $PP'$ проходило эти места, рассматривали $B_1$ как $A_1$, взаимодействующее с другим $A_1$, то есть считали его частью субстрата, имеющей протяженность в четвертом измерении и длительность в пятом, как и любая другая сущность в этом субстрате. В этих местах прибор мыслился как взаимодействующий с прочими объектами физического мира точно так же, как они взаимодействуют друг с другом, — его ни в коей мере не считали единственным в своем роде определителем

карты. Места, где $O'O$ не прерывается, показывают, где вы осматривали $B_1$, чтобы узнать, что с ним произошло, с намерением составить карту по полученным таким образом сведениям. Пунктирное продолжение выше $J$ показывает лишь вашу неопределенность относительно того, как изменились количество движения и положение прибора вследствие последнего взаимодействия с субстратом.

Можно заметить, что разрывы — прерывности — разной длины. Очевидно, вы можете предоставить прибору собирать $PS \times icT_2$ сколь угодно долго.

Существенно то, что ваша (чисто умственная) операция делает длительность прибора во времени пятого измерения *дискретной*. А в измерениях величины $B_2$, $PS \times icT_3$, энергия $PS$ уже дискретна. (Тело может обладать определенными и ограниченными количествами энергии.) Следовательно, поскольку обе составляющие $B_2$ дискретны, сам $B_2$ состоит из дискретных порций $PS \times icT_3$. Но наблюдатель $C$ не считает пятое измерение $icT_3$: он считает его просто «временем». Так что для него дискретные порции $B_2$ — это дискретные порции *действия* различной величины.

Применение этого совершенно законного умственного приема подчинено, однако, некоторым ограничениям. Нельзя забывать о $c$, скорости движения «сейчас». Нельзя трогать $P$ или $S$, на которые не влияет вопрос о том, есть ли ваш прибор движущийся $B_1$ или движущийся вид $A_2$. Так что в ходе операции нельзя терять энергию $PS$. Ваши дискретные порции действия $B_2$ должны быть равны соответствующим дискретным порциям величины $PS \times S_4$ у $A_2$, а эта последняя величина включает атомарный

электростатический заряд *e*. Планк, оказавшись перед необходимостью считать действие дискретным из-за поведения излучения «черного тела», обнаружил, что придется принять в расчет *c*, *e*, постоянную, называемую абсолютной температурой, и еще одну постоянную — постоянную Больцмана *k*. Две последние связаны с «энтропией» внешнего мира, которая задает *направление* движения «сейчас», и потому их должны принимать в расчет и мы сами. Планк, разумеется, не притязал на знание того, *почему* действие должно являться нам дискретным: он полагал эту прерывность необъяснимым свойством объектного мира. Но он открыл, что ограничения, связанные с принятием этих четырех постоянных, — а это *наши* ограничения, — ставят предел размеру дискретных порций. Они не могут быть меньше *h*.

И вот вам ваш квант! — совершенно логичный и не требующий никакого нарушения непрерывности ни в чем, кроме истолкований предельного наблюдателя. И это квант, который относится, как мы и ожидали, к прибору, а не к объекту.

ГЛАВА XXIII

# ХРОНАКСИЯ

✦

«Очень мило, — говорит читатель (так я надеюсь), — но вы забыли одну вещь. Ваше $h$ доказывает, что физик описывает свой мир так, *как если бы* его наблюдал воображаемый серийный наблюдатель. А нужное ему для этого „сейчас“ он может получить лишь в том случае, если сам он — настоящий серийный наблюдатель. Но тогда он, как этот настоящий серийный наблюдатель, сталкивается с теми же трудностями, что и его *воображаемый* четырехмерный индивид. Он не может передавать энергию непрерывным потоком между своим психофизическим $B_1$ и своим мозгом $A_1$. Он, как четырехмерный индивид, должен считать протяженность своего $B_2$ во Времени 2 прерывной — должен принимать от своего мозга $A_2$ только дискретные куски *действия*. Но если он так поступает, эффект должен быть заметен в мозге *всякий раз, когда он вмешивается* в этот орган. И это должен быть эффект *крупного масштаба*, ведь он индивид макроскопический. Я не могу принять ваше $h$ как решение задачи в его случае. И помните: Природа тоже скажет свое слово. Он обнаружит какие-то пределы скачкам своего $B_1$».

Так он их и обнаруживает.

Это открытие сделал профессор Л. Лапик, и его очень подробно изучили он сам, Бургиньон и Холдейн. Возможно, следовало бы упомянуть и других, ибо открытию теперь уже несколько лет.

Предположим, вы прикладываете к нерву электрический раздражитель. Это должен быть двигательный нерв, если вы хотите наблюдать измеримый эффект, но нервное вещество повсюду одного рода, а нас занимает *физический* отклик нерва. Оказывается, что *интенсивность раздражителя, необходимая, чтобы вызвать отклик нерва, изменяется обратно пропорционально длительности этого раздражителя*.

Это значит, что нерв откликается не на энергию, а на *действие* — энергию × время.

Далее, оказывается, что есть *минимальная длительность*, необходимая, чтобы вызвать отклик. Поразительный факт: если длительность меньше этой минимальной, отклика нет, как бы ни был силен раздражитель! И наоборот, отклика нет, если раздражитель не обладает *минимальной интенсивностью*, сколь бы велика ни была длительность. Это, кажется, понять легче. Но суть в том, что, поскольку (как мы только что видели) нерв откликается на действие, минимальная интенсивность, умноженная на минимальную длительность, составляет атом действия — в том, что касается данного нерва. Правда, этот атом действия непохож на квант тем, что составлен из атома энергии, умноженного на атом времени; но от этого действие не перестает быть атомарным. Это значит лишь, что характер атома действия в физиологическом мире более ограничен, чем характер $h$. Он четырехмерен, но должен обладать определенной четырехмерной *формой*; тогда как у $h$ эта форма упруга. Далее, физиологический атом действия у разных нервов различен, но в нашей теории нет причин, почему бы этому не быть так. Ведь

ультрамикроскопический мир, который приходится принимать в расчет в ультрамикроскопических опытах, возможных с тонкими приборами наших лабораторий, ничего не значит в грубых реакциях живой материи. Минимальная интенсивность и минимальное время могут быть, следовательно, частными особенностями каждой биологической структуры и даже меняться на разных стадиях ее жизни.

Вот вам и дискретное действие в случае мира живой ткани — в $A_1$ психофизического экспериментатора!

Хронаксия в мышцах и в сенсомоторных дугах спинального уровня должна быть чисто автоматической. Но это ничего не значит. Любой физиолог знает, что поток нервной энергии, который поначалу кажется управляемым, при постоянном повторении становится полностью автоматическим. Психофизический наблюдатель — наблюдатель ощущений и участник взаимодействия с мозгом — имеет физический характер, и то, что становится автоматическим в нерве или мышце, должно подобным же образом становиться автоматическим и в нем. Поскольку его $B_1$ должен быть тем, что отличает живую ткань от мертвой, мы ожидали бы найти его присутствующим, но скованным привычкой, в каждой ткани, которая обнаруживает автоматическую хронаксию.

Следует совершенно ясно понимать, что этот психофизический $B_1$ — не мозг. Ведь он может пользоваться одной частью мозга и тела, чтобы наблюдать другую часть. Когда вы нажимаете пальцем на уголок глаза, чтобы исказить зрительный феномен, вы обнаруживаете свое глазное яблоко пальцем, который наблюдает сопротивление. Вы можете правой рукой обнаружить левую — а затем проделать то же наоборот. В таких опытах

двигательная система — это объект $A_1$, используемый как $B_1$; точно так же, как фотопластинка — это объект $A_1$, используемый как источник сведений о другом объекте $A_1$.

# ЧАСТЬ IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРИЛОЖЕНИЕ

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

✦

Итак, в части III мы закончили обзор свидетельств, которые дают точные науки. Эти свидетельства полностью подтверждают выводы, к которым мы пришли на чисто математических основаниях в части II. Расширения современной науки — теория относительности, волново-корпускулярные эффекты, сам квант — оказались всего лишь примерами того факта, что картина во времени неизбежно есть картина регрессивная, и притом такая, которую не мог бы начать никто, кроме регрессивного наблюдателя, сознающего движущееся «сейчас». Если вместо настоящего наблюдателя 1 мы подставим приборы нашей лаборатории и возьмемся строить картину во времени, то обнаружим, что вставляем эти приборы в «сейчас» того самого настоящего наблюдателя 1, от которого надеялись уйти, так что объектный мир являет себя этим приборам так, как явил бы себя ему, обладай он той же точностью наблюдения. И у нас по-прежнему остается тот факт, что источник некоторых энергий, которые во время эксперимента пробиваются во внешний мир и которые надо как-то учесть, лежит на недостижимом конце регресса настоящего наблюдателя.

Мы находим, что картина во времени, изученная в частях II и III, в точности совпадает с таблицей самосознающего наблюдателя, которую мы составили в части I, и потому можем сказать, что человек должен быть самосознающим наблюдателем, который пользуется временем как одним из терминов своего описания, потому что регрессивный характер времени отвечает

его потребностям и дает ему единственный род картины, какой он мог бы счесть одновременно рациональным и эмпирически верным.

Но мы обнаруживаем гораздо больше этого. Мы находим, что такой наблюдатель не может не быть бессмертным в своем собственном Времени 2, каким бы он ни был во Времени 2 кого-нибудь другого. Он переживает разрушение своего наблюдателя 1 — и переживает его со всем своим «прошлым» опытом Времени 1 в качестве четырехмерного снаряжения. Этот опыт неизменен, потому что пригнан к неизменному прошлому объективного мира. Это стеснение — это вмешательство в его свободу — и составляет его наблюдение того объективного мира.

Чтобы читатель не встревожился этой картиной сверх меры, скажу здесь, что есть множество свидетельств того, что наблюдатель 2 по самой своей сути — творец образов, образов, которые нам сейчас кажутся нереальными, но вполне реальны, когда мы мельком видим их, как это и бывает, в наших снах. Но ничто из этого последнего не входит в область точных наук. Все, что могут сказать они, — это что раз человек видит мир в понятиях времени, то он должен быть бессмертен во Времени 2. И это, я думаю, они вправе сказать утвердительно.

Читатель, который хочет больше узнать о чисто психологических сторонах этого четырехмерного психофизического существа, найдет об этом немало в книге под названием «*Эксперимент со временем*».

А теперь мы можем попытаться ответить на вопрос, который задали себе во Введении. Рациональна вселенная или иррациональна? И ответ таков: рациональна во всем, кроме предельного наблюдателя, который создает картину. Он, со своим самосознанием, своей волей и двойственностью своего

психофизического взгляда, иррационален; но как бы далеко вы его ни преследовали, вы никогда не сможете этого обнаружить. Ведь когда вы добираетесь до любого наблюдателя ряда и помещаете его в картину, он тут же передает иррациональность наблюдателю, стоящему следующим позади него. Так что рациональность в философии эпистемолога лежит в бесконечном регрессе. Для метафизика она заключается в отказе рассматривать какое бы то ни было отношение субъекта и объекта. А это влечет за собой отрицание всякого знания, добытого экспериментом.

Читатель совершенно волен стать метафизиком и сказать, что картина во времени неверна целиком. Но тогда он не может утверждать, что та особая метафизическая картина, которой он отдает предпочтение, поддается проверке экспериментом. Более того, это не позволит ему уйти от своего бессмертия. Ведь когда он говорит о том, что бывает «после» смерти, он возвращается к картине во времени, а в этой картине он бессмертен.

Желаем ли мы этого бессмертия теперь, когда можем быть достаточно уверены, что им обладаем? Некоторые из нас его страшатся, имея о нем то ложное представление, о котором я говорил в главе II. Но все мы ненавидим — ненавистью слишком глубокой, чтобы ее выразить, — мысль о том, что вся Природа для Жизни — не более чем «кое-как позолоченная камера для казней», «беспрерывно пополняемая новыми жертвами».

Но для меня этот вопрос решается очень просто. В вечной жизни есть приключение. В вечной смерти его нет. А я — целиком за приключение.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

✦

*Отрывок из «Эксперимента со временем»*

Анализ удобно продвинуть еще на одну ступень дальше, но повторять доводы нам нет нужды.

Мы, конечно, обнаружим, что Время, поле и наблюдатель, которых на ступени 2 мы считали предельными, вовсе не были предельными; и мы наткнемся на набор предельных величин с большим числом измерений, которые в свою очередь сохранят это звание лишь до следующей ступени. И так до бесконечности.

На рис. 25 мы изображаем три измерения Времени как три измерения тела, видимого в перспективе. Чтобы перспектива была понятна, этой фигуре приходится рисовать воображаемые границы; но *на деле никаких таких границ нет ни вверху, ни внизу, ни сзади, ни спереди. У фигуры есть неподвижные боковые стороны (изображающие рождение и смерть во Времени 1), но ее протяженности в измерениях Времени 2 и Времени 3 не имеют пределов.*

Время 3 показано как вертикальное измерение бруска. По отношению к этому Времени измерения, которые мы называем Временем 1 и Временем 2, сродни измерениям пространства.

Среднее горизонтальное сечение этой объемной фигуры, плоскость $G'G''H''H'$, — наш мгновенный снимок рис. 24, показанный в перспективе. Длительности в новом измерении Времени тех состояний мозга, которые изображены на рис. 24 протяженными во Времени 2 линиями, следовало бы показать, продлив эти линии в измерении Времени 3 так, чтобы они

образовали вертикальные плоскости, расставленные, как ломтики поджаренного хлеба на подставке. Но если заполнить их, схема окажется перегруженной. Наш первый реагент, *O′O″*, будет длиться (простираться) во Времени 3 как плоскость, делящая брусок по диагонали, — то есть как плоскость *ABCD*.

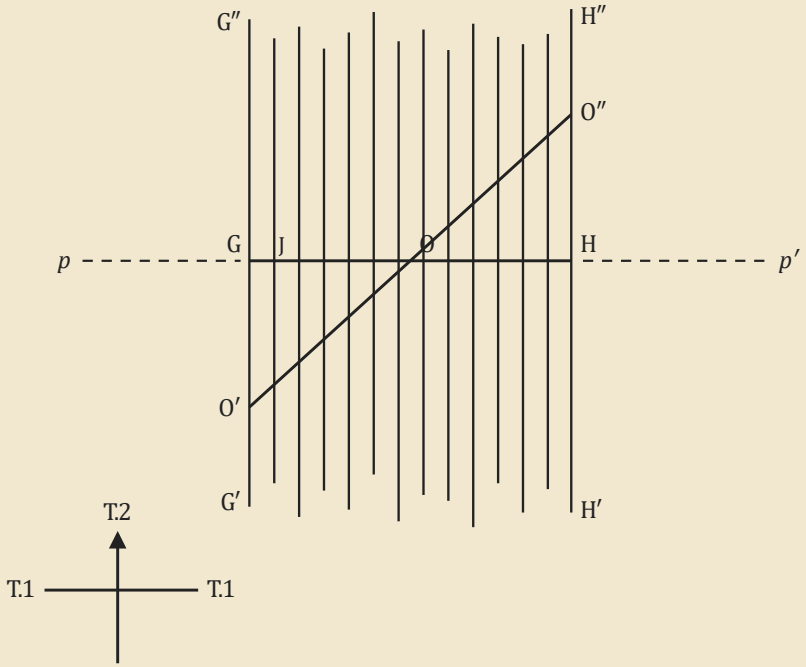



*Рис. 24*

В «настоящем» состоянии рис. 24 (показанном посередине бруска) поле представления *GH* — которое, напомним, должно быть отмечено пересечением какой-то наблюдающей сущности с плоскостью фигуры, — находится в середине плоскости. В «прошлом» состоянии рис. 24 (плоскость внизу бруска) это поле

— эта линия пересечения — находится в *DE*. В «будущем» состоянии рис. 24 (вверху бруска) это поле находится в *FB*. Следовательно, пересекающаяся сущность, реагент номер 2, лежит вдоль наклонной плоскости *DFBE*, и эта плоскость изображает ее длительность.

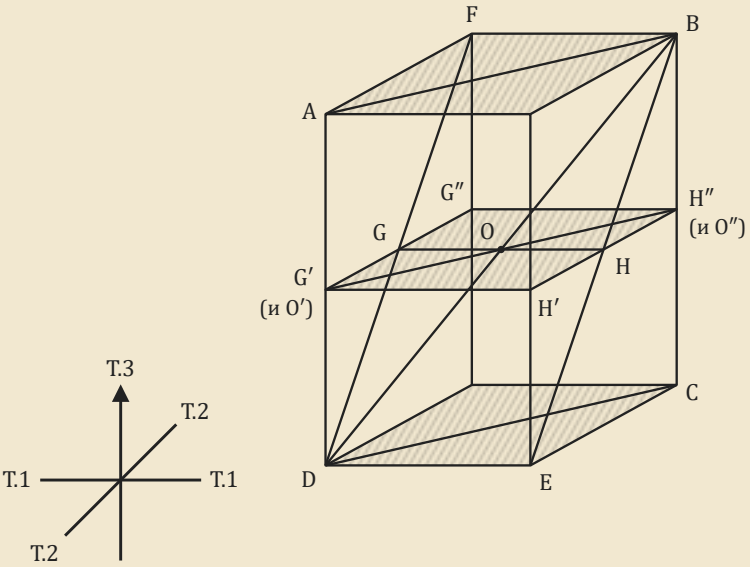



*Рис. 25*

Пересечение этой плоскости с плоскостью *ABCD* — линия *DB*. Новое движущееся поле представления (поле 3) — плоскость *G′G″H″H′*. По мере того как эта плоскость поля 3 поднимается по бруску, линия ее пересечения с наклонной плоскостью *DFBE* (линия *GH*) движется по движущейся плоскости поля 3 к *G″H″*. Иначе говоря, поле 2 движется вдоль Времени 2. Точка *O* (где пересекаются три плоскости *ABCD*, *DFBE* и *G′G″H″H′*) тем временем

движется вдоль движущейся линии *GH* к *H*. Иначе говоря, поле 1 движется вдоль Времени 1.