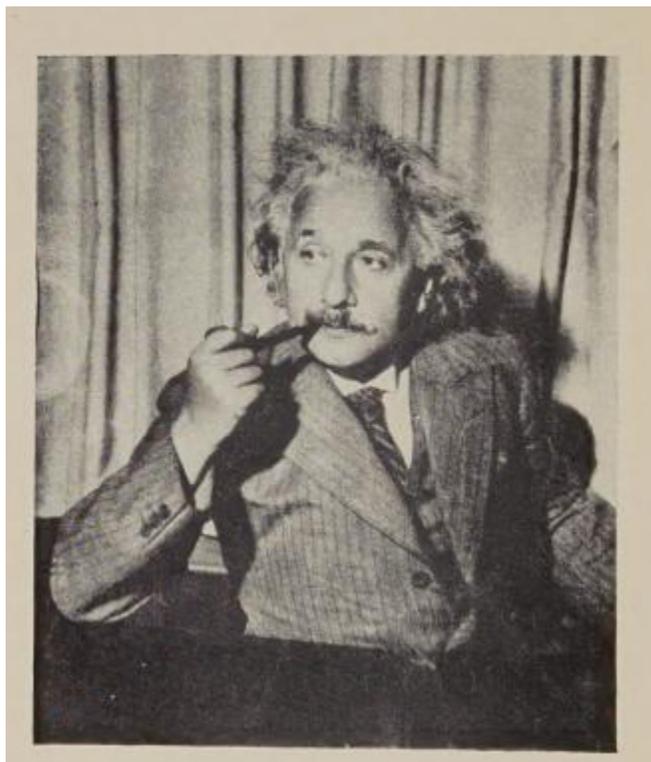


**ЭЙНШТЕЙН**  
**ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ВСЕХ**  
**Герман Нюрнберг**



Альберт Эйнштейн

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Подробно излагать в предисловии ограничения и оговорки книги противоречило бы установившимся правилам. Поэтому автор ограничится несколькими словами. С момента формулирования теории относительности автора этих страниц охватило неутолимое стремление проникнуть в «самую суть тайны». После десяти лет напряжённой учёбы и обширных исследований у него возникла мысль изложить свои выводы читающей публике.

Настоящая книга адресована, таким образом, не только тем, кто пропитан математическими формулами и академической строгостью, но также — и в гораздо большей степени — широкой образованной публике. Она написана простым, не техническим языком и носит самый элементарный характер. В то же время она кратка и сжата: теория относительности в одном взгляде. Пусть она послужит своей цели.

**Герман Нюрнберг**

*«Теории Эйнштейна — величайшее синтетическое достижение человеческого рода».*  
*Бертран Рассел*

## **ВВЕДЕНИЕ**

С незапамятных времён существовали различные группы и классы людей, стремившихся раскрыть «великую тайну», тайну творения. Что представляет собой вселенная? Что послужило причиной её возникновения? Что заставляет планеты, Солнце и все звёзды двигаться? Что такое материя? Что такое пространство и время? Что такое жизнь и каково её происхождение? Что такое электричество? Все эти и многие другие загадочные вопросы задавались с момента первого пробуждения разумного мышления человеческого рода.

Различные поколения давали различные ответы — в соответствии со степенью развития человеческого разума в ту эпоху.

До эпохи Кеплера, Коперника и Галилея наша Земля считалась центральной точкой всей вселенной. Это был так называемый геоцентрический период. Звёзды, Солнце и все известные тогда планеты двигались и обращались вокруг величественной Земли, которая считалась пребывающей в вечном покое. Один из великих умов того времени, Коперник, объяснял различные движения планет тем, что каждая из них приводится в движение своим ангелом — объяснение, вполне естественное для той эпохи. Возможно, он опасался церковных властей и потому выдвинул столь нелепую причину, а возможно, действительно так думал. Как бы то ни было, факт остаётся фактом — он предложил эту теорию.

Эти первооткрыватели астрофизического знания были столь же далеки от истины, как наша планета далека от Млечного Пути. Позднее вместо геоцентрической теории была принята гелиоцентрическая: Солнце считалось центром вселенной — вселенной, которой тогда представлялась лишь наша Солнечная система; все планеты обращаются вокруг Солнца, а само Солнце остаётся неподвижным и неподвижно пребывает в центре. Огромный голубой свод над нами с его квадриллионами мерцающих огней по-прежнему считался обителью Бога и ангелов, а также будущим местом нашего пребывания после ухода из этой долины скорби, где нас ожидало блаженство.

Можно с уверенностью сказать, что эпоха упомянутых учёных почти во всех отношениях была равна эпохе Птолемея — последнего великого греческого астронома. После него наука долгое время не развивалась, а греческая цивилизация была уничтожена вместе с сожжением Александрийской библиотеки христианской толпой в 389 году н. э. Затем наступили тёмные века невежества.

Греческие сочинения были вновь открыты в XIII веке в арабских переводах, однако даже тогда учение Аристотеля было запрещено в Парижском университете. Туман невежества, окутывавший наш мир, вскоре должен был рассеяться ураганом, исходящим из уст великого ума.

«Действие на расстоянии», или закон всемирного тяготения, стал новым научным евангелием, провозглашённым сэром Исааком Ньютоном. Словно по мановению волшебной палочки, все загадки были сняты. Почти триста лет этот закон считался универсальным объяснением и принимался всеми университетами и учёными как неоспоримая истина. Он был неприкосновенен, и никто не осмеливался подвергнуть его сомнению; более того, никому даже не приходило в голову, что в нём может быть какой-либо изъян. Но замедленное развитие науки внезапно ускорилося к концу XIX века. События следовали одно за другим с такой быстротой, будто сама природа стремилась наверстать упущенное время и соперничала с человеческими попытками раскрыть тайны космоса.

Телескоп проник на миллионы световых лет в глубины пространства. Физики трудились в лабораториях, едва успевая осмысливать новые данные, поступающие «свыше», и включать их в старую систему знаний.

Астрономов тревожил «злой дух» по имени Меркурий, который постоянно появлялся раньше расчётного времени и доставлял им массу трудностей.

Физики, наблюдая электромагнитные явления, испытывали растерянность и замешательство, поскольку «Начала» Ньютона не согласовывались с наблюдаемыми фактами. Ежедневно они сталкивались с новыми противоречиями и аномалиями. Казалось, будто некие скрытые силы заключили заговор, чтобы свергнуть самодержца, правившего наукой триста лет. Научный мир, образно говоря, находился в смятении. Мнения разделились, царил хаос. Многие пытались сохранить корону за великим учёным. Но в воздухе уже витало нечто новое, неслыханное.

Пока эти научные споры бушевали, природа уже сформировала и подготовила нового преемника «Пана»<sup>1</sup>. Король умер — да здравствует король!

Где-то в Швейцарии молодой человек лет двадцати трёх, ещё не известный миру, поразил все академии, выпустив свою первую «пулю» в этот хаос. Эта «пуля», которую он назвал специальной теорией относительности, ударила как гром среди ясного неба. Взрыв вызвал грандиозный пожар. Многие были изумлены и ошеломлены, многие оглушены, многие возмущены дерзостью, а многие — особенно немецкие профессора — позеленели от зависти и пытались нейтрализовать произведённый эффект. Однако один выдающийся учёный и математик, Пуанкаре, сразу распознал «львиную лапу» — льва по имени Эйнштейн.

Альберт Эйнштейн родился в Германии, в Ульме, в еврейской семье. Его отец однажды показал младенцу компас — просто чтобы развлечь его — и колеблющаяся стрелка пробудила в трёхлетнем мальчике исследовательский дух, до того скрытый в его сознании. Говорить он начал настолько поздно, что родители опасались отклонений в его развитии. Любовь к музыке проявилась у него очень рано. В девять лет он уже успешно решал математические задачи. Его дядя, инженер Якоб Эйнштейн, рассказал ему о теореме Пифагора. Мальчик три недели упорно работал над задачей и затем с торжеством представил доказательство, основанное на подобии треугольников. Сам

---

<sup>1</sup> Мифологическое существо Древней Греции. Бог стад и пастбищ. Его владения, или место его обитания, находились в лесах. Однажды моряки, проплывавшие мимо, услышали голос: «Пан умер».

Пифагор, как известно, в пятидесятилетнем возрасте принёс богам в жертву сто быков в благодарность за открытие доказательства этой теоремы.

В четырнадцать лет его учитель математики признал его готовым к университетскому обучению. В 1893 году, столкнувшись с проявлениями антисемитизма, его родители переехали в Италию, откуда отправили его в Цюрих для изучения математики и физики в Политехническом институте. Поскольку семья лишилась состояния, он не мог рассчитывать на материальную поддержку и зарабатывал на жизнь частными уроками.

В 1901 году он работал экспертом в швейцарском патентном бюро. Именно там началась его блистательная научная карьера — с публикации ряда работ в журнале *Annalen der Physik*. Он получил поздравительное письмо от Макса Планка — создателя квантовой теории.

Анри Пуанкаре, один из крупнейших физиков своего времени, признавался, что с величайшим трудом осваивал новую механику Эйнштейна. Он писал: «Господин Эйнштейн — один из самых оригинальных умов, которых я когда-либо встречал. Несмотря на свою молодость, он уже занимает весьма почётное место среди крупнейших учёных своего времени. Прежде всего поражает лёгкость, с которой он усваивает новые концепции и извлекает из них все возможные следствия. Он не цепляется за классические принципы, а видит все мыслимые возможности, когда сталкивается с физической задачей. В его сознании она превращается в предвосхищение новых явлений, которые когда-нибудь могут быть подтверждены опытом... Будущее даст всё больше доказательств заслуг господина Эйнштейна, и университет, которому удастся привлечь его, может быть уверен, что это принесёт ему честь».

В 1905 году он опубликовал специальную теорию относительности. В 1909 году стал профессором теоретической физики в Цюрихе. В 1911 году — профессором в Праге. В 1914 году принял приглашение Берлинской академии. Там он разработал общую теорию относительности. Дважды посещал США, где его принимали с королевскими почестями. В 1933 году был вынужден покинуть Берлин и с тех пор стал жителем и гражданином Соединённых Штатов.

В 1921 году Эйнштейн получил Нобелевскую премию по физике, но не потратил ни цента из присуждённых ему средств. Десятки университетов присвоили ему почётные степени доктора.

Эйнштейн-человек столь же велик, как и Эйнштейн-учёный. Во время войны манифест девяноста трёх немецких интеллектуалов оправдывал их страну — Эйнштейн его не подписал. Он был убеждённым пацифистом. Перед выступлением в Нью-Йорке (1930) переводчик отсутствовал, и Розика Швиммер предложила помощь. Эйнштейн согласился, отметив, что она разделяет его убеждения. На приёме в мэрии он заметил: «Царство разума не признаёт войн».

Свою религию он называл космической: «Религиозные гении всех времён отличались космическим религиозным чувством, не признающим ни догм, ни Бога, созданного по образу человека... Спиноза — мой Бог».

Он также был сознательным евреем и сторонником еврейского национального дома, считая Палестину будущим центром для своего народа.

В заключение следует отметить, что Эйнштейн — один из самых скромных учёных своего уровня. Слава не сделала его высокомерным. Получив золотую медаль Королевского общества, он сказал: «Человек, которому удалось хоть немного глубже проникнуть в вечную тайну природы, уже удостоен великой благодати. Если же при этом он пользуется здоровьем, сочувствием и признанием, он получает больше счастья, чем может вынести один человек».

Характер Эйнштейна ясно проявляется в этих словах.

# А. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

## 1. ТЕ ДВЕНАДЦАТЬ МУДРЕЦОВ

Когда в конце мировой войны пушки умолкли и рассеялся дым взрывов, два великих человека Великобритании — сэр Джеймс Джинс и А. С. Эддингтон — объявили, что в физике произошла революция и что характер этой революции приобрёл грандиозные масштабы. Пресса по всему миру подхватила это сообщение.

Это было первое появление, дебют Эйнштейна на общественной сцене научного мира, вызвавший подобное возбуждение. В различных газетах появились длинные и пространные статьи, рассказывавшие таинственные истории об этом новом «феномене», именуемом теорией относительности. Они приписывали Эйнштейну слова о том, будто во всём мире не более двенадцати человек способны понять его теорию, — утверждение, которого Эйнштейн никогда не делал. Истина же состоит в том, что всякий профессор математики прекрасно знаком с ходом рассуждений Эйнштейна. Не только больше дюжины людей играют сегодня с искривлёнными пространством и временем, но имеется по меньшей мере сотня таких, которые полагают, что даже улучшили Эйнштейна. Периодические издания, посвящённые математике и физике, наводнены всевозможными «вселенными». Более того, заняты и философы. Возможно, они не понимают математики Эйнштейна, но они постигают последствия его теории. Поэтому это журналистское заявление в высшей степени относительно, и автор желает сказать читателям этой книги, что оно грубо преувеличено.

Триста лет назад закон тяготения, сформулированный сэром Исааком Ньютоном, был столь же тёмным и трудным для масс, как сегодня теория относительности. Но теперь любой старшеклассник понимает закон тяготения. Если бы нашим предкам сто лет назад сказали, что мы, люди нынешнего времени, будем летать высоко над облаками со скоростью от двухсот до трёхсот миль в час, или что будем «слушать» речь, произносимую где-нибудь в Австралии, находясь в Соединённых Штатах, или что телевидение будет доведено до совершенства, — они сочли бы это сказкой из «Тысячи и одной ночи».

Более двух тысяч лет существовала одна евклидова математическая истина; была только одна геометрия; была одна необратимая и непроверяемая теорема Пифагора и так далее. Сегодня положение совершенно изменилось. Эти императоры и властители были низложены, и на их место пришли новые — Минковский, Гаусс, Риман и многие другие. Поэтому для читателя важно ознакомиться с этими новыми понятиями, чтобы понять теорию относительности.

Теория относительности — это новое восприятие природы, основанное на новых наблюдениях и новых выводах. Если помнить об этом, читателю будет нетрудно следовать ясным и простым объяснениям. Только так он сможет понять и усвоить различные факты, которые кажутся чрезвычайно тёмными.

## ***1. ЭФИР***

**Определение:** эфир предполагался как невидимая, очень тонкая субстанция, заполняющая пространство и служащая различным целям. Без этого фиктивного вещества или материи физики и астрофизики не могли объяснить некоторые явления природы. Великий дипломат Бисмарк однажды заметил: «Если бы не существовало Австро-Венгерской империи, нам пришлось бы её создать». То же самое и с эфиром. Физики создали его, потому что он был им нужен.

В действительности существовало много эфиров, эфиров разных разновидностей. Иногда эфир был упругим, иногда жёстким, иногда чрезвычайно тонким и служил для переноса или передачи энергии с места на место; иногда он двигался, а иногда был неподвижен, занимал всё пространство и проникал также во все молекулы и атомы. Иногда он увлекал за собой материю, а иногда сам увлекался материей. Словом, эфир был мастером на все руки, универсальным слугой, и мог проделывать всевозможные фокусы — в зависимости от потребности, желания и прихоти физика.

## ***2. ВРЕМЯ И ПРОСТРАНСТВО***

Время и пространство рассматривались как две независимые сущности. Никому никогда не приходило в голову подвергнуть это сомнению.

Пространство можно определить как среду, в которой пребывает материя.

Время можно определить как среду, посредством которой мы измеряем события.

На первый взгляд крайне парадоксально пытаться соединить эти две различные сущности. На протяжении тысяч и тысяч лет никто даже не пытался поставить их в тесную связь друг с другом или сделать их взаимозависимыми. Именно Эйнштейн, благодаря своему замечательному и феноменальному гению, сумел создать — и доказать истинность своего создания — новое понятие пространственно-временного единства. Он доказал, что время без пространства или пространство без времени лишены смысла.

(Согласно Галилею и Ньютону, время и пространство были абсолютными сущностями, а движущаяся система вселенной зависела от этого абсолютного времени и пространства. На этом представлении была построена механика. Выведенные формулы удовлетворяли всем медленным движениям в природе; однако было обнаружено, что они не согласуются с быстрыми движениями, обнаруживающимися в электродинамике. Это привело Эйнштейна к разработке специальной теории относительности; благодаря этой теории все явления электродинамики, равно как и механики, которые прежде не поддавались объяснению с помощью старых формул, были удовлетворительно истолкованы.)

Время и пространство будут рассмотрены в особой главе этой книги и объяснены более подробно.

Ни время, ни пространство не могут быть измерены человеческими приборами. Лишь материя ограничена в пространстве; а время, как мы его делим на годы, времена года, часы и минуты,

природе неведомо. Три часа пополудни пятнадцатого апреля 1936 года — в природе это нелепость. Эти объяснения лишь предваряют те, что последуют далее, и я надеюсь, что читатель не испугается уже на самом пороге здания, именуемого теорией относительности.

### ***3. ИЗМЕРЕНИЯ***

Всё, что называется материей, имеет три измерения, а именно: длину, ширину и высоту. Нам никогда не приходило в голову, что измерений может быть больше трёх. Если бы кто-нибудь заговорил с вами о ещё одном измерении в то время, когда вы изучали евклидову геометрию, вы, несомненно, сочли бы его сумасшедшим. И даже сегодня представление о четвёртом измерении для многих остаётся нелепостью. Однако, как бы абсурдно это ни звучало, измерений больше трёх; и читатель многое выиграет уже от одного знакомства с этим странным понятием, называемым четвёртым измерением. Пожалуйста, не пожимайте плечами и не теряйте терпения. Прежде чем вы дочитаете эту книгу, вас ожидает не один сюрприз. Вы вступаете в мир новых понятий, идей и новых реальностей, которые сосуществовали с нашей вселенной, но никогда не были раскрыты до появления Эйнштейна.

Чтобы не держать вас слишком долго в неизвестности, пока достаточно открыть, что Эйнштейн рассматривает время как четвёртое измерение.

### ***4. ТЯГОТЕНИЕ, ИЛИ ДЕЙСТВИЕ НА РАССТОЯНИИ***

Тяготение определяется как сила, действующая на каждую частицу материи со стороны всякой другой частицы материи. Этот закон приписывается сэру Исааку Ньютону. То, что камень, брошенный в пространство, падает обратно на землю, объясняется притяжением земли, или так называемой силой тяжести. Согласно Ньютону, вся вселенная распалась бы, если бы не существовало гравитационного притяжения между различными небесными телами. Эти солнца, звёзды и различные планеты действуют и оказывают влияние друг на друга на расстоянии.

В течение трёхсот лет закон тяготения объяснял почти все явления природы. Он считался величайшим достижением человеческого разума со времён древней Греции, учёные которой пытались дать миру удовлетворительную и научно обоснованную картину вселенной.

### ***5. ИНЕРЦИЯ***

Инерцию можно определить как свойство тела сохранять состояние движения или покоя до тех пор, пока на него не подействует какая-либо иная сила. Например, шар, движущийся по совершенно гладкой плоскости, никогда не перестанет двигаться, если только его не остановит какая-нибудь иная сфера влияния или сила. Любая частица материи будет оставаться в покое, если внешняя сила не приведёт её в движение.

## **6. СВЕТ**

Свет можно определить как излучение различных небесных тел, передаваемое к нам эфиром (или исходящее от любого излучающего тела). Он распространяется со скоростью сто восемьдесят шесть тысяч триста миль в секунду. До сих пор в природе не обнаружено большей скорости.

## **7. МЕРКУРИЙ**

Это одна из планет, ближайших к Солнцу. Она играет большую роль в теории относительности.

## **8. ПАРАЛЛЕЛИЗМ**

По Евклиду, параллельные линии — это прямые линии, которые, находясь в одной плоскости и будучи продолжены неограниченно в обе стороны, не пересекаются ни в одном направлении.

## **9. ЕВКЛИД**

Основатель и создатель той геометрии, с которой мы знакомы ещё со школьных лет.

## **10. КРИВИЗНА**

Любая часть шара или мяча считается кривой, или округлой, в противоположность плоскости или её части.

## **11. МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ, ИЛИ ТУМАННОСТЬ**

Система из миллиардов звёзд, которую мы видим ночью на ясном небе и которая кажется нашему глазу серебристым облаком.

## **12. БЕСКОНЕЧНОСТЬ**

Безграничное распространение или протяжение в пространстве, либо беспредельная длительность во времени.

## **13. ГАЛАКТИКА**

Все звёзды, которые мы можем видеть на ясном небе невооружённым глазом.

## 2. ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Теория относительности вытекает из изучения движения и прежде всего основывается на незыблемом факте, что во вселенной не существует ни абсолютного покоя, ни абсолютного движения. Например, если вы покоитесь в кресле, вы всё же не находитесь в абсолютном покое, потому что движется Земля. То же самое относится и к движению. Абсолютного движения не существует. Нельзя сказать, что кто-либо движется с определённой скоростью, не принимая во внимание движение нашей системы (то есть движение Солнца, Земли и других планет). Если, к примеру, человек движется, идёт, бежит или едет со скоростью полмили или мили в минуту, это ещё не его действительная скорость, потому что, пока движется он, движется и Земля.

Вращение Земли вокруг своей оси совершается со скоростью тысячи миль в час, и, кроме того, она движется по своей орбите вокруг Солнца со скоростью восемнадцати миль в секунду. Но и скорость Земли не является абсолютной, потому что она участвует в движении Солнца, которое движется во вселенной по собственной орбите со скоростью около двенадцати миль в секунду, увлекая за собой все планеты. Но и движение Солнца не абсолютно, поскольку оно переносится движением нашей галактики. И даже наша галактика не обладает абсолютным движением, ибо участвует в движении других галактик (систем звёзд, одной из которых является Млечный Путь). И так далее без конца. Из этих фактов мы легко можем видеть, что всё во вселенной, относящееся к покою и движению, относительно, потому что вся вселенная пребывает в непрерывном движении.

Теория относительности состоит из двух частей: специальной, или ограниченной, имеющей дело с прямолинейным и равномерным движением, и общей теории, рассматривающей вращательное и ускоренное, то есть возрастающее, движение. Обе теории революционны. Они упраздняют старые представления и вводят новые, основанные на новом восприятии природы.

Главная особенность теории Эйнштейна состоит в том, что она уводит нас за пределы наших нынешних представлений о пространстве, времени и материи и знакомит нас с новыми понятиями, новыми представлениями: с природой такой, какова она есть в действительности. Но вместе с тем это и самое глубокое, идущее дальше всех приложение математики к явлениям материальной вселенной, какое только знал мир. И всё же, несмотря на её отвлечённый характер, она даёт нам простое представление о вселенной. Не нужно понимать чрезвычайно трудное тензорное исчисление, да даже и обычное исчисление, чтобы понять сущность, основы этой теории. Нам не нужно быть Бахом или Бетховеном, чтобы понимать их музыку; более того, нам даже не нужно уметь читать ноты, чтобы наслаждаться их мелодиями. Поэтому в этой книге мы вовсе не будем иметь дела с математикой, и читатель найдёт объяснения настолько простыми, насколько это возможно.

Прежде чем перейти к подробностям специальной теории относительности, я полагаю, будет полезно указать различия между Ньютоном и Эйнштейном в отношении некоторых астрономических фактов.

## ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ТЕОРИИ

Теория относительности поддерживается и подтверждается абсолютным доказательством. Ньютон утверждает, что пространство евклидово и что естественное движение — это движение по прямой линии. Солнце, звёзды и все небесные тела движутся в таком евклидовом пространстве, а тот факт, что они не движутся по прямым линиям, объясняется тем, что существует сила тяготения, притягивающая их к Солнцу.

Эйнштейн утверждает, что пространство не евклидово и что для объяснения движения планет не требуется никакой силы; их движение естественно в том виде пространства, в котором они существуют. Кто же прав?

Вот проверка: если Эйнштейн прав и движения планет обусловлены видом пространства, в котором они движутся, тогда это пространство должно одинаково воздействовать на всё. Луч света должен вести себя точно так же, как материальное тело.

Часть теории Эйнштейна состоит в том, что материя воздействует на пространство в своём соседстве, искривляет его. Чем больше тело, тем сильнее искривлено или искажено пространство возле него. Луч света, проходящий вблизи Солнца, должен отклоняться от своего пути и искривляться. Эйнштейн также предсказал величину этого отклонения. Из Англии<sup>2</sup> была отправлена комиссия для проверки теории посредством фотографирования звёзд, свет которых проходил вблизи Солнца во время солнечного затмения. Результат подтвердил теорию Эйнштейна. Это подтверждение теории Эйнштейна чрезвычайно поразительно.

**Второе доказательство:** движение планеты Меркурий, ближайшей к Солнцу, обнаруживает особенности, которые не могут быть объяснены ньютоновским законом тяготения. (Эта планета иногда появляется как бы преждевременно.) Теория Эйнштейна даёт этому совершенное объяснение.

Полагаю, будет также весьма полезно объяснить различие между представлениями о физическом мире до Эйнштейна и после Эйнштейна.

До Эйнштейна наука полагала, что физический мир состоит из материи и пространства. Время было сущностью само по себе и существовало, таким образом, в нашем сознании. Оно не имело никакого отношения ни к пространству, ни к материи. Также считалось — и это было твёрдо установлено Ньютоном, — что мельчайшие частицы материи действуют друг на друга и притягивают друг друга. Считалось также, что в природе существует некое вещество, именуемое эфиром.

Согласно физикам доэйнштейновской эпохи, включая Ньютона, эфир заполнял всю вселенную. Эфир мыслился как среда, соединяющая все частицы материи. Это было вещество, которое нельзя было точно описать, и существование которого не имело абсолютного доказательства, но некоторые явления природы невозможно было объяснить без этой субстанции.

---

<sup>2</sup> Комиссия выехала в ту точку, где можно было наблюдать за затмением.

Рассмотрим представления о двух основополагающих абстракциях — времени и пространстве — такими, какими они были до Эйнштейна. Со времён Аристотеля человек придерживался мнения, что существует абсолютное время и абсолютное пространство. Аристотель говорит: «Существует одно-единственное и неизменное время, которое течёт во все движения одинаковым и одновременным образом».

Эпикур — один из немногих, кто не согласен с положением Аристотеля: «Время не имеет существования само по себе, но лишь в материальных предметах, из которых мы получаем представление о прошлом, настоящем и будущем. Невозможно мыслить время само по себе, независимо от движения или покоя вещей». Ньютон ясно формулирует как абсолютное время, так и абсолютное пространство: «Абсолютное, истинное и математическое время, взятое само по себе и без отношения к какому-либо материальному предмету, течёт равномерно по своей собственной природе». Далее считалось, что мы можем измерить размеры любого вещества при помощи какого-либо прибора, скажем линейки, и таким образом получить его абсолютную длину, ширину или толщину.

На протяжении почти двадцати пяти столетий — со времён Птолемея, Евклида и Пифагора и вплоть до Кеплера, Коперника, Галилея и Ньютона — эти представления считались хорошо обоснованными и прочно установленными. Но внезапно явился Эйнштейн, который доказал, что ничто не абсолютно, что всё относительно, что ничто не бесспорно и не непререкаемо, что всё иллюзорно. Он доказал при помощи высшей математики, что время и пространство различны в разных частях вселенной; он также опроверг представление о «верхе» и «ниже». Далее он опроверг абсолютное измерение вещей; он отверг абсолютное движение и абсолютный покой; он отверг сохранение материи и энергии. Одним словом, он отверг все наши представления о природных и физических явлениях.

«Если выразить положительный результат специальной теории относительности одним словом, то его можно было бы описать как слияние времени и пространства в одно единое понятие». Таковы слова Макса Планка, автора квантовой теории: «Работа Эйнштейна в физике близко напоминает работу Гаусса в математике».

Некоторые из этих новых представлений мы понимаем легко. Большое и малое — понятия относительные, в зависимости от той меры, которую мы применяем. Правое и левое — также относительные понятия, которые сразу меняются, когда мы поворачиваемся. Верх и низ имеют смысл только по отношению к поверхности планеты; в свободном пространстве, вне зоны притяжения небесного тела, нет ни верха, ни низа.

Но Эйнштейн упраздняет представление, которое до сих пор считалось абсолютным: время<sup>3</sup> — нечто, что не воспринимается нашими чувствами, но в существовании чего мы абсолютно уверены.

Мы знаем, например, что движение тела требует времени, и способны измерять время по расстоянию, которое это тело прошло. Мы также воспринимаем время по движению нашей планеты

---

<sup>3</sup> Время как сущность сама по себе, независимая от пространства

вокруг своей оси, а также по орбите, которую она описывает вокруг Солнца; мы измеряем время и по правильному и равномерному движению маятника. Время для нас — понятие абсолютное, достоверное и неизменное. Мы также полагаем, что время повсюду в пространстве обладает тем же качеством, что и на нашем земном шаре. Даже если мы допускаем, что продолжительность времён года различна, основная единица времени — секунда — по нашему представлению имеет то же качество, что и на Земле, и ту же продолжительность. Время, как мы видим, для нас — величина абсолютная и достоверная. И это Эйнштейн отрицает. Он доказывает, что время различно в различных частях вселенной.

Но какова практическая польза теории Эйнштейна? Именно этот вопрос более всего интересует людей улицы. На него можно ответить следующим образом<sup>4</sup>: какое было бы различие, если бы Земля была круглой или плоской? Если бы Земля покоилась или двигалась вокруг Солнца? Наш мир, наша цивилизация выглядели бы совершенно иначе, если бы мы не открыли этих вещей.

Чудесное развитие науки приписывалось этим открытиям. Теория относительности может открыть человеческому разуму самые тонкие тайны природы. Конечно, в природе существуют такие вещи, которых мы, возможно, никогда не поймём. Мы, вероятно, никогда<sup>5</sup> не узнаем, что такое материя и как устроены молекула или электрон. Мы, быть может, никогда не узнаем, что такое электричество и что такое магнетизм. Но мы учимся пользоваться ими и создавать всевозможные удобства для человеческого рода, облегчать и смягчать наши страдания, успешно бороться со всеми скрытыми бедствиями и злами, которые угрожают нашему существованию на этой планете. Кто знает, не принесёт ли теория Эйнштейна такие преимущества, о которых мы никогда и не думали, и не станет ли тем самым благословением для человечества?

До изобретения спектроскопа и развития современной физики наука была чисто умозрительной и предположительной. Сегодня многие тайны уже разгаданы. До Эйнштейна физики блуждали во тьме, охотясь в тёмной комнате за чёрной кошкой, которой там не было. Сегодня многое раскрыто, большая часть явлений объяснена, стало меньше догадок и предположений.

Этими замечаниями мы достигли цели, поставленной настоящей главой. Были обозрены различные понятия и представления, которые помогут читателю на следующих страницах. Автор намеренно повторялся, чтобы читатель легче усвоил эти новые идеи, о которых он, возможно, прежде никогда не слышал. Вероятно, он будет поступать так и в следующих главах, и читатель постепенно освоится и лучше поймёт эти странные и новые идеи.

---

<sup>4</sup> Ответ не принадлежит автору

<sup>5</sup> Никогда не говори «никогда»

### 3. НОВАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Множество людей боится математической формулы так, словно это какая-то заразная болезнь. Поскольку эта книга написана для обычного читателя, спешу заметить, что мы не будем касаться никаких математических или геометрических формул, чтобы не отпугнуть неспециалиста ещё до того, как он начнёт чтение. Для объяснения новой геометрии, на которой Эйнштейн построил свою систему пространства-времени, будет употребляться самый простой и ясный язык.

Евклид, живший около 350 года до н. э., первым создал геометрическую систему для измерения материи. Эта геометрия имеет дело с линиями, плоскостями и кубами, то есть с телами, имеющими три измерения: длину, ширину и высоту, или толщину. Эйнштейн не мог воспользоваться этой системой Евклида и должен был обратиться к новому виду геометрии, созданному Риманом. Эта новая геометрия имеет более трёх измерений и не знает прямых линий.

До сих пор мы полагали, что живём в трёхмерном мире, а линии всей вселенной, мысленно проводимые нами, считались прямыми. Согласно Евклиду, прямая линия между двумя точками есть кратчайшая. Новая геометрия не знает никаких прямых линий, и кратчайшая линия между двумя точками является кривой. Иными словами, Евклид не постиг мысли о том, что вся вселенная представляет собой криволинейную систему.

Теперь Эйнштейн посредством математического метода, который невозможно объяснить неспециалисту, ввёл новое представление о пространстве, основанное на неевклидовой геометрии и связывающее время и пространство таким образом, что результат уже не может быть обозначен словом «пространство», но должен именоваться «пространство-время».

Самая трудная для понимания сторона теории относительности — это пространство-время, или четвёртое измерение. Сам Эйнштейн описывает четвёртое измерение следующим образом: «Предположим, что мы, люди, — слепые черви, живущие в двумерном мире. Мы движемся взад и вперёд и в различных направлениях только в двумерном пространстве и не имеем совершенно никакого представления о третьем измерении. На протяжении тысяч и тысяч лет эти слепые черви жили в своём двумерном мире и никогда не помышляли о существовании третьего измерения. Но вот некий мудрец, учёный, называвший себя Эйнштейном, сказал своим собратьям-червям, что в этом мире существует более двух измерений. Они были поражены и изумлены. Как можно мыслить о третьем измерении, если мы движемся только в двух измерениях?! И всё же в действительности третье измерение существует, как всем нам известно». Мы, люди, существа трёхмерные, не можем мыслить четырёхмерный мир точно так же, как слепые черви не могут мыслить трёхмерный.

Четвёртое измерение новой геометрии можно также пояснить следующим образом. Всё, что существует, существует не только в пространстве, но и во времени. Например, комод в моей комнате, который трёхмерен (две ярда в длину, пол-ярда в ширину и один ярд в высоту), существует не только в моей комнате, то есть в пространстве, но и во времени, то есть он существует в определённый день определённого месяца, определённого года и определённого века, как мы привыкли делить время.

Логически наши представления не полны без элемента времени, который, естественно, присутствует в нашем уме. Полезно, чтобы читатель задержался мыслью на этом предмете и уже теперь освоился с таким объяснением времени как четвёртого измерения, хотя в одной из последующих глав мы будем говорить о четвёртом измерении подробнее и обстоятельнее. Мы не прибегаем ни к каким уловкам и ни к какому самовнушению, чтобы ввести читателя в четырёхмерный мир; мы лишь просим его научиться мыслить о четырёхмерном мире, который так труден для понимания.

Хотя в этой книге не будет упоминаться математика, некоторые обычные арифметические факты или элементарная алгебра всё же должны быть здесь упомянуты в связи с четвёртым измерением.

Четвёртое и высшие измерения являются реальностями в математическом расширении, хотя в измерительном построении они обычно считаются нереальностями. В арифметике или алгебре любое число или буква, обозначающая число, может быть возведена в любую степень. Так, единица, возведённая в любую степень, то есть умноженная сама на себя сколько угодно раз, всегда остаётся равной единице; и это, в смысле расширения, есть реальность. Число два, возведённое во вторую степень, даёт четыре; два в третьей степени, или в кубе, равно восьми; два в четвёртой степени равно шестнадцати и так далее.

То же самое верно, если буквы  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  возводятся в высшие степени.

Но если мы захотим построить эти высшие степени в виде измерительных построений, то сразу натолкнёмся на трудность. Два в первой степени даёт линию длиной в два дюйма, или два ярда, или два метра; два во второй степени даёт нам квадрат в два дюйма или ярда шириной, то есть поверхность, состоящую из четырёх квадратных дюймов или ярдов. Два в третьей степени даёт нам куб. Каждая из его шести сторон есть квадрат шириной в два дюйма, ярда или метра. Но когда мы возводим два в четвёртую степень — здесь мы должны остановиться. Мы никак не можем построить фигуру, которая была бы четырёхмерным телом, содержащим тридцать два таких куба. Математики, имеющие дело с четвёртым измерением, умеют его символически обозначать, но не могут его построить.

Эти направления математики упомянуты здесь для того, чтобы показать читателю, что математически четвёртое и высшие измерения возможны. Но мы, будучи трёхмерными существами, не способны построить или даже наглядно представить себе высшие измерения. Тем не менее Эйнштейн не только постигает и представляет четвёртое измерение, но и действительно доказывает уравнениями высшей математики, что существует много высших измерений.

Суть этой главы, можно повторить, состоит в том, что время, или элемент времени, рассматривается как четвёртое измерение.

## ГЛАВА 4. СВЕТ И СИСТЕМА ОТСЧЕТА

Луч света движется со скоростью 186 300 миль в секунду. Солнце, находящееся от нас на расстоянии девятиста трёх миллионов миль, посылает свои лучи к нашему земному шару примерно за восемь с половиной минут. Подобно времени и пространству, свет является одной из основных и фундаментальных идей, на которых Эйнштейн воздвиг здание своей теории относительности.

Свет обладает различными особенностями и свойствами, которые обманывают невооружённый глаз. Нам известно, например, то, что в физике называется преломлением света в воде. Глубокая вода вследствие преломления света кажется мелкой. Этот факт известен каждому школьнику старших классов. Но у света есть и такие свойства, о которых до Эйнштейна мы не знали.

Хотя всё во вселенной относительно, свет — единственное, что Эйнштейн считает абсолютным. Свет не распространяется по прямой линии в тех частях вселенной, где существует тяготение<sup>6</sup>, но его путь искривляется, подобно пути тяжёлых тел. По Эйнштейну, прямая линия есть путь луча света.<sup>7</sup> Ещё одно свойство света состоит в следующем: движется ли человек навстречу лучу света или убегает от него, луч достигнет его в одно и то же время. Это звучит парадоксально, но именно это является одним из положений Эйнштейна при формулировании им специальной теории относительности. Мы подробнее рассмотрим это в одной из следующих глав.

Свет никогда не теряет своей юности. Свет, достигающий нас сегодня ночью от далёкой звезды, находящейся в миллионах световых лет от нас, столь же молод, как и в тот день, когда он начал своё путешествие в пространстве. «Предположим, что человек мог бы лететь со скоростью света и покинул бы нашу Землю, чтобы вернуться через миллион лет; он возвратился бы столь же молодым, каким был в минуту отлёта», — говорит Эйнштейн. Но если материя движется со скоростью света, она превращается в волны, как мы увидим позднее.

В заключение можно сказать, что свет есть результат, возникающий тогда, когда электроны взрываются.

---

<sup>6</sup> То есть там, где существует некое вещество, способное его притягивать.

<sup>7</sup> То есть искривлённый, как и луч света

## *СИСТЕМА ОТСЧЁТА*

**Определение:** система отсчёта — это произвольно выбранная плоскость или совокупность взаимно перпендикулярных линий, относительно которых могут производиться измерения вещей с целью установить или описать положение определённых точек в пределах данной области. Это определение звучит довольно туманно. Проще говоря, оно означает выбор или принятие некоторого определённого места, некоторой обычной поверхности, с которой мы наблюдаем определённые явления природы, например движение Луны, Солнца или какой-либо другой планеты.

Эта система отсчёта мыслится как прямоугольная, то есть как две линии, перпендикулярные друг другу, с помощью которых мы можем установить движение движущегося тела. Человек может выбрать свою систему отсчёта в любом месте земного шара для целей наблюдения: на поверхности моря, на вершине горы и даже в быстро летящем самолёте. Перпендикулярные линии могут быть действительными или воображаемыми.

Наблюдатели обычно пользуются воображаемой осью, перпендикулярной Земле. Но — и это главное — мы должны признать тот факт, что, поскольку Земля вращается, наша система, или система отсчёта, движется вместе с ней. Поэтому она постоянно меняет своё положение<sup>8</sup>. Но мы этого не замечаем, так же как не замечаем вращения Земли. Однако по отношению к нашим астрономическим наблюдениям дело становится более трудным и сложным из-за различных относительных движений, которые в нём участвуют. (См. главу 1.)

Из этого мы узнаём, что во всей вселенной нет никакой твёрдой или неподвижной системы отсчёта, потому что всё во вселенной находится в непрерывном движении. Чтобы иметь полную систему отсчёта, мы должны также иметь нечто для определения времени; проще говоря, у нас должны быть часы, потому что мы не можем установить пройденное расстояние без заданного времени. И здесь читатель легко увидит, что никакая система отсчёта не бывает полной без элемента времени, который играет величайшую роль в теории относительности.

Рассмотрим для пояснения следующий пример. Самолёт поднимается в пространство. Чтобы определить его положение, мы должны указать его расстояние от Земли, его расстояние от некоторого места, откуда он вылетел, его положение вправо и влево относительно точки отправления, а также время, которое ему потребовалось, чтобы достичь места назначения. Для тех, кто ещё не может представить себе четвёртое измерение, этот пример будет весьма полезен. Конечно, чрезвычайно трудно мысленно или графически изобразить такую картину, но мы уверяем читателя, что, несмотря на невозможность её наглядно представить или воспринять, она действительно существует. Эйнштейн работает с действительными формулами и уравнениями.

В связи с этим следует ввести термин «четырёхмерный континуум». Когда учёные в отвлечённых и туманных выражениях говорят о четырёхмерном континууме, они имеют в виду только то, что я уже объяснял раньше, а именно: длину, ширину, высоту и — время.

---

<sup>8</sup> Поэтому по Эйнштейну в точности измерить материю не представляется возможным.

Поскольку для наших наблюдений нам позволено выбирать различные системы отсчёта, мы, естественно, приходим к различным результатам. Например, если один выберет свою систему отсчёта где-нибудь на Аляске, а другой — в Австралии, между которыми расстояние около двенадцати тысяч миль, — оба они придут к различным математическим выводам. Но Эйнштейн показывает, что один вывод столь же правилен, как и другой, при условии, что обе системы отсчёта движутся равномерно и без ускорения. Это означает, что по всему нашему земному шару мы должны принимать во внимание четыре измерения, причём четвёртое изменяет единицу длины в зависимости от относительных скоростей систем отсчёта.<sup>9</sup>

Итог этих объяснений относительно систем отсчёта состоит в следующем: мы должны остерегаться мыслить в доэйнштейновских понятиях о времени и пространстве как о независимых единицах, как об отдельных элементах. Мы должны мыслить иначе, мы должны мыслить релятивистски. Трудность описания, определения или объяснения теории относительности вызвана тем, что она отклоняется от обычного образа мышления. Математически, разумеется, всё это легко; но для понимания эйнштейновских уравнений нужно быть первоклассным математиком.

Мы ещё вернёмся к четвёртому измерению в одной из последующих глав.

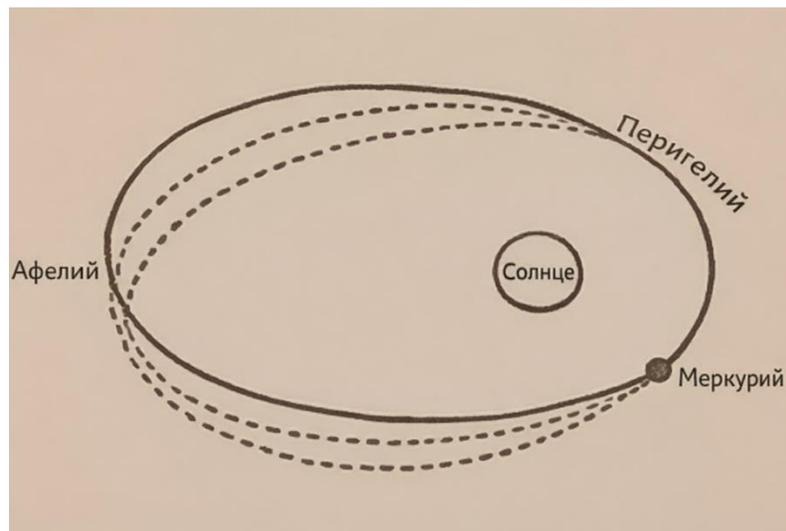
---

<sup>9</sup> Начальные скорости могут различаться, но они не должны возрастать или убывать

## 5. МЕРКУРИЙ, ЕГО ПЕРИГЕЛИЙ И АФЕЛИЙ

Орбиты, которые описывают планеты вокруг нашего Солнца, не являются окружностями. Вследствие «гравитации» все наши планеты, а также, вероятно, планеты других солнечных систем во вселенной, обращаются вокруг своих светил по эллипсам. Солнце находится немного в стороне от центра эллипса, и потому планета в одном конце эллипса оказывается ближе к Солнцу. Ближняя точка называется перигелием, а дальняя — афелием, как это показано на рисунке.

Орбита Меркурия, можно сказать, представляет собой небесное поле битвы, на котором сталкиваются два гиганта мысли — время здесь не имеет значения, ибо оно относительно — и гигант Ньютон оказывается побеждён гигантом Эйнштейном. Меркурий — «чёрная овца» среди всех наших планет. Он непочтителен и непослушен законам, установленным Ньютоном. Он следует своим собственным капризам и прихотям и не останавливается по приказу сэра Исаака Ньютона. Но когда Альберт Эйнштейн отдаёт команду «Стой!», тогда, и только тогда, он останавливается, потому что Эйнштейн знает тайны его поведения.



Ньютон полагал, что планета, вращающаяся вокруг Солнца, никогда не изменит своей орбиты, если бы не существовало других планет; следовательно, перигелий и афелий оставались бы неизменными. Однако, поскольку вокруг Солнца обращается более одной планеты, возникает ежегодное смещение перигелия, и планета Меркурий действительно смещает свой перигелий примерно на сорок три минуты дуги за сто лет. Это больше, чем предсказывали расчёты Ньютона. Учёные на протяжении трёхсот лет были озадачены этим избыточным смещением. Эйнштейн же утверждает, что когда планета находится ближе к Солнцу, её движение ускоряется, и скорость в перигелии значительно больше, чем в афелии. Он вычислил, что перигелий Меркурия должен смещаться примерно на сорок три минуты дуги за столетие.

Не раз противники Эйнштейна пытались объяснить это явление иными причинами, но всякий раз терпели неудачу в своих анализах. Чрезвычайно точные научные исследования доказали, что теория

Эйнштейна верна и основана на прочном и незыблемом фундаменте. Это астрономическое подтверждение теории окончательно и вне всякого сомнения утвердило славу Эйнштейна.

Астрономы всегда были озадачены перигелием Меркурия, поскольку это, на первый взгляд незначительное отклонение, фактически разрушало бы всю систему закона тяготения, если бы его нельзя было объяснить. И именно это отклонение, подрывавшее ньютоновский закон, оказалось полностью согласующимся с расчётами Эйнштейна относительно движения планет: потому что, согласно его теории, движение планет определяется не притягивающей силой Солнца, а тем, что они следуют определённым линиям и кривым, окружающим Солнце.

Теперь кратко подведём итог основным положениям, которые были рассмотрены до сих пор:

(1) Во вселенной нигде не существует материального объекта, находящегося в покое. Всё находится в вечном движении, и вся материя меняет своё положение за доли секунды. Следовательно, у нас не может быть фиксированного эталона, по которому можно измерять движение чего-либо, или абсолютной единицы длины, ширины, высоты или времени.

(2) Время никогда не существует независимо от пространства и движения; пространство никогда не существует независимо от времени и движения; скорость никогда не существует независимо от времени и пространства. Чтобы определить абсолютную скорость, нам пришлось бы сначала определить абсолютное движение всей вселенной, то есть всех галактик и туманностей, находящихся в вечном движении. А этого мы никогда не узнаем.

(3) Всё, относящееся к движению, является относительным, за исключением луча света, который движется со скоростью 186 300 миль в секунду. Движение и скорость света являются абсолютными.

(4) Время является четвёртым измерением и объединяется с тремя другими измерениями, и все четыре вместе образуют собственную геометрию.

(5) Свет рассматривается как материя и в процессе своего движения притягивается или искривляется вблизи небесных тел.

И специальная, и общая теория относительности построены на пяти постулатах. Два из них являются основой специальной теории.

В начале этой книги уже говорилось и теперь повторяется, что специальная теория относительности имеет дело с прямолинейным и равномерным движением, то есть с телами, которые движутся по прямой линии и сохраняют постоянную скорость, не изменяя её.

В следующей главе будут рассмотрены два постулата специальной теории относительности. Читателю будет полезно ещё раз обдумать всё сказанное, чтобы быть полностью подготовленным к пониманию этих двух положений: одно относится к равномерному и прямолинейному движению, а другое — к скорости световых волн.

## 6. НЕКОТОРЫЕ ПОСТУЛАТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ

*Скорость ни одной материальной частицы не может превышать скорость света.*

С этим постулатом связано множество важных соображений.

Фламарион, известный французский астроном, рассказывает небольшую историю под названием «Lumen».<sup>10</sup> В этой истории автор описывает вымышленное существо, наделённое природой способностью двигаться со скоростью, превышающей скорость света. Господин Люмен, летящий с двойной или тройной скоростью света, увидел поле битвы при Ватерлоо спустя сто лет. Он видел Наполеона, командующего своими войсками, видел множество изуродованных до неузнаваемости трупов, лежащих на земле, видел генералов, снующих туда и сюда, и видел поражение, решившее судьбу Наполеона навсегда.

Это называется «обращённое время». И даже теперь, спустя многие годы после смерти Фламариона, мы говорим об обращении времени. Многие писатели рассказывали различные истории, основанные на воображаемом Люмене Фламариона.

Рассмотрим теперь эту историю в свете постулата Эйнштейна. Эйнштейн утверждает, что ничто в природе не превышает скорость света. Возникает вопрос: как же господин Люмен мог превысить скорость света и увидеть поле битвы при Ватерлоо? Эйнштейн называет это глупостью. Читателю легко понять точку зрения Эйнштейна. Люмен Фламариона обречён на забвение, и будущие поколения будут лишь высмеивать его историю о том, как можно обратить время. Свет — единственная постоянная, единственная абсолютная скорость, которую ничто в природе не может превзойти.

«Машина времени» Г. Дж. Уэллса — ещё одна нелепость. Эта машина путешествует не только в прошлое, но и в будущее. Изобретатель этой машины совершает путешествие на миллион лет вперёд, превышая скорость света примерно в пять раз. Даже вымысел должен находиться в пределах возможного. Мы можем вообразить, что железо мгновенно превращается в золото; мы можем представить, что вода превращается в золото. Это крайне маловероятно, но существует ничтожная возможность, почти равная дроби один, делённой на бесконечность. Но будущее не является реальностью, если оно не переносится и не передаётся светом. Невозможно путешествовать в то, чего ещё не существует. Все события передаются и отражаются светом; и если свет туда ещё не дошёл, будущее даже невозможно вообразить.

Второй постулат Эйнштейна формулируется следующим образом: если один человек движется навстречу источнику света, а другой удаляется от него, то луч света, наблюдаемый обоими, будет иметь одну и ту же скорость. Этот постулат очень странен и на первый взгляд кажется невозможным. Но если учесть, что свет обладает наибольшей скоростью в природе — 186 300 миль

---

<sup>10</sup> Эта история не имеет особого значения; она служит лишь иллюстрацией.

в секунду, скоростью, позволяющей обогнуть наш земной шар примерно семь раз за одну секунду, — то мы должны также предположить, что для луча света время как бы останавливается.

Какова длительность секунды? Пока человек произносит «А» или «Б», свет проходит 186 300 миль за эту бесконечно малую долю времени. Следовательно, можно сказать, что любая другая скорость, прибавляемая или вычитаемая, теряет смысл. Это всё равно что прибавить к бесконечности ничтожную долю миллиона.

В связи с этими постулатами уместно упомянуть эксперимент Майкельсона. Мы не будем углубляться в технические подробности, так как задача этой книги — быть максимально простой и доступной. Читатель, возможно, помнит слово «эфир», упомянутое в первой главе. Мы определили его как невидимое, тончайшее вещество, заполняющее всё пространство и выполняющее различные функции. Также было сказано, что это понятие создано физиками и астрофизиками для объяснения некоторых явлений природы. Кто-то однажды сравнил эфир с уловками барона Мюнхгаузена — знаменитого лжеца, — которые помогали ему выпутываться из затруднений.

К концу XIX века вокруг эфира велись многочисленные споры. Вопрос заключался в следующем: движется ли эфирная оболочка Земли вместе с Землёй?

Явление, называемое в астрономии абберацией, показывает, что нет. Когда звезду наблюдают в телескоп, её изображение не находится точно на линии зрения. Это происходит потому, что пока световой луч звезды проходит через трубу телескопа, сам прибор слегка смещается вследствие движения Земли; поэтому звезда кажется смещённой — это небольшое отклонение и называется абберацией. Таким образом доказывается, что эфир не движется вместе с Землёй.

Эксперимент Майкельсона пытался проверить это другим способом. Если человек гребёт вниз по течению со скоростью сорок миль в час, а течение имеет скорость двадцать миль в час, то его скорость по течению будет равна сорока плюс двадцать, то есть шестидесяти милям в час; против течения — сорок минус двадцать.

Майкельсон, используя две точки на известном расстоянии друг от друга в направлении движения Земли, измерил скорость света от точки X до точки Y по направлению вращения Земли<sup>11</sup>, а также скорость света от Y к X — в противоположном направлении. Пусть Z — скорость света, а P — скорость вращения Земли; тогда очевидно, что в первом случае результат должен был быть Z + P, а во втором — Z - P. Однако в обоих случаях получилось Z.

Этот эксперимент показал, что эфир движется вместе с Землёй. Факты, связанные с абберацией, показывали, что он не движется. Наука оказалась в тупике. Эйнштейн разрешил его — подобно Александру Македонскому с «гордиевым узлом», он разрубил эфир своим математическим мечом. Он отверг и опроверг существование эфира и объяснил большинство природных явлений (электродинамических и электромагнитных) к удовлетворению всех научных сторон. Sic transit gloria mundi! Ньютон и вся ньютоновская школа, постулировавшие существование эфира и тем

---

<sup>11</sup> Земля движется с запада на восток

самым накопившие ошибку на ошибке, заблуждение на заблуждении — этот парадоксальный эфир оказался порочным кругом — полностью отвергаются.

Следует также упомянуть третий постулат. Он требует новой формулировки законов природы. Большинство старых физических законов согласовывались лишь с принципами механики. Электромагнитные законы не удавалось привести в согласие с законами механики. Поэтому Эйнштейн в своём третьем постулате пересматривает законы природы и устанавливает гармонию между ними. И те и другие подчиняются принципу относительности.

Эйнштейн утверждает в своём третьем положении, что наблюдатель, движущийся по прямой линии и с постоянной скоростью, не сможет обнаружить собственное движение и будет считать себя находящимся в покое, если только не сравнит своё движение с каким-либо внешним объектом, не движущимся вместе с ним.

Читатель, вероятно, сам испытывал справедливость этого положения. Это хорошо известная иллюзия: когда мы сидим в вагоне неподвижного поезда, а другой поезд на соседнем пути начинает медленно отходить от станции, нам кажется, что движемся мы сами. Эйнштейн обнаружил множество подобных обманов, устранил их кажущиеся причины и выявил истинные; он показал нам подлинные законы природы.

Некоторые люди полагают, что законы природы изменчивы. Это неверно. Природа действует только одним способом; у неё есть определённый *modus operandi*, и он никогда не изменяется. Но наши способности наблюдения и наше знание природных явлений недостаточны, и потому мы приписываем природе периодические изменения её «поведения». Природа не противоречива. Она действует по строго установленному порядку.

До Коперника и Галилея люди твёрдо верили, что Земля неподвижна, а планеты и Солнце вращаются вокруг неё. Изменилась ли природа? Конечно нет! Коперник открыл истинное положение вещей относительно движения Земли, и с тех пор прежнее геоцентрическое представление изменилось. Эйнштейн приподнял покров с Леди-Природы и показал её нам такой, какова она есть на самом деле.

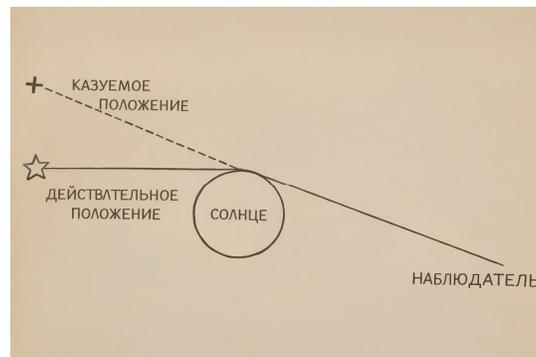
И в этом заключается сущность, ядро третьего постулата.

## 7. ОТКЛОНЕНИЕ СВЕТА

Как мы видели во второй главе, Ньютон и Эйнштейн расходятся во взглядах на природу пространства. Ньютоновское пространство — это пространство Евклида, то есть плоская форма; пространство Эйнштейна — искривлённое, согнутое и деформированное. Искривление пространства, следовательно, является причиной искривления световых лучей, наблюдаемого во время солнечного затмения.

Своим мысленным взором Эйнштейн не только предсказал, но и фактически установил отклонение и точное смещение света! Его предсказание было подтверждено во время солнечного затмения, когда были сделаны фотографии ряда звёзд, лучи которых в этот период должны были проходить вблизи Солнца, чтобы достигнуть Земли. Через три месяца те же самые звёзды были сфотографированы снова, когда, разумеется, они уже изменили своё положение. Поскольку их обычное движение известно, было довольно легко определить по двум сериям фотографий, вызвано ли их смещение этим движением.

Было обнаружено, что смещение во время затмения значительно больше. Это ясно и окончательно показало, что лучи света, проходящие вблизи Солнца, отклоняются и искривляются. (См. рисунок.)



Какое совершенное торжество и победа для Эйнштейна! Его теория была подтверждена вне всякого сомнения.

Многим людям это доказательство может показаться подтверждением того, что свет, будучи формой материи, подвержен действию гравитации. Однако это предположение ошибочно. Эйнштейн, как мы увидим в общей теории относительности, самым решительным образом отвергает закон тяготения.

Согласно Эйнштейну, силы тяготения не существует; существует гравитационное поле, которое создаётся искривлением пространства.

Только что было сказано, что свет является формой материи. Читателю будет полезно разъяснение некоторых фактов, относящихся к этому утверждению.

На протяжении веков свет считался нематериальным. Его рассматривали как форму энергии, не обладающую никакими материальными свойствами. «Законы» сохранения вещества и энергии считались совершенно независимыми друг от друга. Это было вполне допустимо до тех пор, пока атом считался наименьшей возможной частицей в природе.

Но сегодня мы живём в электронную эпоху. Почтенный атом оказался расщеплённым на электроны, протоны, нейтроны, позитроны и множество других составляющих.

Более того, мечта алхимиков о превращении железа в золото почти осуществима.

Электроны, протоны и т. д. одинаковы во всех формах материи. Однако не все атомы содержат одинаковое количество этих электронов и протонов: некоторые атомы содержат лишь один электрон (например, атом водорода), другие — значительно больше.

Золото тяжелее железа, потому что атом золота содержит больше электронов и протонов, чем атом железа. Платина тяжелее золота, потому что её атомы содержат больше электронов и протонов, чем атомы золота. Следовательно, мы говорим, что различие между элементами определяется числом электронов и протонов в атоме.

Каждый элемент, будучи приведён к электронному состоянию, состоит из одного и того же вещества. Свет — это не что иное, как электроны, отделившиеся от атома. Поэтому свет рассматривается как форма материи. Более того, он обладает весом, что было доказано с помощью чрезвычайно чувствительных весов, когда на них направлялись световые лучи.

## 8. ЕЩЁ О ВРЕМЕНИ

Что касается времени, большинство людей придерживаются того взгляда, который сложился у них ещё в школьные годы. Их учили верить, что время течёт подобно потоку, равномерно повсюду и с одинаковой скоростью. Это представление о времени, принятое без критики, как и многие другие условные идеи, оказывается теперь поколебленным как с психологической, так и с физической точки зрения.

«Время, — говорит Эйнштейн, — изменяется в сильных гравитационных полях, так что время на Солнце или на другой звезде отличается от времени на нашей Земле». Время также различно на каждой звезде и планете. Время зависит от колебаний электронов в атомах. Но что это означает — «колебания электронов в атомах»? Это требует подробного объяснения.

С научной точки зрения атом изображается как своего рода вселенная или бесконечное пространство, а электроны движутся по своим орбитам вокруг атома подобно тому, как планеты вращаются вокруг Солнца, или как само Солнце движется вокруг некоего небесного тела. Иными словами, расстояния и орбиты планет в макроскопическом мире находятся в той же пропорции, что и орбиты электронов в микроскопическом мире. Это движение электронов по орбитам вокруг атома и называется колебанием.

Было установлено (по смещению спектральных линий, или эффекту Доплера<sup>12</sup>), что колебания, или движения, электронов различных элементов имеют различную скорость. Это означает, что часы на Луне или на далёкой звезде будут идти медленнее, чем на Земле. Это можно проиллюстрировать следующим образом: полный человек, как правило, не может двигаться так же быстро, как худой. То же самое можно сказать и о звёздах. Строение или масса некоторых звёзд настолько плотны, что гравитационное притяжение значительно больше, и движение электронов там происходит медленнее, чем на других звёздах. Это означает, что время там течёт медленно, замедленно, если сравнивать его с нашим временем, которое мы измеряем движением Земли вокруг Солнца.<sup>13</sup>

Астрономы сообщают нам, что у звезды Сириус есть спутник. Его называют «Пёс-звезда» (Dog-star), и это маленький белый карлик. Было установлено, что эта маленькая звезда имеет лишь две пятых массы яркого Сириуса и что температура её поверхности выше, чем у нашего Солнца. Плотность её вещества в 50 000 раз превышает плотность воды, так что один кубический дюйм весит около одной тонны. стакан воды на этой звезде весил бы около двадцати пяти тонн. Гравитационное притяжение этой звезды огромно; следовательно, колебания или движения её электронов значительно медленнее, и её «время» совершенно отличается от нашего. Это наглядный пример относительности времени.

Время не является абсолютным и не течёт равномерно во всей вселенной.

---

<sup>12</sup> Это мы объясним в общей теории относительности.

<sup>13</sup> Если есть жизнь на других планетах, то люди там тоже измеряют время на основе движения своей планеты.

## 9. МАССА И ЭНЕРГИЯ

Учение о сохранении массы и энергии существует уже многие поколения.

На протяжении веков считалось, что масса, или материя, и энергия — это две совершенно различные сущности. Масса представлялась чем-то неуничтожимым. То же самое относили и к энергии. Однако Эйнштейн доказал, что это учение ошибочно. Он сформулировал новый принцип, согласно которому масса и энергия — одно и то же, то есть можно использовать массу как энергию, а энергию — как массу; и он вывел следующее уравнение:

$$E = MC^2$$

что означает: энергия равна массе, умноженной на квадрат скорости света (E — энергия, C — скорость света).

Посмотрим, что это означает.

Энергию обычно измеряют в фут-фунтах. Мы говорим: один, два, три или сто фут-фунтов энергии. Если мы хотим найти энергию, содержащуюся в одном грамме угля, всё, что нам нужно сделать, — это подставить значения в указанную формулу:  $E = MC^2$ . Если M равно одному грамму угля, мы можем подставить в уравнение единицу вместо M. В этом случае:

$$E = 1 \cdot C^2$$

Мы уже знаем из предыдущей главы, что скорость света составляет примерно 186 300 миль в секунду. Если возвести это число в квадрат (то есть умножить само на себя), получится величина 34 707 690 000.

Это означает, что один грамм угля содержит тридцать четыре миллиарда семьсот семь миллионов шестьсот девяносто тысяч фут-фунтов энергии!

Кто-то подсчитал, что такого количества энергии достаточно, чтобы поднять все здания Большого Нью-Йорка на высоту небоскрёба «Эмпайр Стейт Билдинг», то есть примерно на сто шесть этажей. Этой энергии также хватило бы для отопления всех офисов и домов всего Большого Нью-Йорка. И вся эта энергия скрыта в одном грамме угля!

Представьте, что можно было бы сделать с энергией одной тонны угля! Вся механическая работа во всём мире могла бы выполняться на протяжении тысяч лет, и никакая электрическая или иная энергия не была бы необходима для поддержания работы всех двигателей мира в течение тысяч лет. Такова скрытая, латентная сила материи.

Но мы пока ещё не нашли способа отделить энергию от материи. Горе человечеству, если мы когда-нибудь это сделаем! Наш земной шар мог бы быть превращён в электроны, если бы этого пожелал какой-нибудь безумец!

Эйнштейн показывает, что материя и энергия — одно и то же и что не существует отдельных законов сохранения массы и энергии. Существует лишь один закон для них обоих, потому что они тождественны.

Это — наиболее значительный вклад теории относительности в современную науку.

Этим завершается рассмотрение специальной теории относительности.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ**

Специальная теория сама по себе является лишь введением в общую теорию, которая и представляет собой собственно теорию относительности. Как уже было сказано, она имеет дело с прямолинейным и равномерным движением, то есть с движением тел, которые движутся по прямой линии с постоянной скоростью. Но поскольку в природе не существует прямых линий, как может существовать прямолинейное движение? Это будет рассмотрено в общей теории, где будет показано, почему Эйнштейн начал именно с прямолинейного движения.

Специальная теория — это попытка освободить нас от старых, ошибочных представлений. На протяжении тысячелетий накапливались теории, теоремы и понятия, построенные на ложных предположениях.

Старая геометрия, или евклидова система, является абсолютным заблуждением как универсальный стандарт измерения. Евклидова геометрия не может быть применена к астрофизике; поэтому возникали ложные теории и делались ошибочные выводы.

Наши учёные были озадачены и сбиты с толку и не знали, где искать ошибку. Подобно тому как медицина не могла объяснить многочисленные смерти рожениц, пока Пастер не открыл истинную причину — причину, о которой тогда никто и не подозревал, — так и появление Эйнштейна внесло ясность в запутанный научный мир, показав источник всех трудностей:

1. В природе не существует параллельности, так как пространство искривлено.
2. В природе не существует прямых линий, поскольку в искривлённом пространстве прямые линии невозможны.
3. Кратчайшее расстояние между двумя точками — не прямая, а кривая линия.
4. Время — абсолютное время в аристотелевском и ньютоновском смысле, независимое от пространства — не существует, это лишь иллюзорное понятие.
5. Пространство искривлено и переплетено со временем; абсолютного пространства не существует. Новое понятие — «пространство-время».
6. Существует более трёх измерений, и время следует рассматривать как четвёртое измерение.

7. Свет — единственное в природе, что является абсолютным и постоянным; его скорость — наибольшая в природе, и он представляет собой форму материи в электронном состоянии, следовательно, подчиняется свойствам материи.
8. Масса и энергия — одно и то же, и в принципе могут превращаться друг в друга; отдельных законов сохранения для них не существует.
9. Эфира, через который якобы распространяется свет в пространстве, не существует.

Как Эйнштейн применил эти законы для прояснения хаотической ситуации в физике, и особенно в астрофизике, мы увидим в общей теории относительности.

Различие между специальной и общей теориями состоит в том, что первая занимается выявлением ошибок и пересмотром законов природы, тогда как вторая — применением новых законов.

## В. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ



Сэр ИСААК НЬЮТОН

## 1. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ

Известный поэт Морис Метерлинк недавно опубликовал книгу под названием «**Высший закон**». Под этим высшим законом, о котором он пишет с таким восторгом, он понимает закон всемирного тяготения Ньютона. Он воспевае́т Ньютона так, как Вергилий в своём эпосе: *Arma virumque cano...* — «Пою о муже и его героических деяниях». В своём воодушевлении он прославляет Ньютона следующим поэтическим восклицанием о законе тяготения:

«Величайший закон земли и неба, основной закон, управляющий движением всего сущего, закон законов, выражающий в высшей степени волю великого целого, душу вселенной».

Это ещё одно доказательство того, что люди нередко приходят в восторг от вещей, о которых они не имеют даже малейшего представления.

Метерлинк, современник Эйнштейна, наблюдая великую революцию в физике, видя агонию, судороги умирания и траурное шествие закона тяготения, произносит величайшие похвалы этому закону и тем самым обнаруживает глубокое незнание современной математической логики и подхода, которые привели Эйнштейна к отказу от ньютоновского закона тяготения. Пословица «сапожник, держись своего ремесла» весьма разумна и уместна. Метерлинк — поэт, но не физик. В древнем Риме один второразрядный философ позволил себе замечание по поводу некоего философского тезиса, и один из его соседей, настоящий и глубокий мыслитель, ответил: *Si tacuisses, philosophus mansisses* — «если бы ты молчал, ты остался бы философом».

Потребовались столетия, чтобы человечество обнаружило, что ньютоновские «силы» или «действие на расстоянии» являются ошибочными. Эти силы предполагали существование эфира. За этим последовала цепь заблуждений. Свет якобы распространялся через эфир, электронные колебания передавались эфиром по всей вселенной. Короче говоря, одно заблуждение объясняло другое, и таким образом вся теория замыкалась в порочном круге.

И среди этого хаотического состояния на сцене появился Эйнштейн. Своим выдающимся гением, исключительной интуицией и способностью к наглядному представлению он вывел научный мир из путаницы, в которой тот оказался, словно в объятиях осьминога. Он упразднил старую механическую картину мира и дал нам вместо неё простую вселенную — вселенную, действующую гармонично и математически, основанную на принципах новой геометрии, не евклидовой, а созданной Риманом, Риччи и Леви-Чивитой.

Вселенная состоит не из прямых линий и параллелей, а из кривых и замкнутых линий. Эйнштейн показал нам, что природа действует по законам высшей математики. Он отбросил старые представления о некой легендарной и воображаемой «мировой машине» и дал нам новую, гораздо более впечатляющую картину вселенной.

Общая теория относительности занимается этими новыми законами и принципами. В ней вводятся совершенно новые представления, коренным образом отличающиеся от ньютоновской теории. Время и пространство сливаются воедино. Тела находятся во вселенной не просто «здесь» или

«там», а события происходят не просто «сейчас» или «раньше», а «где-то» и «когда-то». Речь идёт не только о «где» и не только о «когда» — это слияние обоих понятий.

## ГЛАВА 2. ГРАВИТАЦИЯ

Каждый школьник знает историю о яблоке Ньютона. Согласно легенде, Ньютон сидел или лежал в саду под яблоней, размышляя о природе тяготения, о том, почему тела падают на землю. Пока он пребывал в этом состоянии созерцания и сосредоточенности, с дерева упало яблоко. Это вызвало вспышку в мозгу Ньютона, и он воскликнул: «Эврика, я нашёл! Яблоко упало потому, что земля тянет и притягивает его; иначе оно осталось бы висеть в воздухе».

Триста лет спустя появилась похожая легенда об Эйнштейне, увидевшем рабочего, падающего со здания. Эйнштейн, по разным причинам не принимая ньютоновский закон тяготения и возражая против него, напряжённо размышлял и упорно трудился, стараясь решить эту проблему с иной точки зрения. Он подбежал к человеку, который благополучно опустился на землю, и спросил его, что тот испытывал во время падения и чувствовал ли он, будто что-то тянет его. Ответ рабочего был таков: он вовсе не чувствовал никакого тянущего воздействия.

Этот ответ полностью удовлетворил Эйнштейна, так как в точности соответствовал его представлению.

В этих двух историях заключено главное расхождение и основное различие между Ньютоном и Эйнштейном: тянет или не тянет — вот в чём вопрос! Есть ли нечто, что тянет и притягивает? Существует ли некая таинственная магнитная сила, стремящаяся сблизить тела, или же её нет?

Общая теория относительности главным образом занимается фиктивным законом тяготения. Она раскрывает его пробелы и несостоятельность. Она открывает новые горизонты, показывает новые и ещё невообразимые основания и причины. Иными словами, она вводит нас в новый мир, в новую вселенную, открывает нам истинную картину природы.

Общая теория относительности провозглашает: да будет свет — и стал свет! Свет и истина, научная истина; больше никакого гадания, больше никаких временных заплат. Наши физики, химики и астрономы уже не бродят впотьмах. В лаборатории и в обсерватории всё действует согласованно, математически точно и научно

### 3. РАЗЛИЧИЕ МЕЖДУ СПЕЦИАЛЬНОЙ И ОБЩЕЙ ТЕОРИЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Когда Эйнштейн завершил и изложил принципы специальной теории относительности, он, вероятно, и не предполагал, что его смелое вторжение в пространство приведёт к результатам столь революционным.

Хотя общая теория относительности исходит из того же процесса мышления, она, тем не менее, представляет собой совершенно иную идею; можно даже сказать, что она диаметрально противоположна прежнему образу мышления.

Специальная теория имеет дело с равномерным и прямолинейным движением, то есть с принципами евклидовой геометрии; общая теория полностью оставляет этот путь, так как отрицает существование в природе прямого или прямолинейного движения, поскольку категорически отвергает принципы, установленные Евклидом. Можно даже пойти ещё дальше и сказать, что Эйнштейн отвергает принципы специальной теории, которая опирается на правильность евклидовой геометрии. Но, выдвигая специальную теорию относительности, Эйнштейн вынужден был прибегнуть к некоей идеальной форме движения в природе как к стандарту, хотя в действительности она вовсе не существует, — подобно тому как математики говорят о минус X или минус Y или о квадратном корне из минус единицы ( $\sqrt{-1}$ ), которые не существуют, но служат допущениями, позволяющими успешно вести вычисления.

Общая теория имеет дело с неравномерным движением и кривыми линиями, с телами, движущимися неравномерно или с ускорением. Ускорение обычно означает возрастание скорости, но в научном смысле оно означает как увеличение, так и уменьшение скорости.

Читатель помнит, что инерция была определена как свойство тела сохранять состояние движения или покоя до тех пор, пока на него не подействует какая-либо иная сила. В общей теории это понятие получает совершенно иной смысл.

Инерцию можно определить как реакцию ускоренного движения. То, что мы подразумеваем под реакцией ускоренного движения, можно пояснить следующим примером. Почти каждый испытывал толчок при увеличении или уменьшении скорости поезда. Когда поезд начинает двигаться вперёд, нас обычно отбрасывает назад на сиденье; когда движущийся поезд резко останавливается, нас бросает вперёд. Эти два явления и называются реакцией ускоренного движения.<sup>14</sup> Слова «ускорение» и «инерция» в их новом определении играют огромную роль в объяснениях Эйнштейна относительно закона тяготения.

Конечно, существуют и многие другие факторы, столь же важные для понимания «нового закона тяготения». Их мы рассмотрим в следующих главах. Для удобства мы пока ещё придерживаемся старой терминологии. Так, мы говорим «закон тяготения», хотя нашей главной целью является

---

<sup>14</sup> Это противоречит нашему ожиданию. Когда поезд останавливается, нас, казалось бы, должно бросать назад, а когда он начинает движение — вперёд

опровержение того, что падение тел вызывается законом тяготения. Постепенно и последовательно мы придём к иным выводам.

#### 4. КРИВИЗНА ПРОСТРАНСТВА

Мы уже упоминали в главе 3 специальной теории, что евклидова геометрия частично построена на аксиоме, будто всё пространство состоит из точек, линий и плоскостей. Эти линии предполагаются прямыми и лежащими в плоскости. (Это не что иное, как непрерывность линий, как будет объяснено в главе 12.<sup>15</sup>) Хотя эти теории, и в особенности теория параллельных линий, были опровергнуты современными математиками, их всё ещё преподают в школах и колледжах — ради удобства.

Вселенная, или пространство, Эйнштейна состоит не из прямых, а из кривых или изогнутых линий вследствие того, что часть пространства занята материей. Для Эйнштейна пространство подобно натянутой простыне, в которую бросают материальный предмет, заставляющий её принять искривлённую, прогнутую и деформированную форму. Если двое людей держат четыре угла простыни туго натянутыми и на неё бросают какой-нибудь тяжёлый предмет, сразу становятся заметны изгибы и складки. Именно так Эйнштейн изображает вселенную. Все звёзды и их планеты, все туманности, кометы и другие небесные тела, так сказать, брошены в пространство и оказывают давление, заставляя пространство сжиматься и искривляться. Эта кривизна пространства привела Эйнштейна к далеко идущим выводам относительно ньютоновского закона тяготения. Для лучшего понимания дальнейших рассуждений можно уже сейчас упомянуть, что на плоскости материальные предметы в состоянии покоя не меняют своего положения и не приходят в движение, если только на них не подействует какая-либо сила. В искривлённом же пространстве всё обстоит совершенно иначе. Все предметы или тела в искривлённом пространстве находятся в постоянном движении. Всё, помещённое на шар, скользит и падает вниз, то есть немедленно переходит из состояния покоя в состояние движения

---

<sup>15</sup> Общая теория

## 5. ЗАКОН НАИМЕНЬШЕГО ДЕЙСТВИЯ

Около трёхсот сорока лет назад Пьер Луи Моро де Мопертюи провозгласил, хотя и не совсем точно, принцип, или закон, наименьшего действия. Этот гений был высмеян своим современником Вольтером, необычайно блестящим в своём сарказме. Он, подобно Метерлинку, вторгся в область, о которой не имел ни малейшего представления. Он насмешливо прозвал Мопертюи доктором Акакией. Но именно этот закон доктора Акакия стал основанием современной механики. Законом наименьшего действия он доказал, что природа экономна, то есть при наличии движения она выбирает кратчайший возможный путь. Иными словами, устройство вселенной таково, что когда нечто материальное перемещается из одной точки в другую — независимо от расстояния, будь то одна миля или миллиарды миль, — количество действия будет наименьшим, а путь кратчайшим.

Задумывается ли неспециалист когда-нибудь, почему мяч, брошенный в пространство и падающий обратно на Землю, описывает дугу или геометрическую фигуру, называемую параболой? Почему мяч не падает прямо вниз, перпендикулярно? Ответ таков — и нам нет нужды вдаваться в математические подробности — что это и есть закон наименьшего действия, и этот закон справедлив для всех действий физической вселенной.

Мопертюи не принимал во внимание ньютоновское притяжение при формулировании своего закона. Более того, он его игнорировал, и если бы находился под его влиянием, пришёл бы к иным выводам.

Может показаться, что этот закон наименьшего действия никак не связан и не имеет никакого отношения к общей теории относительности, но это не так. Эйнштейн, отказываясь от ньютоновского закона тяготения, использовал этот основной закон природы как вспомогательный фактор, когда выдвинул новую теорию падения тел. Поэтому читателю важно знать этот закон.

## 6. УДАЛЕНИЕ ТУМАННОСТЕЙ

Современные наблюдения и недавние открытия в области астрономии стали одной из причин, по которым Эйнштейн отверг ньютоновский принцип тяготения. Поэтому важно, чтобы читатель хотя бы мельком увидел небесные события и дивную, захватывающую панораму нового космоса.

На горе Вильсон, в Пасадене, штат Калифорния, находится обсерватория, где установлен величайший в мире телескоп. Диск, или линза, этого телескопа имеет около ста дюймов в диаметре; ещё больший, около двухсот дюймов в диаметре, строится и готовится и вскоре будет там установлен. Этот гигантский глаз способен видеть в пространстве и воспринимать впечатления от небесных тел, находящихся в ста миллионах и более световых лет от нашего земного шара.

Световой год — это около одиннадцати триллионов миль. Одиннадцать триллионов, записанные цифрами, выглядят так: 11 000 000 000 000. Если это огромное число умножить на сто миллионов, получится колоссальная сумма: 1 100 000 000 000 000 000, то есть квинтиллион и сто квадриллионов миль.

Там, в пространстве, существуют галактики, туманности, спирали и другие астрономические образования, каждое из которых состоит из миллиардов звёзд. Свет, который приходит к нам от этих далёких тел, с каждым годом становится всё менее отчётливым. По смещению спектральных линий, известному астрономам как эффект Доплера, доказано, что эти тела удаляются от нас, некоторые со скоростью четыре тысячи пятьсот миль в секунду. Смещение спектральных линий, или эффект Доплера, сравнивают со следующим: «Подобно тому как тон свистка поезда повышается, когда поезд приближается, и понижается, когда он удаляется, так и спектральные линии смещаются к фиолетовому концу, когда звезда приближается, и к красному — когда она удаляется от нас».

Удаление этих тел находится в полном противоречии с ньютоновской теорией «действия на расстоянии», о которой мы будем говорить в следующей главе.

## 7.ДЕЙСТВИЕ НА РАССТОЯНИИ

Познакомив читателя в предыдущих главах с законами и принципами, на которых Эйнштейн основывает свои теории, — позднее они будут рассмотрены подробнее, — мы теперь обращаемся к ньютоновскому понятию действия на расстоянии, идее, которая по своему характеру является лишь умозрительной и метафизической.

Когда Декарта побудила некая таинственная сила доказать существование собственного «я», он выразил это так: *Cogito, ergo sum* — «Я мыслю, следовательно, существую». Это доказательство весьма очевидно и не нуждается ни в какой математической формуле в свою поддержку. Каждый способен увидеть истинность такого вывода, хотя и это положение, разумеется, тоже может быть подвергнуто нападкам и опровержению. Но когда Ньютон предположил, что планеты не движутся свободно, а управляются в своём движении некоей силой, которую он назвал всеобщим притяжением, или действием на расстоянии, он, по существу, выдвинул субъективную теорию, совершенно лишённую доказательств и опоры.

Действие на расстоянии означает, что обычная материя, без вмешательства или посредства какого-либо влияния, воздействует на другую материю. Иными словами, одно тело притягивает другое независимо от расстояния или пространства, которое их разделяет. Эту силу притяжения он назвал тяготением и считал врождённым и неотъемлемым свойством материи. Как догадка, как предположение, это может выглядеть замечательным приёмом для объяснения явления падения тел; как строго научное положение — это полный провал.

Трудно поверить, чтобы сам Ньютон, этот великий гений, верил в свой закон тяготения именно в том виде, как он его описал. «Тяготение должно быть вызвано неким агентом, действующим постоянно по определённым законам; но материален этот агент или нематериален, я предоставляю решить моим читателям». Таковы слова сэра Ньютона о законе тяготения. И Эйнштейн был одним из самых глубоких читателей ньютоновских *Principia*. Ньютон, несомненно, заслуживает большой чести за мысль о «действующем агенте»; но Эйнштейну принадлежит заслуга обнаружения этого агента, подлинного агента. Эйнштейн обнаружил не одного агента; он открыл много агентов, заставляющих тела падать, а не висеть в воздухе. Об этих по-настоящему научных и научно доказанных агентах мы будем говорить в следующих главах.

## 8. НОВЫЕ ИДЕИ ЭЙНШТЕЙНА

В предыдущих главах мы говорили об искривлении пространства, удалении туманностей и принципе наименьшего действия. Может показаться, что эти законы и принципы не имеют отношения к закону тяготения, но это не так. Именно эти законы на самом деле и подтолкнули Эйнштейна к его глубочайшим размышлениям.

Ньютон построил свой закон тяготения на принципе действия на расстоянии — законе, который, как было указано в главе 7 общей теории, был чисто умозрительным. Этот закон не согласуется с некоторыми другими физическими и химическими законами, истинность которых доказана вне всякого сомнения.

Эйнштейн рассмотрел ньютоновский закон и спросил себя: «Как может существовать действие на расстоянии или всеобщее притяжение, если с полной достоверностью доказано, что туманности удаляются от нас, убегают прочь? Согласно закону Ньютона, эти туманности должны были бы двигаться к нам, а не от нас». Эта железная стена эйнштейновского ума не могла быть пробита ньютоновскими пулями тяготения. Но тела падают, и должна существовать причина их падения. В чём же она? Какая другая, лучшая причина должна быть поставлена на место закона тяготения, столь очевидного и правдоподобного для научного мира?

Эйнштейн опроверг его и заменил — но чем именно? Что должно занять его место? Здесь гений Эйнштейна являет то чудесное, возвышенное и тонкое мышление, которое поразило и ошеломило мир. Творческий ум Эйнштейна, его сила интуиции вводят нас в новый мир, к новым причинам и новым основаниям. Он вводит нас в геометрический мир вместо механического. Он знакомит нас с искривлением пространства, с принципом наименьшего действия и с четырёхмерным континуумом. Он приносит нам также новые понятия инерции и ускорения, и мы оказываемся подавлены, ослеплены, поражены блеском этого нового света, который великий мастер пролил на новую вселенную. Мы постепенно подходим к его истинам, и в следующих главах увидим, как действует этот новый закон тяготения, и проанализируем факторы, на которых он основан, уделяя особое внимание четырёхмерному континууму — понятию в высшей степени отвлечённому и тёмному

## 9. КАКОВ ВЗГЛЯД ЭЙНШТЕЙНА НА ТЯГОТЕНИЕ?

(1) Согласно Эйнштейну, тяготение не является свойством, присущим материи, благодаря которому одна частица оказывает тянущее воздействие на другую. Оно скорее обусловлено состоянием, создаваемым её присутствием в пространстве, то есть искривлением и деформацией пространства, вызываемыми её влиянием. Иными словами, он полагает, что все материальные объекты окружены особой кривизной пространства (четырёхмерной), соответствующей их массе. Эта кривизна образует или вызывает гравитационное поле, которое, в свою очередь, вызывает ускоренное падение тел. Он подтверждает это положение тем фактом, что очень легко уничтожить гравитационное поле или избавиться от тяготения. Иными словами, тяготение можно создавать и уничтожать.

Сам Эйнштейн пользуется следующим примером:

«Предположим, что мы едем в лифте, подъёмнике, и совершенно ничего не знаем о внешнем мире. Мы принимаемся исследовать законы природы, будучи запертыми в комнате, покоящейся где-то в гравитационном пространстве. Мы устанавливаем маятник или какой-либо другой прибор, чтобы наблюдать поведение вещей, зависящих от данного гравитационного поля. Если лифт покоится, всё внутри будет происходить согласно обычным законам механики, то есть предметы, выпущенные из рук, будут падать на пол. Но предположим, что лифт начинает падать, — тогда всякое тяготение полностью исчезнет, то есть предметы, выпущенные из рук, не будут падать, а останутся висеть в воздухе, и мы сами могли бы оторваться от пола и стоять в пространстве между полом и потолком столь же легко, как и на полу. С другой стороны, допустим, что мы находимся в закрытой комнате, покоящейся в пространстве, в области, удалённой от всякого гравитационного поля. И предположим, что мы начинаем подниматься (падать вверх) с постоянным ускорением. Мы почувствовали бы, как наши ноги давят на пол. Предметы, выпущенные из рук, ударялись бы о пол потому, что пол поднимался бы вверх им навстречу, то есть мы создали бы искусственное гравитационное поле, и оно было бы обусловлено нашим подъёмом или падением вверх».

Таковы слова Эйнштейна, которыми он описывает гравитационное поле, и в них указывается одна из причин, почему материальные тела падают.

Но что такое гравитационное поле? Гравитационное поле — это просто область, или пространство, искривлённое присутствием материи. Влияние нашей Земли, этого огромного шара окружностью в двадцать четыре тысячи миль, простирается далеко в пространство, и всюду, куда достигает это влияние, пространство искривляется и деформируется, как уже было указано в главе 4 общей теории. Поэтому все материальные тела внутри этой сферы влияния скатываются вниз по кривым линиям.

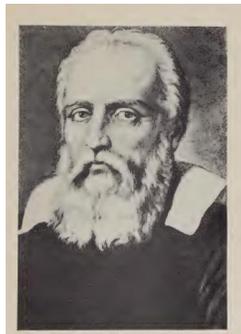
Сфера влияния нашей Земли, как и других небесных тел, бесконечно мала по сравнению с громадностью пространства, диаметр которого, по Эйнштейну, составляет сто миллионов световых лет. Поэтому случается, что небольшие небесные тела, которые мы называем метеорами, вечно кружат в пространстве, будучи удалены от всякой сферы влияния, и не могут упасть ни туда, ни сюда. Они находятся в нейтральной зоне, и их собственный вес недостаточен для того, чтобы

создать гравитационное поле или искривить пространство настолько, чтобы вызвать их падение. Однако иногда они бывают «вытолкнуты» со своих орбит каким-либо внешним воздействием и падают либо на Землю, либо на другую планету.

Каждый испытывал усиленное давление своих ног на пол быстро поднимающегося лифта и ослабленное давление, когда лифт быстро опускается вниз. Более того, если поставить туда обычные весы с площадкой и встать на них до того, как лифт придёт в движение, то окажется, что в тот момент, когда он начинает двигаться вверх, человек весит значительно больше, чем в тот момент, когда он начинает двигаться вниз. И это явление Эйнштейн называет инерцией

## 10. ТЯГОТЕНИЕ И ИНЕРЦИЯ

(2) В своём истолковании движения и тяготения, которое он ставит на последовательную математическую основу, Эйнштейн использует термин «инерция» или «инерциальные силы» и делает их атрибутами тяготения. Чтобы понять инерцию, мы должны вернуться к знаменитому итальянскому астроному Галилео Галилею, который стал самым прославленным человеком своего времени, заявив еретическую мысль о том, что движется Земля, а не Солнце.



Галилео Галилей

Аристотель, знаменитый философ древней Греции, учил, что тяжёлое тело всегда падает быстрее лёгкого. Галилей предложил доказать, что Аристотель ошибался. Он поднялся на башню и одновременно сбросил с её вершины тяжёлое ядро и лёгкое. Было замечено, что оба упали вместе и достигли земли в одно и то же время. В новое время тот же опыт был произведён в вакууме, причём одним из предметов был тяжёлый груз, а другим — обычное перо. Оба достигли цели одновременно.

Какие выводы следует сделать из этих опытов? Они доказывают вне всякого сомнения, что всякая материя сопротивляется изменению движения и изменению положения. Когда материя покоится, её стремление — оставаться в покое; когда она находится в движении, её стремление — оставаться в движении. Это внутреннее свойство материи называется инерцией, и потому мы можем определить инерцию как свойство материи сопротивляться изменению положения.

Подход Эйнштейна к вопросу о тяготении привёл его к следующим выводам: если тяготение обусловлено действием на расстоянии, или всеобщим притяжением, то есть тянущим воздействием одной частицы материи на другую, то более тяжёлое и более объёмное тело, состоящее из большего числа частиц, должно было бы притягиваться или тянуться более эффективно и быстрее, чем лёгкое тело, содержащее меньше частиц материи. Этот вывод, весьма логичный, был второй причиной, по которой Эйнштейн отверг ньютоновский закон тяготения. Своим пронзительным умом он проник в строение вселенной, приподнял покров, которым природа скрывает свои тайны; он поднял занавес и увидел великолепный геометрический состав мира и распознал *modus operandi*, способ действия этих геометрических линий. Всё это он назвал инерцией.

Инерция вместе с ускорением и вызывает то явление природы, которое Ньютон считал действием на расстоянии, или тяготением.

Следует повторить и подчеркнуть: когда ваш лифт движется вверх с ускорением, инерция вашего тела и всякого другого тела сопротивляется навязанному изменению и, давя вниз, увеличивает естественный вес; когда лифт ускоренно движется вниз, инерция материальных тел снова сопротивляется навязанному изменению положения и, стремясь вверх, уменьшает естественный вес всех тел.

Весь этот вопрос можно подытожить следующим образом: то, что заставляет тела падать, называется не притягивающей, а инерциальной силой. Падающие тела вследствие инерциального движения следуют по искривлённым и деформированным линиям, потому что именно эти линии требуют наименьшего действия, как было сказано в главе 7<sup>16</sup> и оказывают наименьшее сопротивление движущимся телам.

Эти линии Эйнштейн назвал «пространством-временем» или четырёхмерным пространством

---

<sup>16</sup> Общая теория

## 11. ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ, ИЛИ ЧЕТЫРЁХМЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО

(3) Г. Минковский, блестящий и знаменитый математик, написал следующее: «Те взгляды на время и пространство, которые я изложил, имеют своё основание в экспериментальной физике. В этом их сила. Их направленность революционна. Отныне пространство само по себе и время само по себе погружаются в простые тени, и лишь некий союз обоих будет иметь подлинное существование».

Эйнштейн исследовал действия природы и нашёл, что его интуиция подтверждается теоремой Минковского — сегодня утверждения Минковского рассматриваются как абсолютная теорема, — и применил её к своей теории относительности. Но как бы ни был умственно развит неспециалист, четырёхмерное пространство остаётся вне его постижения. Достаточно трудно понять время как четвёртое измерение, но понятие пространства-времени не только превосходит наши способности понимания, но и совершенно противоречит нашим обычным способам мышления.

А. С. Эддингтон и Дж. Х. Джинс, прославившиеся популяризацией теорий Эйнштейна, даже Шарль Нордман — величайший мастер в этой области, — а также многие другие популярные писатели не сумели сделать это странное понятие четырёхмерного пространства понятным своим читателям. Почему? Потому что математику нельзя ни насвистывать, ни играть на каком-нибудь инструменте. Мы готовы и склонны на крыльях фантазии отправиться в пространство и видеть, или воображать, всевозможные фантазмагии. Мы можем мысленно представлять себе вещи совершенно невозможные. Но даже для невозможного у нас должно быть хоть какое-то представление; мы должны быть способны удержать его в уме. Четырёхмерное пространство, пространство, спаянное со временем, не может быть воображено, потому что при такой попытке наш ум как бы останавливается. Четырёхмерное пространство — это именно та часть теории относительности, о которой Эйнштейн говорил, сомневаясь, найдутся ли во всём мире двенадцать человек, понимающих ту математику, которой он пользуется и которая называется тензорным исчислением.

Сегодня, восемнадцать лет спустя, существует уже больше двенадцати человек, понимающих тензорное исчисление и работающих в связи с Эйнштейном. Тем не менее, несмотря на все препятствия, мы попытаемся передать читателю хотя бы отдалённое представление о пространстве-времени, смутный образ четырёхмерного пространства. И если картина покажется расплывчатой, линии — бледными и неясными, мы должны будем положиться на воображение читателя. Очень часто мы видим в газетах изображения и события, переданные из отдалённых уголков мира. В большинстве случаев эти изображения искажены и туманны, но читатели с богатым воображением угадывают их содержание.

Всё, что происходит в пространстве, происходит и во времени, и, наоборот, всё, что происходит во времени, происходит и в пространстве. Например, если материальное тело, скажем шар, выпущено или брошено с самолёта высоко в пространстве, с высоты около тридцати тысяч футов, этот шар будет не только двигаться в пространстве, пока не достигнет земли, но будет двигаться и во времени, то есть он пройдёт тридцать тысяч футов пространства за определённое время, около минуты, прежде чем достигнет своей цели.

Можно ли представить себе шар, движущийся в пространстве, не думая о времени? Или если вам нужно ехать из Нью-Йорка в Чикаго, думаете ли вы только о пространстве, только о девятистах милях, разделяющих эти два города? Конечно, нет. Вы думаете также и о времени, которое требуется, чтобы туда добраться. Разумеется, это время можно сократить. Если идти пешком, понадобится много недель; если ехать поездом, потребуется гораздо меньше времени; если же лететь самолётом, достаточно будет нескольких часов. Предположим, что наши самолёты развили скорость в тысячу миль в час. В таком случае расстояние было бы покрыто менее чем за один час.

Далее, предположим, что двигатели наших самолётов настолько усовершенствованы, что развивают скорость двадцать тысяч миль в час — чистая гипотеза. В таком случае мы могли бы лететь из Нью-Йорка в Чикаго менее чем за три минуты.

А теперь предположим, что скорость воздушных кораблей достигла скорости света, а именно 186 300 миль в секунду. Что бы произошло тогда? Время, по отношению к нашей Земле, остановилось бы, потому что мы могли бы, подобно свету, облететь земной шар семь раз за одну секунду. В таком случае время сократилось бы почти до нуля.

Поясним это очень простым арифметическим примером. Один, делённый на десять, или  $1:10$ , равен  $1/10$ .  $1:100$  равно  $1/100$ ;  $1:1000$  равно  $1/1000$ . Один, делённый на 10 000, равен  $1/10\ 000$ . Один, делённый на 1 000 000, равен  $1/1\ 000\ 000$ . Один, делённый на 1 000 000 000, равен  $1/1\ 000\ 000\ 000$  и т. д. Наконец, если мы разделим единицу на бесконечно большое число, то получим бесконечно малое частное, то есть нечто бесконечно малое.

Время уменьшается до бесконечно малой величины, когда события достигают скорости света, высшей скорости, достижимой в природе. Иными словами, время — понятие относительное, изменяющееся в зависимости от скорости событий, и оно столь тесно переплетено с пространством, что одно нельзя отделить от другого.

Эйнштейн показывает и доказывает своей математикой, что время изменяется в каждом гравитационном поле, то есть в тех местах вселенной, где материя или материальные тела имеются в большем количестве, так что время Солнца или какой-либо другой звезды отличается от нашего времени на Земле. Это различие времени обусловлено различием колебаний электронов.

Посредством изучения спектральных линий (см. главу 6 общей теории) движения электронов различных небесных тел известны с большой точностью. Движение электронов на некоторых из этих звёзд настолько медленно и заторможено, что сто лет на нашей Земле равны одному году на этих звёздах, то есть электроны нашего земного шара колеблются или движутся в сто раз быстрее, чем электроны на этих небесных телах. С другой стороны, на некоторых звёздах движение электронов столь стремительно, что сто лет там равны одному году на Земле, то есть колебания электронов этих небесных тел в сто раз быстрее, чем наших. Из всего этого мы легко видим относительность времени, то, что время не есть нечто, равномерно текущее по всей вселенной. Часы на этих разных звёздах или на их планетах шли бы либо быстрее, либо медленнее, чем на нашей планете.

Какие же выводы следует сделать из этих гипотез? Только те, что время относительно и является частью пространства! В элементарной книге следует ограничиться именно этим. Разумеется, можно было бы сказать и многое другое, но это слишком темно и технически сложно, и читатель запутался бы в сети неясностей и терминов и никогда не выбрался бы из этого лабиринта.

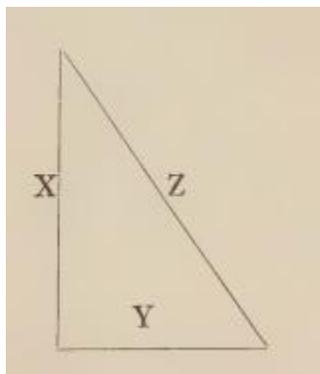
Величайшие астрофизики нашего времени доказали абсолютную истинность этих теорий. Они пришли к своим выводам после длительных, тщательных и тонких экспериментов. Вот выдержка из заявления К. Э. Сент-Джона из обсерватории Маунт-Вильсон относительно земного времени и солнечного времени:

«Вывод состоит в том, что три основные причины производят различия между солнечными и земными длинами волн и что возможно отделить действие каждой из них. Эти причины, по-видимому, таковы: замедление атомных часов на Солнце в той степени, которую предсказывает обобщённая теория относительности, радиальные скорости умеренной космической величины и вероятного направления, а также дифференциальное рассеяние в более длинных путях, которые проходит через солнечную атмосферу свет, идущий от края солнечного диска».

Понял ли читатель идею четырёхмерного пространства или нет, он всё же легко может понять, что время подвержено изменениям. А это уже большой шаг вперёд к пониманию четырёхмерного пространства.

Можно упомянуть и другое представление, или иллюстрацию, пространства-времени. Оно не имеет первостепенной важности для понимания предмета, и те, кто не понимает плоской геометрии, могут о нём не беспокоиться.

Каждый школьник знаком с теоремой Пифагора, доказывающей, что сумма квадратов катетов, или высоты и основания прямоугольного треугольника, равна квадрату гипотенузы. (См. рисунок.)



$$X^2 + Y^2 = Z^2$$

Пифагор пришёл к доказательству этой теоремы, проводя вспомогательные линии; его рассуждения основаны на основаниях евклидовой геометрии. Но ему никогда не приходило в голову, что время неразрывно связано с этим треугольником. Современная версия теоремы Пифагора такова:

$$X^2 + Y^2 = Z^2 - CT^2$$

где **C** означает скорость света, а **T** — время.

Это означает, что если луч света, приходящий к нам от Солнца или какой-либо далёкой звезды, образует гипотенузу, то необходимо принимать во внимание и время, и расстояние, прежде чем этот луч достигнет Земли.

Если бы Пифагор мог увидеть, какое превращение претерпела его теорема, он, несомненно, воскликнул бы: *Tempora mutantur nos et mutamur in illis* — «Времена меняются, и мы меняемся вместе с ними».

## 12. ЧЕТВЁРТОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Прежде чем вводить понятие четвёртого измерения, мы должны сначала рассмотреть трёхмерное пространство, или материальный мир, как мы его воспринимаем.

Изучение измерений, или размерности пространства, а особенно четвёртого измерения, привело к метафизическим спекуляциям и таинственным построениям. Мистики, маги, шарлатаны и лжеучёные нашли в идее четвёртого измерения доходное поле деятельности.

Люди, склонные к мистике, стали добычей этих мошенников. Некоторые из этих эксплуататоров открыли превосходный источник дохода и извлекают из него немалую выгоду, читая лекции или сочиняя книги на эту тему. Они делают вид, будто придают делу научный облик. Они даже превращают его в некую положительную науку. Они составляют таблицы, схемы и всевозможные формы для «проявлений» четвёртого измерения. Они даже стараются соединить его со спиритизмом и другими видами оккультизма. Они связывают его с логикой и психологией; говорят о высших, то есть более чем трёхмерных телах, и о низших, то есть двух- и одномерных существах. Они говорят также о душе как о многомерном теле. О четвёртом измерении распространяются всевозможные истории. Некоторые из обманутых жертв спрашивали, правда ли, что можно проникнуть в дом без дверей и окон с помощью какого-нибудь приёма четвёртого измерения!

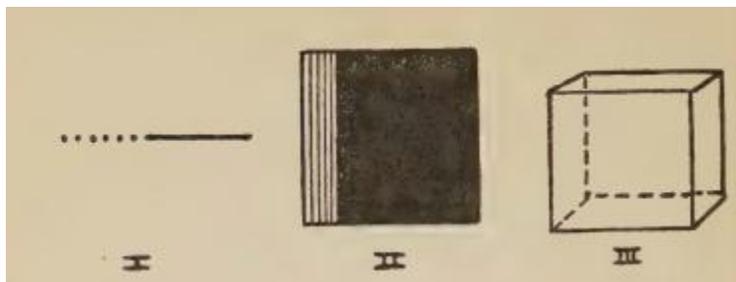
Хотя говорить о независимом измерении — нелепость, ибо, как было показано в предыдущей главе, четвёртое измерение является частью пространства или переплетено с ним, тем не менее здесь предпринимается попытка говорить о независимом четвёртом измерении как об отдельной сущности, чтобы геометрически проиллюстрировать существование или возможность четвёртого измерения — и ещё большего числа измерений.

В известном смысле мы можем говорить о четвёртом измерении так же, как говорим о первом, втором и третьем. Можем ли мы в логическом смысле говорить о точке, не имеющей измерения? Конечно нет. Потому что всё, что существует, должно иметь измерения. Можем ли мы говорить о линии как об одномерном теле? Или о поверхности как о двумерном теле? Решительно нет. Всякое материальное тело должно иметь три измерения, иначе оно не может существовать и является нереальностью. Когда мы всё же говорим о точках, линиях и поверхностях, то делаем это ради удобства. Точно так же мы здесь говорим и о четвёртом измерении.

А теперь рассмотрим эти отдельные измерения в пространстве и их соотношения и посмотрим, к каким выводам мы придём в результате их анализа и исследования.

Евклидова геометрия делит материю на: точки, линии, плоскости и твёрдые тела (или кубы). Линия рассматривается как результат движения точки; плоскость — как движение линии; куб же является результатом движения плоскости. Иначе говоря: когда точка уходит от самой себя в каком угодно направлении, образуется линия; когда линия уходит от самой себя в пространство, образуется плоскость или поверхность; когда плоскость уходит от самой себя вверх, в пространство, образуется куб или твёрдое тело. И вот теперь: что происходит, когда куб уходит от самого себя в пространство? (См. рисунки на следующей странице.)

Трёхмерное тело, уходящее от самого себя, образует четырёхмерное, или тессеракт. Но и на этом нельзя остановиться, потому что мы можем спросить: что образуется, когда четырёхмерное тело уходит от самого себя в пространство? В самом деле, математики сегодня имеют дело уже с телами более чем четырёхмерными.



Арифметически, как уже было сказано (см. главу 3 специальной теории), мы можем описать и породить любое измерение. Например:

**$a, a^2, a^3, a^4, a^5, a^6 \dots$**

или, если вместо буквы  **$a$**  подставить число два, мы можем выразить это так:

**$2, 2^2, 2^3, 2^4 \dots 2^n \dots$  (до бесконечности)**

Геометрически же мы не можем ни воспринять, ни представить себе тела, имеющие более трёх измерений.

Мы, живущие на этой планете, устроены природой так, что не обладаем тем чувством, которое необходимо для восприятия высших измерений; но на других планетах могут существовать существа иного атомного строения, с таким отличным устройством мозга и сетчатки, что так называемый объективный мир может быть видим ими во всей его полноте и реальности. Эти существа могут быть наделены природой иными физическими и умственными способностями, иными чувствами восприятия, и они, возможно, действительно видят эти высшие измерения.

Кто знает, быть может, весь наш животный мир, то есть различные животные нашей планеты, видит мир совершенно иначе, чем мы? Возьмём, например, летучую мышь, которая прекрасно видит в кромешной тьме, как это было проверено следующим опытом. В очень большом чердачном помещении столбы, соединявшие потолок с полом, были расставлены так, что промежутки между ними были чрезвычайно узкими — около восьми-десяти дюймов. Каждый столб был окружён сетью чрезвычайно чувствительных электрических проводов, так что малейшее прикосновение к ним вызывало звон множества колокольчиков. В этот лабиринт, погружённый в полную темноту и герметически закрытый так, что туда не мог проникнуть ни один луч света, была помещена летучая мышь. Она летала в различных направлениях между этими узкими проходами, ни разу не коснувшись ни столбов, ни проводов. Из этого был сделан вывод, что летучие мыши наделены природой чрезвычайно острым зрением и что устройство их сетчатки совершенно иное, чем у других птиц.

Как бы то ни было, приходится признать, что четырёхмерные тела — по крайней мере на этой планете — имеют метафизическую природу, несмотря на математические формулы и сложные уравнения. Нужен Эйнштейн, чтобы наглядно представить и вполне постичь высшие измерения, которые постулируются и требуются некоторыми электродинамическими явлениями. Но читатель может быть уверен: когда он видит эйнштейновское уравнение, относящееся к четырёхмерной структуре, это вовсе не жонглирование цифрами.

В прошлом веке и в предшествующие века рассуждать о подобных вещах было делом философов. Исключительной областью метафизиков было мечтать об этих странных понятиях. Учёный держался в стороне от этих призраков и видений. Сегодня же, когда мы празднуем возрождение физики, когда физика почти целиком обрела новый облик, философы и учёные как будто поменялись ролями, и то, что некогда было философией, сегодня стало реальностью. В свете нового знания пространство-время, или четырёхмерные тела, перешли в собственность проницательного лабораторного исследователя.

### 13. ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Свет, электричество, магнетизм и тяготение суть проявления материи или энергии. Эйнштейну пришло в голову, что все эти явления должны иметь общую причину. Поэтому в ряде математических уравнений он представил в Пасадене, штат Калифорния, острейшим умам нашей эпохи свою «Единую теорию поля». Суть его математического труда, которого ни один неспециалист никогда не поймёт, состоит в объединении всех физических явлений под одной математической схемой.

В *New York Times* была напечатана очень забавная и прелестная история о том, как выдающиеся учёные мира съехались в Пасадену, чтобы услышать изложение этого нового закона. Самые уважаемые газеты Соединённых Штатов и Канады приказали своим лучшим корреспондентам присутствовать на этом историческом событии. Один из журналистов занял лучшее из всех мест, предназначенных для представителей прессы, потому что он «очень хорошо» знал немецкий язык. Предполагалось, что он просветит своих коллег, не столь счастливых, как их «великий» друг, владеть немецким. Но по окончании лекции оказалось, что он рисовал карикатуры на Эйнштейна и некоторых других учёных. На вопрос, почему он это делал, он ответил, что не понимает немецкого «с турецким произношением». Он имел в виду греческие буквы, которыми Эйнштейн пользуется в своих уравнениях.

Некоторые репортёры пробились к профессору Милликену за разъяснениями, но тот ответил: «Это слишком технически сложно, чтобы какой-либо неспециалист мог это понять».

Но журналисты не привыкли принимать отказ как ответ. Они окружили профессора Майера, ассистента Эйнштейна, умоляя его дать им хоть какую-нибудь информацию по этому вопросу. Отступить было некуда. Его «похитила» кучка репортёров, и они не соглашались отпустить его, пока он не уплатит выкуп в виде каких-нибудь сведений о Единой теории поля. Он пообещал сделать это, но сначала должен был посоветоваться со своим учителем. И Эйнштейн, подмигнув левым глазом, велел ему дать им следующее объяснение: «Дама по имени тяготение никогда не могла жить в мире со своим мужем, “электромагнетизмом”; теперь же они любят друг друга нежно». Этих немногих слов оказалось достаточно, чтобы из перьев господ репортёров изверглась словесная лава, прокатившаяся по всему миру.

Все анекдоты о четвёртом измерении, процветавшие со времени провозглашения теории относительности, — ничто в сравнении с цепью рассказов и басен, окруживших и опутавших «теорию поля».

В течение недель и месяцев Единая теория поля была темой дня. В каждом университете, колледже или библиотеке можно было услышать разговоры об этом событии. Неужели Эйнштейну действительно удалось найти волшебную формулу, которая охватит все явления природы? Он сам ещё не знает этого. Он всё ещё борется с некоторыми препятствиями, которые его гений в конце концов преодолеет. Судя по его недавнему докладу, который он прочитал четырёмстам избраннейшим физикам мира в Питтсбурге, его задача почти завершена. И что тогда? Тогда этот мир станет Эльдорадо, волшебным местом для жизни.

Если заменить тяготение магнетизмом, тогда мы сможем ходить по «электромагнитным полям» в воздухе, и нас больше не будет тянуть вниз гравитационное поле. Это означает, говоря простым языком, что станет возможным строить «замки в воздухе», поднимать здания в пространство, высоко над облаками, и оставлять их там висеть, поддерживаемыми какой-нибудь невидимой магнитной силой. Все деловые, сельскохозяйственные и промышленные занятия будут происходить на земле, а затем мы будем вознесены на высоту — современные ангелы, удерживаемые в подвешенном состоянии.

Какое это было бы волшебное зрелище! С помощью электромагнитных эскалаторов мы совершали бы долгую прогулку вниз, к матушке-земле, на свидание где-нибудь на укромной аллее влюблённых, укрытой кустами жасмина, а затем поспешно возвращались бы домой — туда, наверх. Молния, ураганы, дождь, ветер и снег не испортили бы наших удовольствий «там», или «вверху». Атмосфера, или воздух, который там намного холоднее, чем на земле, кондиционировался бы каким-нибудь электромагнитным способом. Вся наша общественная, образовательная и иная деятельность, не требующая твёрдой почвы, происходила бы в воздухе. Все суды, театры и танцевальные школы висели бы — в воздухе. Весь «Белый путь» Бродвея в Нью-Йорке был бы поднят в пространство и окрещён «Белым Воздушным Путём» или «Воздушным Белым Путём». Разве это не было бы великолепно? Но были бы мы тогда счастливы? Не было бы больше гангстеров, похитителей и диктаторов? В этом я сомневаюсь.

## 14. ВСЕЛЕННАЯ ЭЙНШТЕЙНА И БЕСКОНЕЧНОСТЬ

Пасадена — это Мекка астроучёных и астрономов. Там ежегодно собираются выдающиеся умы мира, чтобы изучать и, если возможно, разрешать загадки вселенной. Гиганты мысли выходят на арену, готовые согласованно атаковать далёкие звёзды и туманности. Среди этих борцов — люди, прославившиеся теорией относительности и космическими лучами: Эйнштейн, Милликен, Эддингтон, Леметр, де Ситтер, Шепли, Джинс и многие другие знаменитости.

Современная Академия — это вращающийся высокий купол со стодюймовым телескопом. Огромная линза позволяет наблюдателям проникать в пространство примерно на сто пятьдесят миллионов световых лет. (Строится новый телескоп. Его зеркало, или линза, будет иметь двести дюймов в диаметре, а вращающийся купол будет воздвигнут на вершине горы Паломар в Калифорнии. Он будет готов к 1940 году и позволит астроному вглядываться в пространство примерно на миллиард световых лет.)

Ещё более поразительным, превосходящим самые дикие мечты самых смелых астрофизиков, является проект электронного телескопа, основанного на новом принципе конструкции. Этот прибор — если его когда-нибудь создадут — будет иметь линзу радиусом в две тысячи дюймов и заменит оптическое усиление электрическим. Астрономы смогут заглядывать в пространство на триллионы и триллионы световых лет. Если перевести это в мили, они смогут проникать в пространство на  $10^{100}$  миль, то есть на десять, умноженное само на себя сто раз.

Но эти учёные приезжают туда не только затем, чтобы смотреть в пространство, но и чтобы изучать результаты наблюдений разных астрономов и обмениваться взглядами и идеями. Можно увидеть, как такие гении, как Эйнштейн, де Ситтер и Леметр, стоят у классной доски, изучая размер и форму вселенной. На доске видны уравнения иероглифического вида. Эти математические виртуозы мыслят лишь в терминах каппы ( $K$ ), лямбды ( $\Lambda$ ), сигмы ( $\Sigma$ ) и т. д. Следующая история, напечатанная в *New York Times* — а *New York Times* не склонна к пустым выдумкам, так что в ней должно быть некое основание, — очень характерна для того, насколько эти математические умы поглощены космическими проблемами.

«Его день рождения ознаменовался также тем, что профессор Эйнштейн впервые подал налоговую декларацию в Нью-Джерси». — *New York Times*.

**Посетитель:** «Простите, что беспокою вас, профессор, но я из налогового управления по поводу вашей декларации. В ней несколько ошибок».

**Эйнштейн:** «Я заплатил слишком мало, да?»

**Посетитель:** «Нет, профессор, вы переплатили сто тринадцать долларов шестьдесят семь центов».

**Эйнштейн:** «Видите ли, хитросплетения вашего английского языка».

**Посетитель:** «Совсем не в этом дело, профессор, но, если вы не обидитесь, вы довольно слабы в вычитании и коротком делении. Вот, например, если у вас есть сумма в пять тысяч долларов и из неё нужно вычесть четыре тысячи семьсот пятьдесят девять долларов — как вы это делаете?»

**Эйнштейн:** «Ну, я говорю: девять из нуля взять нельзя, занимаю единицу у следующей цифры, получается десять. Девять из десяти — один. Затем пять из нуля взять нельзя...»

**Посетитель:** «Но, профессор, это уже не ноль, потому что вы заняли у него, и теперь это девять. Нужно говорить: пять из девяти».

**Эйнштейн:** «Разве я этого не сделал?»

**Посетитель:** «Несколько раз не сделали».

**Эйнштейн:** «Правительство понимает, что у меня не было намерения...»

**Посетитель:** «Конечно, профессор. До сих пор у нас было очень мало случаев международной переплаты. Но вот здесь, где вы должны были разделить сумму на четыре, вы сделали ещё одну ошибку».

**Эйнштейн:** «Странно. Я помню, как вычислял это на нескольких листках бумаги».

**Посетитель:** «Хотите сказать, профессор, что, когда вам нужно делить на четыре, вы делаете это на бумаге?»

**Эйнштейн:** «А как же ещё?»

**Посетитель:** «Большинство людей, учившихся в школе, делают короткое деление в уме. Вы говорите: четыре в девяти — два, один в остатке; четыре в тринадцати — три и так далее. Понимаете меня?»

**Эйнштейн:** «Боюсь, это было бы для меня слишком трудно. Вы говорите — сто тринадцать долларов шестьдесят семь центов?»

**Посетитель:** «Совершенно верно».

**Эйнштейн:** «Если вы меня извините» (он принимается работать карандашом на листке бумаги). «Совершенно верно.

$$F(Z) - \frac{d}{dz} F(Z) = Z - \frac{O F(Z^3 - Z) - F(Z)}{Z}$$

Как вы и сказали — сто тринадцать долларов шестьдесят семь центов».

Как ни комично звучит эта история, она не совсем беспочвенна.

Леметр, знаменитый физик, сформулировавший теорию неустойчивой вселенной, в которую сейчас верят космологи и к которому Эйнштейн питает глубочайшее уважение и восхищение, признавался, что не понимает ничего научного в практической жизни. «Научные знания моего брата для меня недостижимы, — говорит он. — Он успешный инженер, разработавший некоторые усовершенствования в локомотивах. Я никогда не мог понять его изобретений. Если уж на то пошло, я вообще не знаю, чем локомотивы являются с научной точки зрения». И всё же для него не составляет труда сжимать и расширять вселенную. Его космические воззрения чрезвычайно популярны среди научных мыслителей.

Выше было сказано, что с помощью линзы в две тысячи дюймов в диаметре можно будет видеть в пространстве на триллионы и триллионы световых лет. Но насколько велика наша вселенная? Какова протяжённость этого космического строения, которое Эйнштейн называет «Вечной тайной»? Наша собственная солнечная система с её планетами — всего лишь младенец по сравнению с другими системами. Альфа Центавра — наша ближайшая соседка среди далёких звёзд, и она отделена от нас расстоянием примерно в 260 000 раз большим, чем расстояние между нами и Солнцем, то есть семью световыми годами, или двадцатью пятью миллиардами миль. Лишь очень немногие звёзды находятся в пределах 400 000 000 000 миль от Солнца. Большинство же их удалено от него во много раз дальше. Затем существуют туманности и очень тёмные туманности, каждая из которых содержит миллиарды солнечных систем. И все они мчатся прочь, причём для одного полного оборота каждой системы требуется по меньшей мере двести тысяч лет.

Существуют миллиарды и миллиарды звёзд, которые в миллиард раз больше нашей Земли, и всё же все они бесконечно малы по сравнению с пространством, в котором движутся.

Астрономы утверждают, что вся материя во вселенной по сравнению с размерами вселенной соразмерна осе, летящей в пространстве всей Европы. Они говорят о размерах вселенной — но имеет ли вселенная размер, ограниченный размер? Или она бесконечна? И что такое бесконечность?

Например, на линии длиной в пять дюймов имеется бесконечное число точек. И на линии длиной в один ярд также имеется бесконечное число точек. Эти две бесконечности не равны, потому что фактически одна линия длиннее другой. Следовательно, существуют меньшие и большие бесконечности! (Лучшие математики считают, что бесконечность равна бесконечности.) А если пространство конечно, что находится после него? Что находится вне пространства? Что по ту сторону забора? Логично ли всё это? Как бы нелогично это ни звучало, астрофизики говорят о размере и вычисляют величину вселенной на основании математических уравнений. Но существуют разные теории, несмотря на точность и «безоговорочные» выводы, получаемые из математических формул.

Эйнштейн первоначально заявил, что диаметр окружности всей вселенной составляет сто миллионов световых лет.

В книге Александра Мошковского «Эйнштейн-искатель» на вопрос автора отвечает сам Эйнштейн.

**Автор:** «Учитель, вы сказали, что окружность вселенной имеет около 312 000 000 световых лет. Что находится вне нашей вселенной?»

**Эйнштейн:** «Существуют другие вселенные, которые не имеют никакой связи с нашей вселенной и о которых мы никогда ничего не узнаем, даже если достигнем высшего предела знания в физике и математике».

Итак, вселенная Эйнштейна конечна. Что она сферична, мы знаем из кривизны пространства (см. главу 4 общей теории). Следовательно, мы можем сказать, что вселенная Эйнштейна имеет форму шара. Пространство шара конечно, но безгранично. Оно конечно как пространство (если бы его развернуть и расплестать, как лист, в пространстве), но бесконечно по времени, потому что у шара нет конца.

Одна из других теорий — теория де Ситтера. Это расширяющаяся, или так называемая «мыльнопузырная», вселенная. Подобно мыльному пузырю, в который вдувают воздух и который расширяется, так и наша вселенная расширяется в пространстве. Разумеется, это не следует понимать буквально. Это лишь способ описать расширение материи в пространстве. Обычно считают, что Эйнштейн сделал некоторые уступки теории де Ситтера. Но что всё это означает? Можем ли мы, простые смертные, это понять? Мы читаем слова «стационарная и расширяющаяся вселенная»; но если она расширяется, то через эоны лет может достичь горизонта тех вселенных, что находятся вне нашей, и не имеют с ней никакой связи! И что тогда произойдет? Что ж, всё это математика. Это укладывается в уравнение — и только.

Всё современное знание о строении и составе вселенной основано на математических уравнениях. Вселенная как целое состоит из цепи бесконечных причин и следствий и, вероятно, подчинена неизменным законам, которые не будут изменены в течение всей вечности. Стационарна ли наша вселенная, смещается ли она или расширяется — одно несомненно: в ней существует единообразие и единство, и все части этой структуры действуют гармонично согласно неизменным законам. Именно это единство и гармонию природы Эйнштейн и старается постичь, раскрыть и, если возможно, показать всему человечеству.

Эйнштейн — искатель. Он ищет истину — не только в науке, но и во всём остальном.

**Lux et veritas — свет и истина.**

## ГЛАВА 15. НАПАДКИ НА ТЕОРИЮ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Генрих Гейне замечает, что мир простит вам почти всё, кроме одного — того, что вы гений. Это особенно верно в случае Эйнштейна. Время от времени мы читаем новости о том, что профессор X или декан Y объявил теорию относительности ложной на основании опытов, проведённых некой научной знаменитостью.

Полуучёные, лжеучёные и мнимые учёные — все они проявляют одну и ту же склонность: опровергать теории Эйнштейна. Некоторые из этих нападок отдают завистью, некоторые — расовой ненавистью. В Германии, например, несколько лет назад образовался союз весьма злонамеренного рода. Эта клика, насчитывавшая сто участников весьма сомнительного свойства, поставила себе задачей доказать миру, что теория относительности ложна, на том лишь основании, что все они подписали заявление в этом духе.

Поистине трудно поверить, до какой степени некоторые люди способны выставлять себя на посмешище, совершенно этого не сознавая. Второ- или третьеразрядные математики или физики имеют дерзость возвещать миру, что они отвергают теорию Эйнштейна. Это напоминает старую басню о состязании в пении между канарейкой и вороной.

К этому *entente cordiale*, направленному на дискредитацию и очернение Эйнштейна, принадлежит также и один представитель семитской расы, самый настоящий еврей во всех отношениях. Когда я говорю «самый настоящий еврей», я не имею в виду того достойного и гордого иудея древности или благородного еврея наших дней; я имею в виду еврея, деградировавшего за время диаспоры.

Он был, насколько мне известно, самым обыкновенным преподавателем математики. Я читал его брошюру под названием «**Борьба**», посвящённую стратегии на шахматной доске. Там он говорит: «Наш величайший медицинский грех — это вакцинация. Она основана на плохой стратегии и плохой логике. В результате прививки образуется сыворотка, которая остаётся в венах и отражает приступы оспы. Но этот результат достигается ужасной ценой. Организм навсегда ослабляется перед лицом двадцати болезней ради того, чтобы предотвратить одну. Рост чахотки вызван вакцинацией».

Это ещё один случай самонадеянности и высокомерия. Говорить столь авторитетно на подобную тему, особенно о химио-биологических действиях сыворотки — предмете чрезвычайно проблематичном, — значит, выражаясь мягко, проявлять наглость.

Что знает этот человек о теории Эйнштейна, о тензорном исчислении, чтобы оправдать свою атаку на Эйнштейна? Осмелюсь сказать: ничего. Он просто барахтается и говорит вздор.

Вот ещё одна атака — со стороны некоего Артура Линча. В своей книге «**Дело против Эйнштейна**» он пытается, так сказать, «линчевать» Эйнштейна. «Человек, — пишет он, — который одним интеллектуальным движением руки изменил вселенную; человек, который может искривить наше пространство из евклидова в риманово, из плоского в сферическое, просто поигрывая таинственными символами; человек, который говорит нам, что время неотлично от пространства».

Господин Линч страдает мегаломанией. У него невероятное желание показать миру то, чего он не знает. В своей книге он старается блеснуть несколькими формулами дифференциального исчисления. Эти формулы он использует как оружие для опровержения теорий Эйнштейна. Какая глупость! Эйнштейн перерос эти формулы, когда ему было двенадцать лет.

Господину Линчу выпало несчастье присутствовать (его допустили по милостивому снисхождению) в Кингс-колледже в Лондоне, когда Эйнштейн читал лекцию по теории относительности. Далее он описывает Эйнштейна так: «Он выглядел фантастически со своей короной непокорных волос. Его изложение отличалось видом — весьма обманчивым видом — ясности. Он еврей, и мне говорили люди науки (?) в разных странах, что этот факт сильно способствовал укреплению его репутации». (Господин Линч — очень плохой дипломат, ибо не способен скрыть своей ненависти ко всей еврейской расе.) «Когда пресса пишет, что он — Колумб духа, или что Эйнштейн — величайшее явление со времён Христа, то автор такого утверждения есть не что иное, как коллекционер эффектных подписей, убеждённый, что главная литературная способность состоит в умении выдумывать остроумные фразы». Он считает Якоби, Сильвестра и Герца, которые тоже были евреями, более одарёнными математиками, чем Эйнштейн, но, по видимому, господин Линч любит только мёртвых евреев и придерживается того, что говорили римляне: *De mortuis nihil nisi bene* — о мёртвых либо хорошо, либо ничего. В назидательно-снисходительном тоне он называет этих трёх учёных детьми Израиля. Плохо замаскированный антисемитизм.

Господин Линч не упоминает величайшего из ныне живущих еврейских математиков, а именно Леви-Чивиту, потому что тот ещё жив, и потому что он является создателем знаменитого тензорного исчисления, которым Эйнштейн пользуется в своих уравнениях и «таинственных символах». И если говорить о еврейских светилах в области математики и физики, то можно назвать целую галактику имён, например Минковского, Франка, Борна, Майкельсона, Бора и многих других, и я полагаю, что господину Линчу следовало бы поклониться всем им.

Свою книгу он заканчивает так: «Когда я окидываю взглядом весь ход науки, я вижу примеры ложной науки, ещё более претенциозной и популярной, чем эйнштейновская, которые постепенно угасали в своей несостоятельности под лучом прожектора; и я не сомневаюсь, что возникнет новое поколение, которое с удивлением и изумлением — ещё более глубоким, чем то, которое теперь вызывает Эйнштейн, — будет смотреть на нашу галактику мыслителей, учёных и популярных критиков, довольствовавшихся тем, что отказались от здравого смысла перед лицом эйнштейновских нелепостей и ультра-математических манипуляций».

Вы правы, господин Линч. Ультра-математический — вот верное слово. Эддингтон, которого вы находите более вразумительным, чем Эйнштейн, и вполне справедливо, поскольку он величайший истолкователь идей Эйнштейна, несомненно, игнорирует людей вашего рода. Милликен, Резерфорд, Комптон, Леметр, де Ситтер, Эддингтон, Джинс и Планк, величайшие учёные XX века, все поддержали теории Эйнштейна, а некий мистер Линч... что ж, пусть читатель сам делает выводы.

Я тоже верю, что возникнет новое поколение — поколение, составные части которого не будут состоять из Линчей и им подобных, поколение, в среде которого Линчи не будут процветать. Подобно тому как в политике у нас есть демагоги, не заботящиеся о благе народа и являющиеся не вождями, а совратителями и обманщиками в интересах определённой группы, точно так же общество страдает от заразы злонамеренных вводящих в заблуждение людей и лжеинформаторов в области науки и знания. Будущие поколения будут более просвещёнными и, озарённые ясностью, поймут человека, который, быть может, на тысячу лет опередил своё время.

## 16. МАТЕРИЯ И АТОМ

Чтобы понять теорию относительности, а особенно ту её часть, которая касается света, читателю необходимо приобрести некоторые знания о материи и её строении. Но так же как нельзя мыслить дом без его основной опоры, без его фундамента, так и мы не можем понять материю, не вернувшись далеко назад — к эпохе мудрецов Древней Греции и учёных мужей латинской расы, живших две с половиной тысячи лет тому назад. У них, конечно, это ещё не было точной наукой; это была, скорее, философия, основанная на интуиции. Но разве не философия сыграла важнейшую роль в возникновении, развитии и совершенствовании всех наших отраслей науки? Эти знаменосцы древней мудрости весьма уместно разделили материю на бесконечные части или частицы, которые уже не поддаются дальнейшему делению. Эти неделимые частицы они назвали атомами. И именно эта античная атомная теория породила электрон.

Современная наука уже не удовлетворяется атомом как неделимым. Бесконечно малая частица, или атом, может быть разделена ещё дальше, говорят математики, химики и физики. И на деле она уже была разделена ещё дальше. Даже материя в газообразном состоянии может быть разложена далее — на излучение, энергию, свет, электрические волны или электроны. Мы всё ещё говорим об атоме, но современный атом, современное представление о неделимом — это электрон.

Свет во всех его формах есть не что иное, как колебание электронов. Когда мы видим электрическую лампу, излучающую свет, мы говорим: материя приведена в электронное состояние, и с помощью некоего устройства электроны направлены или загнаны в «провода». Благодаря их присутствию в проводе он начинает светиться — и свет воцаряется. Эта электронная теория дала нам рентгеновские лучи и все их разновидности, а также радиоактивность — благословение для человечества. «Радиограммы», «радио», «телевидение», которое близится к совершенству, длинные и короткие волны всех видов и наименований — всё это результат электронной теории.

В 1911 году Резерфорд дал нам модель атома типа солнечной системы. В центре находилось тяжёлое ядро. Вокруг него обращались планетарные электроны. Электроны, согласно Резерфорду, — это частицы электричества. Следовательно, атом состоит из частиц энергии. Материи в старом смысле больше нет. Различия между материей и энергией не существует. (Эйнштейново  $E = MC^2$ .)

Профессор Макс Планк доказал, что свет и тепло исходят от атомов не в виде волн, как предполагалось раньше, а в виде маленьких порций, которые он назвал квантами. Это представление известно как «квантовая теория».

Затем пришёл Бор. Он объяснил, что эти атомы вращаются вокруг ядра со скоростью, почти равной скорости света. Далее он показал, что причина, по которой атомы излучают свет, состоит в том, что электроны, хотя каждый из них имеет свою собственную орбиту или путь вокруг ядра, перескакивают с орбиты на орбиту. Такое поведение потребовало отказаться от солнечной системы как модели атома, ибо планеты нашего Солнца или любого другого светила никогда не покидают орбит, предписанных им природой, иначе произошла бы катастрофа, а именно столкновение одной планеты с другой, и они были бы сведены к электронам.

Согласно Бору, невозможно предсказать, как, когда и где электрон перескочит или изменит своё положение, переходя с одной орбиты на другую. Причина и следствие, которые управляют нашим миром и всей вселенной, исчезают внутри атома. Согласно этой теории, электроны как будто наделены свободной волей и не подчиняются закону и порядку.

Великий учёный доктор Гейзенберг идёт ещё дальше. Он утверждает, что частица материи, электрон, не может одновременно иметь положение и скорость.<sup>17</sup> Это означает, что мы никогда не можем знать, где именно находится электрон в атоме. Можно определить лишь его вероятное положение. Но вероятности предполагают события. Следовательно, атом рассматривается как совокупность событий. Так Гейзенберг ввёл принцип неопределённости, или неустановимости, о котором мы прочтём в приложении к этой книге.

Поскольку вселенная состоит из атомов, то, в конечном счёте, кажется, что в мире царит свободная воля. Более того, электроны не одинаковы. Они наделены различными свойствами и функциями. Они делятся на фотоны, протоны, позитроны, нейтроны и так далее.

И что же такое электрон? Миллионы атомов могли бы жить на острие иглы и строить там дома, подземные дороги, улицы и мосты и жить там весьма удобно. А атом состоит, в зависимости от элемента, от двух до девяноста двух электронов. Электрон, в конечном счёте, — это просто бесплотный электрический заряд, волна электричества, а вся вселенная, состоящая из электронов, есть лишь структура волн. И мы, люди, считающие себя высшими созданиями природы, — и действительно, мы лучшее и высшее, что произвела природа, поскольку именно мы говорим и рассуждаем об атомах и электронах, — мы всего лишь электрические волны; и когда мы обнимаем и целуем прекрасный пол с той страшной страстью, которую природа вложила в нас, мы обнимаем и целуем электрические волны. Положительные и отрицательные электрические волны

---

<sup>17</sup> То есть положение и скорость электрона в один и тот же момент невозможно учесть математически одновременно

## 17. РАСЩЕПЛЕНИЕ АТОМА, ИЛИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ МЕЧТЫ АЛХИМИКОВ

Разложение атома на протон, электрон, фотон и т. д. не удовлетворило честолюбия современных физиков. Вступив на путь исследования, они не захотели ограничиться тем, чтобы лишь заглянуть внутрь атома и определить его состав и строение; любопытство и научное рвение подталкивали их к тому, чтобы разъединить и вырвать электронные частицы из атома! И что же произошло? Но прежде обратим внимание на элементы.

Материя подразделяется на различные элементы, такие как водород, кислород, олово, висмут, гелий, железо, золото, платина, радий и т. д. Всего их девяносто два. Один молодой и очень многообещающий физик, умерший преждевременно, разделил эти элементы по числу содержащихся в них электронов. Он начал с водорода, имеющего один протон и один электрон, и закончил ураном, имеющим девяносто два электрона.

Когда мы говорим об элементе пятидесятого класса или разряда, это означает, что он содержит пятьдесят электронов; элемент восьмидесятого разряда содержит восемьдесят электронов и т. д. Иными словами, все элементы, считавшиеся различными единицами, не имеющими отношения друг к другу, — как, например, золото и железо, — в действительности представляют собой одно и то же вещество, одну и ту же единицу; они просто имеют различное электронное строение. Чем больше электронов содержит атом, тем он тяжелее. Золото тяжелее железа, потому что его атомы содержат больше электронов, чем железо; платина тяжелее золота, потому что её атомы имеют больше электронов, чем золото. На самом деле в природе существует только один элемент, а всё различие состоит в плотности, или числе электронов, и в их расположении в различных атомах.

Мы часто слышали вопрос: «Что случится, когда непреодолимая сила встретится с неподвижным телом?» Говоря «непреодолимая сила», мы имеем в виду, что ничто в мире не может её остановить. А под «неподвижным телом» подразумевается, что это тело не может быть сдвинуто никакой силой. И теперь посмотрим, что произошло, когда физики попытались отделить электрон от атома, и какие методы были применены для достижения этой цели.

Неподвижное тело — это электрон, прикрепленный к своему материнскому атому безграничной энергией. В главе 9 специальной теории было сказано, что грамм угля содержит достаточно энергии, чтобы поднять все здания Большого Нью-Йорка на высоту небоскрёба «Эмпайр Стейт Билдинг». Если бы мы могли отделить эту тайную связующую силу или энергию, содержащуюся в атомах одного килограмма угля, мы могли бы разнести весь наш земной шар в клочья. Из этого легко представить, как трудно удалить электрон из его обители. Против этого неподвижного тела была применена непреодолимая сила, а именно — обстрел миллиардами и триллионами электронов других элементов. Когда один электрон сталкивается с другим, оба уничтожают друг друга, образуя либо электрическую волну, либо нечто иное. Но атом, потерявший один, два или больше электронов, превращается в иную единицу. Мечта тысячелетий осуществлена: превращение или переход одного элемента в другой.

В одной из галерей библиотеки на Пятой авеню в Нью-Йорке висит картина, изображающая превращение железа в золото алхимиком. Французский король, его министры и знаменитые учёные

наблюдают за этой процедурой, происходящей в каком-то тайном покое королевского замка. Сколько шарлатанов, магов, обманщиков и лжеучёных пытались на протяжении всех этих столетий убедить мир в своей способности превращать железо в золото! Что знали они о науке XX века, что знали они о взрыве атомов? Сэр Исаак Ньютон, великий учёный, был членом тайного алхимического общества. Если бы он только мог увидеть осуществление своей мечты!

## 18. ЗВЁЗДНЫЙ ЖАР, СОЗДАВАЕМЫЙ В СЕРДЦЕ АТОМА<sup>18</sup>

### **НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ, ЗАМЕНЯЮЩАЯ ТЕОРИЮ «РАЗБИТОГО» АТОМА, ДАЁТ «КОМПАС АЛХИМИИ»**

Создание в лаборатории внутри атомных ядер температур в **10 000 000 000 градусов**, то есть в **250 раз выше**, чем оценка сэра Артура Эддингтона для температуры внутри Солнца, и равных температуре внутренностей самых горячих звёзд, было сегодня описано на заседании Американского физического общества в Национальном бюро стандартов.

Сэр Артур оценивает температуру внутри Солнца в **40 000 000 градусов** по абсолютной шкале, тогда как А. А. Милн, выдающийся оксфордский космолог, определяет её в **10 000 000 000 градусов**. Специалисты по атомной физике склонны считать, что, хотя цифра Милна, возможно, слишком высока, она всё же ближе к истинной температуре, чем цифра Эддингтона.

Было сообщено, что температуры, существующие в недрах звёзд, создаются в лаборатории профессором Г. А. Бете из Корнеллского университета, одним из ведущих мировых специалистов по атомной физике, в процессе бомбардировки ядер атомов мощными атомными снарядами, состоящими из дейтронов — ядер тяжёлых атомов водорода.

### **ЯДРО АТОМА «ПАРИТ»**

Искусственно создаваемые наукой звёздные температуры, по сообщению профессора Бете, существуют невероятно короткое время. Если вы выстрелите дейтроном из атомной пушки с энергией в **5 000 000 вольт**, то один миллион вольт этой энергии пойдёт на то, чтобы нагреть всё ядро, сердце обстреливаемого атома, до **десяти миллиардов градусов**. Но эта температура продержится лишь **одну сотую миллиардной миллиардной доли секунды**.

В течение этой непостижимо малой доли секунды ядро атома ведёт себя подобно кипящей воде, испаряющейся в пар. «Паром» в данном случае является нейтрон — атомная частица, не несущая электрического заряда. Если исходный дейтронный снаряд имел достаточно энергии, то вслед за нейтроном вылетит альфа-частица с энергией в **10 000 000 вольт**. Альфа-частица — это ядро атома гелия, состоящее из двух нейтронов и двух протонов, следовательно, несущее два положительных электрических заряда и четыре единицы атомной массы.

Подобно тому как испаряющаяся молекула воды уносит с собой больше тепловой энергии, чем составляла её первоначальная доля в воде, оставляя воду после испарения более холодной, точно

---

<sup>18</sup> В тот самый день, когда эта книга была сдана в печать, профессор Х. А. Бете из Корнеллского университета, один из крупнейших мировых авторитетов в области атомной физики, прочитал группе физиков эту чрезвычайно интересную лекцию. У автора уже не оставалось времени изложить её в более простом виде.

так же нейтрон, испаряющийся из ядра при температуре в **10 000 000 000 градусов**, уносит с собой больше энергии, чем первоначально имел как часть ядра, заявил профессор Бете.

Измерения показывают, сообщил он, что нейтрон, испаряющийся из ядра вследствие чудовищной температуры, уносит с собой полностью половину созданной тепловой энергии, а именно **5 000 000 000 000 градусов**. Это «охлаждает» ядро до температуры **5 000 000 000 градусов**.

Это «охлаждённое» состояние, как сообщил профессор Бете, длится гораздо дольше, чем первоначальная высокая температура. Время существования этого «более холодного» состояния составляет **одну десятую миллионной миллионной доли секунды**, а иногда может продолжаться до **одной десятой миллиардной доли секунды**.

Первые **5 000 000 000 градусов** необходимы для того, чтобы вырвать нейтрон из остальной части ядра. Это означает, что освобождённый нейтрон получает за собой ужасающую кинетическую энергию в **5 000 000 000 градусов**.

Ядра, или сердца, атомов состоят из нейтронов — нейтральных атомных частиц — и протонов, атомных частиц, несущих одну единицу положительного электрического заряда. Атомные ядра упакованы настолько плотно, что заключают в себе **99 процентов всей массы вселенной**. Их плотность столь велика, что если бы частицы, составляющие человеческую руку, были упакованы столь же плотно, то она весила бы **миллион миллионов тонн**.

### ***ВЕЛИКИЙ ЖАР ОСВОБОЖДАЕТ НЕЙТРОН***

Плотность возрастает с утяжелением элементов, хотя и не прямо пропорционально их массе. Например, свинец имеет массу в **207 раз** большую, чем водород, но радиус его ядра лишь в **три раза** больше радиуса ядра водорода. Радиус меньших ядер составляет **четыре десятых миллионной миллионной доли сантиметра**, тогда как радиус больших и тяжёлых ядер составляет **одну и две десятых миллионной миллионной доли сантиметра**.

Именно из-за этой огромной плотности и чудовищной энергии, удерживающей атомные частицы вместе внутри ядра, требуется температура в **5 000 000 000 градусов**, чтобы вырвать из ядра хотя бы один нейтрон.

Создавая внутри атомных ядер температуры в **десять миллиардов градусов**, профессор Бете указывает, что один грамм обычной поваренной соли можно было бы превратить в искусственно радиоактивный элемент, эквивалентный **одному миллиону граммов радия**. А поскольку радий теперь продаётся по **50 000 долларов за грамм**, такой превращённый грамм поваренной соли соответствовал бы **50 000 000 000 долларов** в радии.

Целый грамм такого вещества, по словам профессора Бете, стал бы самым мощным веществом на Земле, но был бы настолько опасен в обращении, что в настоящее время никто не решился бы производить его в таком количестве.

Было указано, что **одна миллионная грамма** этого искусственного «соляного радия» эквивалентна **целому грамму природного вещества**. Такие количества уже производятся в Калифорнийском университете профессором Эрнестом О. Лоуренсом, где ныне находится самая мощная в мире атомная пушка, известная как циклотрон, или атомная «карусель».

Работа профессора Бете подтверждает и развивает далее недавние открытия профессора Нильса Бора из Копенгагена, создателя знаменитой модели атома Бора, за которую он был удостоен Нобелевской премии. Вклад докторов Бора и Бете обещает перевернуть современные представления об атомной теории и дать совершенно новую картину того, что происходит за кулисами атомного мира.

До сих пор повсеместно считалось, что, когда ядро атома поражается мощным атомным снарядом, ядро разбивается, и из обломков разнесённого ядра вылетают атомные осколки.

Согласно исследованиям доктора Бора и доктора Бете, эта картина больше не подтверждается. Вместо того чтобы быть разбитым энергией снаряда, ядро в действительности «кипятит», и атомные частицы выделяются из него в процессе испарения при температуре в десять миллиардов градусов.

С этой новой картиной доктор Бете смог снабдить физиков новым «компасом алхимии», прокладывающим новый путь по опасным морям для судов, несущих сокровища новых элементов, созданных из старых.

Ибо именно число нейтронов и протонов внутри ядра определяет, каким является данный элемент. Если удалить хотя бы один протон из ядра ртути, например, ртуть превратится в золото. И наоборот, если прибавить протон к ядру золота, оно превратится в ртуть. Тем же путём можно превращать и другие элементы друг в друга.

С другой стороны, прибавление или удаление нейтрона из ядра элемента не изменит сам элемент, а создаст изотоп, или «двойника», того же самого элемента, который будет отличаться лишь на одну единицу атомной массы.

Это известно уже некоторое время, но картина того, что происходит внутри ядра в процессе превращения, совершенно отличалась от нынешней картины, сложившейся в результате приключений Бора и Бете в атомной стране чудес.

Старая картина может быть пояснена аналогией с каплями воды, разбрызгиваемыми из кастрюли, когда в неё бросают некий снаряд.

Новая картина показывает, что капли воды не разбрызгиваются, а испаряются под действием чудовищного жара, подобного тому, что существует только в недрах звёзд.

Подобно тому как человек, желающий превратить воду в пар, лучше достиг бы цели, зная, что единственным средством для этого является тепло, так и новое знание о том, что для превращения элементов необходимо испарение ядер, как ожидается, сделает возможными ещё большие успехи современной алхимии.

## ***САРНОФФ ПРЕДСКАЗЫВАЕТ ПОЛЬЗУ***

Дэвид Сарнофф, президент Радиокорпорации Америки, выступил сегодня вечером перед физиками на ужине в отеле «Роли» с речью, в которой предсказал, что работа такого рода, как труды доктора Бете и его коллег-физиков, даст новые источники энергии, новые способы связи, новые средства лечения страшных болезней и многие другие бесчисленные блага для человека.

«В использовании нами частиц атомной системы, — сказал господин Сарнофф, — мы стоим сегодня там, где стояли ранние астрономы при исследовании небес. Они изучали планеты и звёзды, которые казались им ближайшими небесными телами.

В нашем знании об атоме мы сперва открыли и использовали отрицательный электрон — самый внешний и наиболее доступный структурный элемент и в известном смысле тот, что ближе всего к нам. Когда-нибудь мы узнаем больше и, несомненно, научимся использовать и некоторые другие элементарные ядерные частицы, открытые в последние годы — протоны, нейтроны, позитроны, дейтроны и их различные сочетания.

Эти новые открытия, в свою очередь, могут дать нам новые электронные лампы, новые источники энергии, новые способы передвижения и связи, новые производственные процессы, новые формы освещения, новые средства лечения страшных болезней, новые пути к здоровью.

Новое искусство телевидения делает успехи. В течение последних десяти месяцев мы передавали экспериментальные телевизионные программы с башни “Эмпайр Стейт” в Нью-Йорке на приёмники, находящиеся в руках инженеров в наблюдательных пунктах по всей городской области. Мы полагаем, что достигнуты приемлемые стандарты чёткости изображения, с которыми можно будет согласовать работу передатчиков и приёмников».



В этом состоит сущность квантовой теории. Больше неспециалисту говорить не следует, потому что это чрезвычайно сложный предмет, связанный с проблемами новой физики. Он переплетается с волновой механикой, со строением атома, с астрономией и даже со строением всей вселенной. Энергия является центральным, основным вопросом нашего мира, а квантовая теория есть анализ поведения энергии.

Квантовая теория Планка воспламенила ум Эйнштейна. С дерзновением, свойственным его гению, он расширил построения Планка, который ограничил свои расчёты и выводы лишь определённой областью деятельности материи и излучения. Планк не осмелился — или не обладал достаточной силой воображения — выйти за пределы круга своих квантов. Эйнштейн же постулировал квантовый характер всей вселенной, то есть то, что явления природы ведут себя согласно квантовой теории. Но, как уже было сказано, изучение квантовой теории и энергии атомных явлений необычайно сложно, и она была упомянута здесь лишь потому, что Эйнштейн счёл её настолько важной, что уделил ей всё своё внимание в исследовании фотоэлектрического потока электронов.

## 20. КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ

В одной книге по еврейской мифологии и оккультизму один из мудрецов задаёт следующий трудный вопрос: «Если Бог сотворил вселенную и всё космическое творение пребывает в совершенном состоянии, то чем Он всё это время занимался в часы досуга?» Другой мудрец отвечает: «Бог никогда не пребывает в покое; Он строит, разрушает и вновь строит вселенные».

Учёные нашей эпохи пришли к тому же выводу, но в более научной форме. Профессор Милликен заявил, что космические лучи возникают при уничтожении материи. Но этим заявлением он отказался от своего прежнего утверждения. (Долгое время он придерживался взгляда, что энергия, или материя, восполняется при построении атомов.)

Вальдемар Кемпферт, заведующий научным отделом *New York Times*, обладает исключительным даром популяризировать и истолковывать тёмные высказывания учёных. Господин Кемпферт доказывает, что Милликен вовсе не противоречит самому себе. Но прежде чем попытаться внести порядок в кажущиеся хаотическими заявления профессора Милликена, лучше познакомить читателя с различными теориями, касающимися космических лучей.

Существуют различные виды лучей: лучи видимого света, рентгеновские лучи, электромагнитные лучи, ультрафиолетовые лучи и многие другие. Длина волны каждого из этих лучей известна. Они простираются от сотен миль до одной триллионной доли сантиметра.

Около тридцати лет назад было обнаружено, что некие лучи проникают через герметически закрытый металлический ящик толщиной в несколько сантиметров. Возник вопрос: откуда исходит это таинственное излучение и какова его природа? Была поднята общая тревога. Физики всего мира с жаром принялись строить догадки. Они пришли ко всякого рода диким заключениям, кроме истинного. После долгих и мучительных поисков было наконец окончательно установлено, что эти лучи приходят к нам из некоего межзвёздного пространства и возникают в процессе построения атомов.

Их длина волны почти равна длине так называемых гамма-лучей радия, а именно одной триллионной доли сантиметра. Эти лучи были названы **космическими лучами**, от слова *космос*, означающего вселенную. Каким образом возникают эти космические лучи, было и остаётся предметом догадок.

Милликен и его сторонники считают, что космическое излучение вызывается энергией, остающейся в виде свободной энергии после того, как электроны оказываются теснее упакованы в атоме. В ходе этого процесса некоторое количество избыточной энергии выталкивается наружу, устраняется и начинает своё путешествие по всей вселенной.

Профессор Комптон выдвигает иное объяснение. Доктор Цвикки из Калифорнийского технологического института приписывает космическое излучение образованию новых звёзд — нов. (Время от времени на нашем небе открывают новые звёзды, прежде не видимые, и эти звёзды

называются новыми.) Во всяком случае, эти лучи возникают либо при образовании, либо при разрушении материи где-то в пространстве.

На первый взгляд кажется, будто между этими теориями нет существенного различия. Материя либо уничтожается, либо вызывается к существованию, а результатом становится образование космических лучей. Но это вовсе не так. Напротив, между этими школами лежит огромная разница. Те, кто говорит об уничтожении материи, имеют в виду абсолютное разрушение: превращение материи или энергии в волны, которые уже никогда больше не образуют ничего иного, то есть материя обращается в ничто. Они полагают, что природа изменяется только в одном направлении. Они также верят, что энергия, от которой зависит существование человечества, навсегда уничтожается. Это так называемый **второй закон термодинамики**, или выравнивание температурных градиентов, происходящее во всех процессах природы. Иными словами, это означает, что вся вселенная после эонов лет умрёт естественной смертью. Какой печальный вид! Абсолютная смерть вселенной. Но новейшие работы Милликена и многих других о происхождении космического излучения самым решительным образом отрицают второй закон термодинамики по отношению к нашей вселенной.

И теперь, что касается кажущегося противоречия у Милликена, мы должны снова напомнить читателю об уравнении Эйнштейна, а именно:

$$E = MC^2.$$

Это уравнение говорит нам, что энергия может быть превращена в массу, так же как масса может быть превращена в энергию.

Согласно Эйнштейну, в природе не может быть абсолютного уничтожения. Есть лишь изменение или превращение массы в энергию либо энергии в массу. Это подобно обычному процессу конденсации, о котором знает каждый школьник: когда температура повышается, вода превращается в пар; пар снова превращается в воду, когда сталкивается с холодным воздухом. Господин Кемпферт указывает, что для Милликена, который является большим сторонником Эйнштейна, создание и уничтожение материи тождественны. Это лишь процесс превращения твёрдого вещества в электрическую волну, содержащую то же количество энергии, которое твёрдое вещество содержало до превращения.

Во всяком химическом, физическом и астро-математическом споре Эйнштейн приходит на помощь. Именно поэтому и была добавлена эта глава о космических лучах. Микрокосмический мир — атом и электрон — и макрокосмический мир — звёзды и туманности — подчиняются одному и тому же закону. Всё это согласовано между собой, и всё должно вписываться в релятивистскую систему теорий Эйнштейна. Согласно Эйнштейну, эта вселенная есть колоссальный, гигантский механизм. Гармония и единство — первый закон природы.

Каждая часть и каждая частица этой структуры должна совершенно согласовываться с остальными частями.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ I

Быстрые открытия в физике не только изменили физические представления нашего времени, но и вызвали полную и глубокую революцию в области философии. Всё сонмище учёных Древней Греции было бы поражено; Фалес, Зенон, Анаксимандр, Левкипп, Демокрит и все прочие, вплоть до Коперника, Галилея и Ньютона, были бы ослеплены блеском современной науки. Возможно, Гераклит сказал бы: «Я ведь вам говорил», потому что в своей книге «**О природе**» он учит, что всё едино; а также все метафизические спекулянты и философы, от Аристотеля до Лейбница, Канта и Гегеля, были бы поражены тем превращением, которое произошло в пределах философии. Все или почти все их аксиомы отправлены в чулан для старья.

Возьмём, например, аксиому: «Вещь находится там, где она находится». Но действительно ли вещь находится там, где она находится? Нет. Современная физика это отрицает; всё во вселенной пребывает в непрерывном движении. Или другую аксиому: «Чтобы вещь могла перейти из одного места в другое, она должна пройти через промежуточное пространство, и для этого требуется конечное количество времени». Верно ли это в случае электрона? Конечно нет. А если рушится аксиома, основание, то и всё здание, естественно, падает набок. Какая революция!

Наука больше не основывается на философии; напротив, философия основывается на науке. Более того, наука возникает из интуиции, а не из спекуляции, как это мы видим на примере Эйнштейна. Философия в старом смысле слова — табу. Когда открываешь книгу по философии, тебя больше не встречают вопросы вроде «робости души» или кантовского «категорического императива».

Сознание и бихевиоризм в свете теории относительности — вот современный вопрос. Или эйнштейновские эффекты, производимые пространством и временем в биологическом строении организма, иными словами — **биологическая относительность!**

В области психологии учёные говорят о **психологической относительности**. Психическая жизнь, возникающая в мозговом механизме, зависит от впечатлений на сетчатке, которая проводит их по квадриллионам или квинтиллионам каналов и трубочек к мозгу в виде электрических токов.

Профессор Герман Вейль, один из крупнейших учёных наших дней, в своей книге «**Разум и природа**» пишет: «Здесь мы соприкасаемся с загадочной двойственной природой “я”, а именно с тем, что я — и то и другое: с одной стороны, реальный индивид, совершающий реальные психические акты, тёмное, стремящееся и заблуждающееся человеческое существо, заброшенное в мир и в свою индивидуальную судьбу; с другой — свет, созерцающий самого себя, интуитивное видение, в сознании которого, исполненном образов и наделяющем смыслом, раскрывается мир».

Интуитивное видение основано на принципе быть одновременно и действующим лицом, и зрителем. Другие идут ещё дальше. Они говорят о сознании как о новом измерении. И все эти теории, гипотезы и философские изречения основаны на аспектах и понятиях новой физики.

Современная физика стала основой современной философии. Эта перемена сравнима с переменной способов передвижения — от времён лошади и экипажа к эпохе электричества и бензина. Насколько быстрее и удобнее мы движемся и ведём свои дела после этой перемены! Но при всём том материалистический взгляд не господствует. Напротив, современная философия принимает скорее духовный облик, и отход от материалистического истолкования даже чрезмерен. Даже физиков обвиняют в научных уклонениях. Поведение электронов заставило их обратиться к теологии в поисках объяснения. Эти электроны, движущиеся по своим орбитам со скоростью 160 000 миль в секунду, иногда подчиняются законам физики, а иногда отказываются это делать. Из этого странного поведения электронов Джинс выводит существование верховного математика, поскольку электроны ведут себя в соответствии с законами физики.

Эддингтон же, с другой стороны, постулирует некое религиозное сознание на основании того, что электроны после определённого момента уже не ведут себя согласно физическим законам. Милликен верит, что «Творец всё ещё за работой». Эддингтон замечает, что «робкий довод науки в пользу существования Бога с таким же успехом мог бы быть обращён в довод в пользу существования дьявола». Эти звёзды науки упрекали в том, что они превращаются в агностиков и мистиков. Их смущают и ставят в тупик явления природы, упорно скрывающей своё истинное устройство.

Сам Эйнштейн признаётся, что смотрит в природу лишь «через замочную скважину» и стремится «приподнять крошечный край завесы, скрывающей от нас глубины реальности». Эйнштейн, по видимому, довольствуется малым, раскрытием самого маленького клочка завесы, и не теряет душевного равновесия. Вероятно, он смирился с тем, что мы никогда не узнаем истинной природы природы.

Эддингтон же, напротив, возмущён: «Мы свернули за угол на пути прогресса, и наше невежество предстало перед нами во всём своём ужасающем и настойчивом виде. Природа успешно скрыла свою основную тайну от столь могучих умов, как наши». Этот вопль Эддингтона напоминает «**Вспышку отчаяния**» Коцебу, известного немецкого писателя примерно полутора вековой давности. Это стихотворение — выражение отчаяния перед невозможностью добраться до сути вещей. Он так изливает свои чувства: «Откуда я и почему я здесь среди тигров и львов?» (Шелли, более учёный и научный, прибавляет: «Какой сцены — актёры или зрители?»)

Особенно именно **двойственность** в природе была замечена в неравномерном движении, или «скачках», электрона и в излучении света. Если в природе существует единый закон, то и макрокосмическое, и микрокосмическое поведение материи должны подчиняться одному и тому же закону. В макрокосмическом мире Солнца являются центрами своих планетных систем, и все их планеты движутся по предписанным орбитам через определённые промежутки; они никогда (?) не сходят со своих путей, иначе произошла бы катастрофа. Атом же, будучи частью материи, пусть даже бесконечно малой, должен вести себя таким же образом. Электроны должны обращаться вокруг своих солнц, протонов, и по определённым орбитам, и никогда не менять мест. Но они меняют, и делают это крайне загадочным образом.

Свет тоже ведёт себя весьма странно.

Излучение иногда носит корпускулярный характер, то есть выглядит как бесконечно малые частицы материи, а иногда представляет собой волны, вовсе не обладающие свойствами материи. Во время различных затмений наблюдалось и было подтверждено вне малейшего сомнения, что свет, или излучение, приходящее к нам от звёзд, искривляется под влиянием «гравитационного» воздействия Солнца. Другие лучи так себя не ведут. Далее, если излучение происходит то как корпускулы, то как волны, значит, вселенная состоит не только из материи, но и из волн. Этого вполне достаточно, чтобы сойти с ума. Ничего удивительного, что такие учёные, как Эддингтон или Комптон, начинают колебаться и склоняться к мистике.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ II. ПРИЧИННОСТЬ ИЛИ СЛУЧАЙ, ДЕТЕРМИНИЗМ ИЛИ СВОБОДНАЯ ВОЛЯ?**

Ещё до времён Аристотеля философы размышляли над тем, управляется ли наш мир детерминизмом, или предопределением, либо же он подчинён принципу неопределённости и случайности. Предусмотрено ли всё некоей верховной интеллектуальной силой или искусным математиком и инженером, который всё продумал и спроектировал, или же всем управляет закон случая? Существуют ли прочные, хорошо установленные законы причины и следствия, или этот мир есть мир хаоса и анархии? Светит ли солнце и мерцают ли звёзды потому, что им было предписано это делать, или это лишь случайность, возникшая из цепи иных случайностей? Является ли всё творение результатом замысла некоего верховного мастера, как говорит нам Библия, или это нечто иное? Есть ли оно вообще, или его нет?

Спекулянты всех этих столетий лишь блуждали во тьме и не имели никакой опоры для своих предположений. Мнение одного было столь же хорошо или столь же плохо, столь же вероятно или столь же невероятно, как мнение другого. Не существовало никакой положительной, конкретной науки, которая поддерживала бы ту или иную точку зрения. Это было делом расщепления волос, делом метафизики, что бы это слово ни значило. Сегодня же всё совершенно иначе. Математики заново построили здание вселенной.

Древние греки изображали мир как огромный шар, покоящийся на плечах физического гиганта, бога Атласа. Но Атлас мёртв! Его раздавило то огромное бремя, которое ему приходилось держать. На помощь должны были прийти новые, умственные гиганты. Они воздвигли крепкие столпы, покоящиеся на основаниях, сделанных из атомов и электронов, чья сила простирается далеко в отдалённые сферы, в бесконечное пространство. Но главные инженеры нового мира объявили также, что некоторые части этого механизма неподвластны контролю и никогда не будут ему подчинены. Положение и скорость электронов не могут быть установлены одновременно. И их приговор вполне оправдан. Электроны не знают ни закона, ни порядка. Создатель этого сложного произведения — если таковой существует — возможно, и сам не в силах был бы установить это; и если бы эти электроны были наделены разумом, они тоже не знали бы, где окажутся в следующей доли миллионной доли секунды.

Всё зависит от случая и вероятности. Это подобно подбрасыванию монеты: никакой закон не установит заранее, упадёт она орлом или решкой. Таково состояние современной физики. И нет никаких оснований ожидать перемены. Приговор окончателен, апелляции не подлежат, потому что вынесен высшей инстанцией. Нет трибунала выше закона случая. Никакой закон не может установить, взойдёт ли завтра солнце или послезавтра. Это только закон случая и вероятности. Нагреется ли вода в горшке или чайнике, если поставить его на огонь? Вероятно, нагреется, но, согласно поведению электронов, существует отдалённая возможность, что не нагреется.

Такова картина мира сегодня и на все времена вперёд. Как же тогда может существовать предопределение? Как мог кто-либо заранее устроить и предписать ход вещей? Как могла наша доля на этом земном шаре быть предопределена? Мы можем быть уродливыми, можем быть красивыми; можем быть бедными, можем быть богатыми; можем быть умными, можем быть идиотами; можем

быть святыми, можем быть убийцами. Всё зависит от случая. Наделены ли мы свободной волей? Разумеется, нет. Наша жизнь — не что иное, как процесс импульсов, случайностей и вероятностей. Следовательно, нет ни предопределения, ни свободной воли.

Все эти философы сражались напрасно. Их тезисы и антитезисы лопаются, как мыльный пузырь! Напрасно они провозглашали свои законы и выводы. Одна школа столь же неверна, как и другая. Невольно вспоминается знаменитое стихотворение Гейне «Диспут». Таков конец долгой борьбы, длившейся столетия.

### ПРИЛОЖЕНИЕ III

В двенадцать лет я читал Талмуд, великую антологию раввинистического толкования Ветхого Завета. В ходе своих занятий я познакомился с учением величайшего из всех средневековых еврейских учёных, Моисея бен Маймона, известного христианскому миру как Маймонид. Подобно тому как итальянец Фома Аквинский и англичанин Дунс Скотт тщетно пытались примирить Аристотеля с церковью, так и Маймонид стремился примирить аристотелевскую логику с основными предписаниями Ветхого Завета. Он был великим почитателем Платона и Аристотеля и в своей склонности к философии этих древних мужей упустил из виду тот факт, что эллинизм и иудаизм всегда находились в разладе и что мозаическое мировоззрение и философская направленность совершенно отличны от эллинистических. Вопреки всякой логике он тщетно старался доказать, что, несмотря на то что одним из атрибутов Бога является всеведение, свободная воля всё же врождена человеку.

Его философия не пришлась мне по душе, потому что в ней ничего не сходилось. Бедный Маймонид! Ваше сочетание предопределения и свободной воли разбито вдребезги и до неузнаваемости. Непостижимость его философии заставила меня полностью от него отказаться. Но это встревожило меня, и я решил копать глубже в надежде докопаться до истины.

Моисей Мендельсон, пытавшийся теснее связать иудаизм с внешним знанием, стал моим следующим разочарованием. Когда я читал его «Федона» о бессмертии души, я так рассердился и вышел из себя, что швырнул книгу в корзину для бумаг.

Моей следующей целью было ознакомиться с областью мысли самых выдающихся английских, французских и немецких философов: Бэкона, Декарта, Бюффона, Локка, Лейбница, великого еврея Спинозы, Вольтера, Канта, Гегеля, Шопенгауэра и многих других.

Пока я углублялся в изучение глубоких мыслей этих великих людей, меня почти доводил до безумия вопрос: «Сколько существует систем, методов, способов, порядков, схем и подходов в философии этих великих людей? Кто прав? Кто неправ? Где истина?» Истина может быть только одна. Если один прав, значит, другой должен быть неправ! Так что же есть что и что есть которое? К какому выводу я пришёл? Что все они неправы. И я решил посвятить остаток своей жизни науке, конкретной науке. Тезис, антитезис, синтез, индукция, дедукция и вся прочая философская терминология больше никогда меня не беспокоили.

Во всех этих философиях я нашёл множество умственного хлама. Ни одна из этих идей не является врождённой или вечной; все они основаны на среде и на различных внешних факторах. Когда я читал Гегеля об Абсолютном Я, моё внимание особенно привлекла его великолепная концовка: «Представление самого Бога таким, каков Он есть в Своей вечной сущности, до сотворения природы и конечных умов». Обратите внимание на эти слова: «Бог до сотворения природы». Эти слова — выражение гения, ум которого был одурманен какой-то неизвестной причиной!

Никто не станет отрицать, что Ницше был гением первой величины; но, если судить его по его философии, он был одним из самых отвратительных и мерзких человеческих образцов. Его богом

был Сверхчеловек. Цель жизни для него — не человечество, а Сверхчеловек, независимо от добра и зла. Демократия и возвышение женщины были идеями, которые он ненавидел. Он делит мир на солдат и властителей. Так он рассуждает. Есть ли истина в его философии?

Верна ли картина мира, которую даёт нам Шопенгауэр? Она состоит из противоречий и парадоксов. В своём «**Мире как воле и представлении**» он показывает или пытается показать, что половая воля есть стремление вернуться к прежнему состоянию единства, на пути назад к более ранней стадии безжизненности или смерти. Это вовсе не так, поскольку более чем очевидно, что половая воля, пользуясь его словами, есть желание увековечить самого себя. Тем не менее его труд — шедевр, сокровище человеческого рода. Как гений, он заслуживает величайшего уважения; но в отношении его философии на него следует смотреть совсем под другим углом! Было установлено, что в его роду были полубезумные. Он пережил мучительную семейную жизнь. Затем — его добровольное уединение. Когда человек отвергает половое влечение, которое есть сама природа, он, естественно, болен умом и почти безумен. Я воспользуюсь его же словами для сравнения: «Книги — как зеркало: если в них смотрит осёл, нельзя ожидать, что оттуда выглянет ангел».

Когда в зеркало смотрит иррациональный философ, он не может ожидать, что оттуда выглянет рациональный. И так же обстоит дело со многими другими. Как верны слова Глории Годдард: «Всякая философия основана на желаниях и антипатиях её проповедников». Но в изучении философии есть и примиряющий момент: она послужила средством, инструментом, заставившим великие умы мыслить. Не имея собственной внутренней ценности, она тем не менее выполнила своё назначение. Но как средство нахождения истины она — полный провал.

Истина требует ясности, устранения малейшего сомнения. Одна лишь интуиция ничего не значит. Эйнштейн, получающий интуитивные озарения, разрабатывает их и вводит в мир науки посредством математических уравнений, которые затем подтверждаются накопленными данными, проверяются телескопическими исследованиями и наблюдениями, а также результатами в лаборатории. И тогда следует согласие мнений. Иногда некоторые учёные не вполне с ним согласны; но после тщательного исследования и мелких поправок все они соглашаются, что это и есть истина и ничего кроме истины.

Математика, физика и химия — единственная **terra firma**, на которую опирается философия XX века. Одна лишь индукция никогда не будет достаточной; рассуждать от предвзятых теорий к фактам — положительно ошибочно. Индукция, то есть рассуждение от фактов и явлений к обобщающим объяснениям, — такова направленность современной философии, основанной на новейших данных астрономии и физики.

## ПРИЛОЖЕНИЕ IV

### ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ВЫВОДЫ

Я изучил философию,  
и право, и медицину,  
а также, увы, теологию —  
всю, от начала до конца, с усердием.  
И вот я, бедный глупец, при всей своей учёности  
стою не мудрее, чем прежде.

Гёте, «Фауст»

Человек сегодня поднялся на невиданные высоты, чтобы исследовать неведомое. Его единственное стремление — раздеть вселенную, сорвать с неё покров и увидеть Госпожу Истину в её очаровательной наготе или — в её отвратительном безобразии.

Постигнуть законы природы, раскрыть тайны творения — такова была мечта нашего рода в течение многих тысячелетий. Но даже достичь малейшей доли этой цели остаётся благочестивым желанием. И сегодня, в эпоху электронов, в эпоху квантов и волновой механики, в период измерения корпускул света и космических лучей, этих бесконечно малых существей природы, — что же происходит сегодня?

Что происходит сегодня, когда вещи видят не только посредством математического разьяснения, но и с помощью гигантских телескопов, проникающих в пространство на сотни миллионов световых лет? Знаем ли мы что-нибудь больше о реальности природы? Видим ли мы реальность или только проецируемые тени на стене? Удалён ли хотя бы один из миллиардов барьеров, которые преграждают доступ к тайнам природы? Был ли вообще достигнут хоть какой-то прогресс в попытке найти истину? Удалось ли нашим учёным создать хотя бы самую примитивную вещь — частицу ткани? Могут ли они соединить сперматозоид и яйцеклетку человека в инкубаторе, чтобы произвести другого человека? Способны ли они воспроизвести процесс эмбрионального питания? Знают ли они, что такое жизнь?

Я вспоминаю одну цитату из **Patrologia Latina**. «Nous», или Мировой Дух, говорит: «Я — та высшая и огненная сила, которая испускает все искры жизни. Я — та любящая и огненная сущность вещества, которая сияет в красоте полей. Я поддерживаю дыхание всего живого. Я пронизываю всё, чтобы ничто не умирало. Я — Жизнь». Жизнь была, есть и навсегда останется тайной. Все наши достижения сводятся к следующему превращению: в предшествующие века философы старались быть учёными; сегодня наши учёные стараются стать метафизиками. Здесь вспоминаются слова Лессинга из «**Нагана Мудрого**»: «Плохая это перемена, когда голова хочет играть роль сердца, а сердце — роль головы».

Жизненная цель Эйнштейна — объединение причин света, магнетизма и земного притяжения. Быть может, ему это удастся; быть может, это удастся кому-то другому после него. Но даже синтетическая формула всех явлений не откроет великой тайны жизни. Жизнь останется загадкой.

Но зачем тревожиться? Жизнь на нашей Земле — лишь временное дело. Основной закон, управлявший всей жизнью на этой Земле, — это закон смерти вида.

Книга под названием «Гибель творения» Дезидерия Паппа описывает странное будущее и конечную судьбу человека. Эта книга вызвала во мне мрачные воспоминания ранней юности, когда я читал книгу того же рода и пришёл в сильное уныние. Господин Папп хорошо осведомлён, и его утверждения основаны на новейших данных астрономии и физики. И он приходит к следующему выводу:

«...Итак, спустя миллионы и миллионы лет род человеческий исчезает со сцены, потому что больше не может воспроизводить себя. Спустя ещё миллионы и миллионы лет венец владычества падает на муравьёв. Стареющее солнце, лучи которого стали красными вместо жёлтых, сообщает им возрастание умственной силы и телесных размеров, что ведёт к великолепной цивилизации гигантских муравьёв, покрывающих землю сверхорганизуемой силой. Проходят миллионы лет, и остывающее солнце становится всё темнее, принося конец высокоорганизованной жизни и наступление эпохи странных одноклеточных форм растений и животных, пока наконец не останутся только бактерии. И даже они умирают в ледяном холоде позднейших эонов, который превращает в жидкость то, что когда-то было земной атмосферой. Последнее слабое сияние солнца гаснет, и, подобно кораблю смерти, чёрное холодное солнце дрейфует через пустыню пространства со скорбной свитой своих бесплодных планет».

Затем наступает последняя стадия, которую автор основывает на знаменитом астрономическом явлении февраля 1901 года:

«...И угасшее солнце, бесцельно странствуя в пространстве, врывается в огромное пространство газовых облаков; порождённый жар вызывает его взрыв, и одна за другой — Меркурий, Венера и Земля — растворяются в электроны в пожирающей силе этого солнца-шара. За ними следуют другие планеты, и солнечная система исчезает из вселенной».

Смерть солнечной системы!

Воистину правы слова Бёрне: «Ничто не вечно, кроме смерти; ничто не постоянно, кроме перемены».

Но что же касается самой жизни? Жизнь никогда не кончается. Если она прекращает существование на одной планете или в одной солнечной системе, она начинает существование на другой. Я, каким бы незначительным я ни был, не разделяю утверждения Эддингтона, будто органическая или животная жизнь не является главной целью природы. Тот факт, что на миллионах солнечных систем нельзя обнаружить никакого проявления жизни, вовсе не доказывает правоты Эддингтона. Эддингтон вынес свой приговор, опираясь на данные и факты, зарегистрированные лучшими телескопами. Но и лучшее — недостаточно хорошо. Нам нужно ждать новых открытий ещё более мощного и лучшего телескопа, который начнёт работать около 1940 года. На факты будет пролит новый свет, и мистеру Эддингтону, возможно, ещё придётся пересмотреть свой приговор. В пространстве могут существовать живые существа, наделённые гораздо более тонким и

совершенным разумом, чем наш. Они могут быть существами четырёх-, пяти- или многих иных измерений, и мы вовсе не можем быть с ними сопоставимы.

Одно, однако, неопровержимо: жизнь вечна.

Наши заботы должны исчезать, когда мы смотрим на усеянное звёздами небо, этот мир бесконечного чуда и красоты. Тридцать миллиардов звёзд, из которых наше Солнце — лишь одна единица, вращаются вокруг своего центра масс, точно так же, как Солнце вращается вокруг собственной оси. И это лишь одна система, одна галактика. А существует ещё миллиарды и миллиарды галактик беспредельной протяжённости.

Приходит ли когда-нибудь диктаторам этого земного шара в голову, что они — даже не черви, даже не доли одного-единственного электрона по сравнению с этим великолепным механизмом? Проникает ли когда-либо живая повесть неба в их надменные и диктаторские умы? Если бы проникала, они, конечно, почувствовали бы стыд и смирение и отказались бы от своих братоубийственных занятий. Я часто удивляюсь: отчего борются черви этой пятосортной планеты при второсортном солнце?

Превосходную картину ничтожности человека во вселенной даёт Вольтер в своём романе «**Микромегас**». Обитатель звезды Сириус по имени Микромегас посещает Землю. В ходе этого путешествия через межзвёздное пространство этот гигант ростом в пятьсот тысяч футов знакомится с жителем Сатурна. Этот сатурнианец горько жалуется на то, что жители Сатурна живут всего пятнадцать тысяч лет. Сатурнианцы, говорит он, едва начинают что-то понимать, как смерть вмешивается прежде, чем они успеют воспользоваться опытом.

Когда эти странные путешественники проходят над Средиземным морем, гость с Сириуса наклоняется, чтобы поднять корабль, который кладёт себе на ноготь большого пальца для осмотра, чем вызывает сильнейшую тревогу у пассажиров судна. Сирианец поздравляет земных существ с предполагаемым счастьем их мира. Но философ, находившийся среди пассажиров, говорит ему, что в ту самую минуту сто тысяч животных нашего собственного вида, человеческих существ, покрытых шляпами, убивают равное число своих собратьев, носящих тюрбаны.

«Негодяи! — воскликнул возмущённый сирианец. — У меня возникает большое желание сделать два-три шага и растоптать ногами всё это гнездо таких смешных убийц».

«Не трудитесь, — ответил философ. — Они и сами достаточно усердны в собственном уничтожении».

Так Вольтер выражает своё презрение к человеческой глупости. Перестанут ли они когда-нибудь сражаться, эти негодяи? Откажутся ли они когда-нибудь от своих политических, экономических, социальных и расовых различий? Изживут ли они когда-нибудь это представление о низшем и высшем из-за определённого цвета кожи или иной формы носа? Или же непременно нужен какой-нибудь сирианский гигант или космическая катастрофа, чтобы заставить их замолчать?

Это было бы ужасное трагикомическое зрелище, когда придёт конец и приливная волна смывает их всех с этой планеты. Некоторые из них, плывя и отчаяваясь, быть может, и тогда будут провозглашать: «Мы — подлинные арийцы». А затем огромная волна накроет их всех. И только тогда на земном фронте воцарится «полная тишина»