

Содержание

Предисловие	9
Благодарности.....	21

ЧАСТЬ I. Знакомство с пятым измерением

1. Миры за пределами пространства и времени.. 27
2. Математики и мистики..... 78
3. Человек, который «видел» четвертое измерение..118
4. Тайна света: колебания в пятом измерении160

Часть II. Объединение в десяти измерениях

5. Квантовая ересь..... 213
6. Реванш Эйнштейна 255
7. Суперструны281
8. Сигналы из десятого измерения.....330
9. До сотворения354

ЧАСТЬ III. «Червоточины»: ворота в другие вселенные?

10. Черные дыры и параллельные миры.....399
11. Создание машины времени..... 423
12. Сталкивающиеся вселенные 459

Часть IV. Повелители гиперпространства

13. За пределами будущего	495
14. Судьба Вселенной	548
15. Заключение	570
Примечания	611
Библиография и рекомендуемая литература	649
Предметно-именной указатель.....	652

*Завораживающе... Читатель ошеломлен, вдохновлен
и смотрит на мир в буквальном смысле новым,
революционным взглядом.*

THE WASHINGTON POST

Предисловие

Научная революция почти по определению противоречит здравому смыслу.

Если бы наши продиктованные здравым смыслом представления о Вселенной были верны, наука разгадала бы ее секреты еще тысячи лет назад. Цель науки — очистить предмет от внешних проявлений, обнажая скрывающуюся под ними сущность. Собственно, если бы видимость и сущность совпадали, потребности в науке не возникло бы.

Вероятно, наиболее укоренившееся представление о нашем мире, проистекающее из здравого смысла, — то, что наш мир трехмерный. Без лишних объяснений понятно, что длины, ширины и высоты достаточно для описания всех объектов в видимой нам Вселенной. Эксперименты с младенцами и животными подтвердили, что ощущение трехмерности нашего мира присуще нам с самого рождения. А когда мы прибавляем к трем измерениям еще одно — время, то четырех измерений хватает для описания всего происходящего во Вселенной. Где бы ни применялись наши инструменты — и в глубине атома, и на самых дальних границах скопления галактик, — мы нашли только свидетельства этих четырех измерений. Во всеуслышание утверждать иное, заявлять о возможном существовании других измерений или сосуществовании нашей

Вселенной рядом с другими — значит навлекать на себя насмешки. Тем не менее этому глубоко укоренившемуся предрассудку в отношении нашего мира, впервые взятому на вооружение древнегреческими философами два тысячелетия назад, предстоит пасть жертвой научного прогресса.

Эта книга посвящена революции в науке, которую произвела *теория гиперпространства*¹, утверждающая, что существуют и другие измерения помимо четырех общеизвестных измерений пространства и времени. Физики всего мира, в том числе несколько нобелевских лауреатов, все охотнее признают, что в действительности Вселенная может существовать в пространстве с более высоким количеством измерений. Если эта теория верна, она совершит концептуальный и философский переворот в наших представлениях о Вселенной. В научных кругах теория гиперпространства известна под названием теорий Калуцы — Клейна и супергравитации. В усовершенствованном виде она представлена теорией суперструн, которая даже предполагает точное число измерений — десять. Три обычных пространственных (длина, ширина, высота) и одно временное дополнены еще шестью пространственными.

Предупреждаем: теория гиперпространства еще не подтверждена экспериментально, и, в сущности, весьма затруднительно подтвердить ее в лабораторных условиях. Однако она уже распространилась, покорила крупные исследовательские лаборатории мира и бесповоротно изменила научный ландшафт современной

физики, породив ошеломляющее множество научно-исследовательских работ (по одним подсчетам — свыше 5000). Однако для неспециалистов почти ничего не написано, им не рассказали об удивительных свойствах многомерного пространства. Следовательно, широкие массы имеют лишь смутное представление об этой революции, если вообще имеют. Более того, бойкие упоминания об иных измерениях и параллельных вселенных в популярной культуре зачастую вводят в заблуждение. И это прискорбно, так как значение этой теории заключается в том, что она способна объединять все известные физические феномены в поразительно простую конструкцию. Благодаря данной книге впервые становятся доступными авторитетные с научной точки зрения и вместе с тем понятные сведения об увлекательных современных исследованиях гиперпространства.

Стремясь объяснить, почему теория гиперпространства вызвала такой ажиотаж в мире теоретической физики, я подробно рассмотрел четыре фундаментальные темы, которые красной нитью проходят через всю книгу. Этим темам соответствуют четыре части.

В части I я излагаю ранний этап развития теории гиперпространства, подчеркивая, что законы природы становятся более простыми и красивыми, если их записывать для большего числа измерений.

Для того чтобы понять, каким образом многомерность может упростить физические задачи, рассмотрим следующий пример: для древних египтян все, что связано с погодой, было полнейшей загадкой. Что вызывает

смену времен года? Почему становится теплее, если ехать на юг? Почему ветры обычно дуют в одном направлении? Невозможно было объяснить погоду, пользуясь ограниченными знаниями древних египтян, которые считали Землю двумерной плоскостью. А теперь представим, что египтян в ракете запустили в космос, откуда Земля видна как объект, движущийся по орбите вокруг Солнца. И ответы на все перечисленные ранее вопросы станут очевидными.

Тому, кто находится в космосе, ясно, что земная ось отклонена от вертикали примерно на 23° (при этом вертикаль перпендикулярна плоскости орбиты вращения Земли вокруг Солнца). Ввиду этого наклона северное полушарие получает гораздо меньше солнечного света при прохождении по одной части орбиты и больше — при прохождении по другой части. Поэтому на Земле есть зима и лето. И поскольку экваториальным областям достается больше солнечного света, чем областям вблизи Северного или Южного полюса, теплее становится по мере того, как мы приближаемся к экватору. И аналогично: поскольку Земля вращается против часовой стрелки (с точки зрения того, кто находится на Северном полюсе), северный, полярный воздух отклоняется в сторону, двигаясь на юг, к экватору. Таким образом, перемещение горячих и холодных масс воздуха, приведенных в движение вращением Земли, помогает объяснить, почему ветры обычно дуют в одном направлении — в зависимости от того, где именно на Земле мы находимся.

Словом, довольно смутные законы погоды легко понять, если взглянуть на Землю из космоса. Следовательно, для решения проблемы требуется *выйти* в космос — в *третье измерение*. Факты, непостижимые в «плоском мире», вдруг становятся очевидными, если рассматривать Землю трехмерной.

Законы тяготения и света тоже могут выглядеть так, словно между ними нет ничего общего. Они согласуются с разными физическими допущениями и математически рассчитываются по-разному. Попытки «срастить» эти две силы неизменно оказываются провальными. Но если мы добавим еще одно измерение — *пятое* — к предыдущим четырем (пространству и времени), тогда формулы, определяющие свет и тяготение, сойдутся, как два фрагмента головоломки. По сути, свет можно объяснить как вибрации в пятом измерении. При этом мы убедимся, что законы света и тяготения упростятся в пяти измерениях.

Поэтому многие физики в настоящее время убеждены, что традиционная четырехмерная теория «слишком тесна» для адекватного описания сил, характеризующих нашу Вселенную. Придерживаясь четырехмерной теории, физики вынуждены неудобным и неестественным образом «спрессовывать» силы природы. Более того, эта гибридная теория некорректна. Но, если оперировать количеством измерений, превышающих четыре, нам хватит «места», чтобы найти красивое, самостоятельное объяснение фундаментальным силам.

В части II мы развиваем эту простую мысль, подчеркивая, что теория гиперпространства, возможно,

в состоянии объединить все известные законы природы в единой теории. Таким образом, теория гиперпространства способна увенчать достижения двух тысячелетий научных исследований, объединив все известные физические силы. Возможно, она подарит нам святой Грааль физики — «теорию всего», столько десятилетий ускользавшую от Эйнштейна.

На протяжении последних пятидесяти лет ученых занимал вопрос о том, почему фундаментальные силы, скрепляющие космос, — тяготение, электромагнетизм, сильное и слабое ядерное взаимодействия — так разительно отличаются друг от друга. Попытки величайших умов XX в. представить общую картину всех известных взаимодействий провалились. А теория гиперпространства дает возможность дать логичное объяснение как четырем силам природы, так и, казалось бы, беспорядочному набору субатомных частиц. В теории гиперпространства материю также можно рассматривать как вибрации, распространяющиеся в пространстве и времени. Отсюда следует захватывающее предположение: все, что мы видим вокруг, — от деревьев и гор до самих звезд — не что иное, как *вибрации в гиперпространстве*. Если это верно, значит, у нас появляется возможность элегантно и просто описать Вселенную средствами геометрии.

В части III мы рассмотрим вероятность растяжения пространства при чрезвычайных обстоятельствах, вплоть до появления в нем разрывов и прорех. Иными словами, гиперпространство может служить для прохождения

сквозь пространство и время. Подчеркнем: все это лишь предположения, однако физики со всей серьезностью относятся к анализу свойств «кротовых нор», или «червоточин», — туннелей, соединяющих удаленные части пространства и времени. Например, физики Калифорнийского технологического института на полном серьезе предположили, что можно создать машину времени, представляющую собой «червоточину», которая соединяет прошлое с будущим. Машины времени уже покинули мир абстрактных рассуждений и фантазии и заняли законное место в сфере научных исследований.

Космологи даже выдвинули удивительное предположение, согласно которому наша Вселенная — лишь одна из бесконечного множества параллельных вселенных. Их можно сравнить со скоплением мыльных пузырей, зависших в воздухе. В обычных условиях контакт между этими пузырями-вселенными невозможен, но, проанализировав формулы Эйнштейна, космологи доказали возможность существования целой сети «червоточин», или трубок, соединяющих эти параллельные вселенные. Для каждого пузыря можно дать свое конкретное определение пространства и времени, имеющее значение только на его поверхности; за пределами этих пузырей пространство и время не имеют смысла.

Несмотря на то что многие выводы из этой дискуссии остаются чисто теоретическими, путешествия в гиперпространстве, в конце концов, могут найти самое что ни на есть практическое применение: стать средством спасения разумной жизни, в том числе наших

собственных жизнью, от гибели Вселенной. Повсюду ученые убеждены, что любая Вселенная рано или поздно гибнет, а вместе с ней — и вся жизнь, которая эволюционировала на протяжении миллиардов лет. К примеру, согласно преобладающей теории Большого взрыва, взрыв в космосе, случившийся 15–20 млрд лет назад, стал началом расширения Вселенной, когда звезды и галактики отбрасываются и удаляются от нас на огромной скорости. Но если когда-нибудь Вселенная прекратит расширяться и начнет сокращаться, то в конце концов она схлопнется, произойдет катаклизм, получивший название Большого сжатия, и вся разумная жизнь превратится в пар под действием невероятно высоких температур. Тем не менее некоторые физики полагают, что теория гиперпространства может оказаться единственной надеждой на спасение разумной жизни. В последние секунды существования нашей Вселенной разумная жизнь может избежать коллапса, ускользнув в гиперпространство.

В части IV мы завершим разговор последним практическим вопросом: если теория верна, когда же мы сможем поставить себе на службу силу гиперпространственной теории? Это не просто отвлеченный, сугубо теоретический вопрос: в прошлом обуздание всего одного из фундаментальных взаимодействий необратимо изменило весь ход истории человечества, подняло нас над невежеством и нищетой древнего, доиндустриального общества, довело до уровня современной цивилизации. В некотором смысле даже протяженную историю человечества можно рассматривать в новом свете, сквозь

призму постепенного овладения каждым из четырех взаимодействий. История цивилизации претерпевала глубокие изменения, по мере того как каждая из этих сил была открыта и нашла применение.

Например, когда Исаак Ньютон формулировал классические законы тяготения, он разработал теорию механики, благодаря чему у нас появилось знание законов, которым подчиняются машины и механизмы. В свою очередь, это значительно ускорило промышленную революцию, а она дала толчок политическим силам, в конце концов свергнувшим феодальные династии Европы. В середине 60-х гг. XIX в., когда Джеймс Клерк Максвелл сформулировал основные законы сил электромагнитного взаимодействия, он положил начало Веку электричества, который дал нам динамо-машину, радио, телевидение, радиолокатор, домашнюю электротехнику, телефон, микроволновые печи, бытовую электронику, компьютер, лазер и много других электрических и электронных чудес. Не зная, как использовать силу электромагнитного взаимодействия, цивилизация была бы обречена на застой, задержалась бы во времени, предшествующем изобретению электрической лампочки и электродвигателя. В середине 40-х гг. XX в., когда появилась возможность эксплуатировать силу ядерного взаимодействия, мир вывело из равновесия создание атомной и водородной бомб — самого разрушительного оружия на планете. Мы еще не приблизились к единому пониманию всех космических сил, которым подчиняется Вселенная, но можем предположить,

что повелевать ею сможет любая цивилизация, освоившая теорию гиперпространства.

Поскольку теория гиперпространства — это определенный набор математических формул, можно точно рассчитать, сколько именно энергии понадобится, чтобы свернуть пространство и время в «крендель» или проделать «червоточины», соединяющие отдаленные уголки нашей Вселенной. Увы, результаты вызывают разочарование. Требуемое количество энергии значительно превышает то, которым способна овладеть наша планета. Точнее, энергии должно быть в квадрильон раз больше, чем может дать наш самый большой ускоритель частиц. Нам придется ждать несколько столетий или даже тысячелетий, пока у нашей цивилизации не появится техническая возможность манипулировать пространственно-временным континуумом, или же надеяться на контакт с развитой цивилизацией, которая уже научилась управлять свойствами гиперпространства. Поэтому книга заканчивается рассмотрением интригующей, но гипотетической научной проблемы: какого уровня развития техники и технологии нам необходимо достичь, чтобы повелевать гиперпространством.

Так как теория гиперпространства заводит нас далеко за пределы привычных, доступных здравому смыслу представлений о пространстве и времени, в книге представлено несколько чисто гипотетических сюжетов. Прибегнуть к этому педагогическому приему меня побудила история о том, как нобелевский лауреат Исидор Айзек Раби обратился к аудитории, состоящей из физиков. Он

посетовал на скверное положение в сфере обучения естественным наукам в США и упрекнул сообщество физиков за пренебрежение своим долгом, нежелание популяризировать рискованные научные начинания для широкой публики и особенно для молодежи. Он заявил, что, в сущности, авторы научно-фантастических произведений пропагандируют романтику науки гораздо успешнее, чем все физики вместе взятые.

В предыдущей книге «За пределами научной мысли Эйнштейна: Космические поиски теории Вселенной» (Beyond Einstein: The Cosmic Quest for the Theory of the Universe), написанной в соавторстве с Дженнифер Трейнер, я рассматривал теорию суперструн, рассказывал о природе субатомных частиц, подробно рассуждал о *наблюдаемой части Вселенной* и о том, что все сложности, имеющие отношение к материи, можно было бы объяснить с помощью тонких вибрирующих струн. В этой книге я раскрываю другую тему, говорю о *невидимой части Вселенной*, т. е. о сфере геометрии и пространственно-временного континуума. Предмет данного труда — не природа субатомных частиц, а многомерный мир, в котором они, скорее всего, существуют. По ходу этого разговора читатели поймут: вместо того чтобы служить пустым и пассивным фоном для кварков, играющих свои неизменные роли, многомерное пространство, в сущности, становится главным героем пьесы.

Обсуждая захватывающую историю теории гиперпространства, мы выясним, что поиски первичной природы материи, начатые еще древними греками два

тысячелетия назад, оказались долгими и запутанными. В будущем, когда историки науки напишут завершающую главу этой длинной саги, возможно, они отметят, что решающую роль сыграло крушение общепринятых теорий трех или четырех измерений и победа теории гиперпространства.

М. К.

Нью-Йорк, май 1993 г.

Благодарности

С этой книгой мне очень повезло: моим редактором стал Джеффри Роббинс. Именно он был вдохновителем трех моих предыдущих книг — учебников теоретической физики, предназначенных для научных кругов и содержащих вопросы единой теории поля, теории суперструн и квантовой теории поля. Но данная книга стала первым научно-популярным текстом, ориентированным на широкую читательскую аудиторию, которую я написал для него. Работу в тесном контакте с Джеффри я всегда ценил как редкую привилегию.

Я хочу также поблагодарить Дженнифер Трейнер, моего соавтора по двум предыдущим научно-популярным книгам. Кроме того, она приложила свои таланты к тому, чтобы сделать презентацию по возможности гладкой и последовательной.

Также я благодарен множеству людей, которые помогали править черновики книги и критиковали их, — Берту Соломону, Лесли Мередит, Юджину Моллаву и моему литературному агенту Стюарту Кричевски.

И наконец, мне хотелось бы поблагодарить за гостеприимство Институт перспективных исследований в Принстоне, где была написана немалая часть этой книги. Этот институт, где провел последние десятилетия своей жизни Эйнштейн, оказался самым подходящим

местом для работы над книгой о революционных исследованиях, которые дополнили и уточнили многие новаторские труды великого ученого.

*Принцип креативности присущ именно математике.
Следовательно, в известном смысле я считаю истиной
то, что чистая мысль способна постичь реальность,
о чем мечтали древние.*

АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН

ЧАСТЬ I

**Знакомство
с пятым измерением**

Миры за пределами пространства и времени

Я хочу знать, как Бог сотворил этот мир. Меня не интересует то или иное явление. Я хочу знать Его мысли, остальное — частности.

АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН

Воспитание физика

Два случая из детства значительно обогатили мое понимание мира и направили меня по пути к профессии физика-теоретика.

Помню, родители иногда брали меня в знаменитый Японский чайный сад в Сан-Франциско. Одно из счастливейших воспоминаний моего детства — как я сижу на корточках у пруда, загипнотизированный видом ярких и пестрых карпов, медленно проплывающих под водяными лилиями.

В эти тихие минуты я давал волю своему воображению, задавал себе глупые вопросы, на какие способен лишь ребенок: например, каким видят окружающий мир карпы, живущие в этом пруду. Мне думалось: каким странным должен быть их мир!

Карпы, вся жизнь которых проходит в неглубоком пруду, наверняка убеждены, что их «Вселенная» состоит из мутноватой воды и лилий. Проводя большую часть времени в поисках корма на дне пруда, они могут лишь смутно догадываться о том, что над поверхностью воды есть другой, чуждый им мир. И его сущность неподвластна их пониманию. Меня заинтриговала мысль о том, что, хотя я и сижу всего в нескольких дюймах от карпов, мы бесконечно далеки друг от друга. Наша жизнь протекает в двух обособленных вселенных, мы никогда не переходим из одного мира в другой, хотя и разделены тончайшей из преград — поверхностью воды.

Однажды мне представилось, что среди рыб в пруду есть и «карпы-ученые». Вот они-то, думал я, поднимут на смех любую рыбу, предположившую, что над лилиями, возможно, есть параллельный мир. Для «карпа-ученого» реально лишь то, что видит или осязает рыба. Пруд для них — все. А незримый мир за пределами пруда антинаучен.

Однажды меня застиг дождь. Я увидел, как по поверхности пруда ударили тысячи мелких капель. Вода забурлила, волны мотали лилии из стороны в сторону. Прячась под крышей от дождя и ветра, я гадал, как воспринимают происходящее карпы. С их точки зрения, водяные лилии движутся сами по себе, без постороннего вмешательства. Поскольку вода, в которой живут карпы, кажется им невидимой, совсем как нам — воздух и пространство вокруг нас, карпы наверняка озадачены способностью водяных лилий двигаться самостоятельно.

Ученые племени рыб, фантазировал я, скорее всего, маскируют свое невежество какой-нибудь хитроумной выдумкой, называя ее силой. Будучи не в состоянии понять, что могут пробегать волны по незримой поверхности, они приходят к выводу, что лилиям присуща способность двигаться, даже когда к ним не прикасаются, потому что между ними действует таинственная и невидимая сущность — некая сила. Возможно, они дают этой иллюзии внушительные, высокопарные названия (например, «дальнодействие» или «способность лилий двигаться без внешнего контакта»).

Однажды я попытался представить себе, что будет, если я суну руку в воду и вытащу одного из этих «карпов-ученых». Он, наверное, яростно забьется, а я рассмотрю его и брошу обратно в пруд. Интересно, как воспримут это остальные карпы. Это событие, скорее всего, покажется им чем-то из ряда вон выходящим. Они впервые заметят, что один из «ученых» вдруг покинул их вселенную. Просто бесследно исчез. Поиски пропавшего карпа в рыбьей Вселенной не дадут ровным счетом никакого результата. А через несколько секунд, когда я брошу карпа обратно в пруд, «ученый» внезапно возникнет неизвестно откуда. И остальные карпы сочтут, что узрели чудо.

Опомнившись и собравшись с мыслями, «ученый» поведает остальным поистине удивительную историю. «Нежданно-негаданно, — скажет он, — неведомая сила выхватила меня из этой Вселенной (пруда) и зашвырнула в таинственный потусторонний мир со слепящими

огнями и предметами причудливой формы, каких я прежде никогда не видывал. Но удивительнее всего было существо, которое удерживало меня в плену: оно не имело ни малейшего сходства с рыбой. Я был потрясен, обнаружив, что у него вообще нет плавников, тем не менее оно и без них способно передвигаться. Меня осенило, что всем известные законы природы в этом потустороннем мире неприменимы. А потом меня так же внезапно бросили обратно в нашу вселенную». (Конечно, эта история о путешествии за край Вселенной прозвучит настолько невероятно, что большинство карпов отмахнется от нее, считая полной ерундой.)

Я часто думаю о том, что мы подобны этим довольным жизнью карпам, плавающим в пруду. Мы существуем в собственном «пруду», уверенные, что наша Вселенная состоит только из тех объектов, которые можно увидеть или потрогать. Как и мир карпов, наш мир держит лишь то, что знакомо нам и зримо. В своей самоуверенности мы отказываемся признать, что по соседству с нашей Вселенной, но за пределами нашей досягаемости есть параллельные вселенные или измерения. Если наши ученые придумывают, к примеру, концепции силы, то лишь потому, что не могут представить себе незримые вибрации, наполняющие пустое пространство вокруг нас. При упоминании высших измерений некоторые ученые иронически усмеваются, так как эти измерения невозможно изучать в лаборатории.

С тех самых пор меня увлекла мысль о возможности существования других измерений. Подобно