

Содержание

<i>Предисловие ко второму изданию</i>	4
<i>Предисловие к первому изданию</i>	5
<i>Выражение благодарности</i>	7
Глава 1. ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ	9
Восьмеричный путь	9
Мифы	14
Мифы о сотворении мира	20
Алгоритмическая сжимаемость	24
Глава 2. ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ	29
Наследие закона	29
Поиски единства	33
Руджер Бошкович	37
Симметрии	41
Бесконечность — быть или не быть?	47
От струн к теории «М»	58
Полет рациональной фантазии	63
Скажем «прощай» всему	73
Глава 3. НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ	75
На краю мира	75
Аксиомы	76
Математическое джигу-джитсу	86
Начальные условия и симметрия времени	101
Время вне времени	103
Космологическое время	108
Проблема времени	124
Абсолютное пространство и время	126
Достаточно далеко — это сколько?	134
Квантовая тайна времени	137
Квантовые начальные условия	140
Великий рубеж	144
Глава 4. СИЛЫ И ЧАСТИЦЫ	148
Вещество Вселенной	148
Принцип тождественности	150
Элементарность	158
Атомы и вихри	162
Мир вне себя	165
Глава 5. МИРОВЫЕ КОНСТАНТЫ	173
Важность постоянства	173
Фундаментализм	176
О чем говорят константы?	183

Переменчивые константы	192
Космологическая константа	199
Глава 6. НАРУШЕНИЯ СИММЕТРИИ	210
Бесконечная история	210
Нарушения симметрии	213
Натуртеология: сказка о двух сказках	215
Изыяны природы	221
Хаос	223
Случайность	227
Непредсказуемость пола	233
Нарушения симметрии во Вселенной	236
Глава 7. ОРГАНИЗУЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ	244
Где место жизни во Вселенной	244
Искусственная жизнь	258
Время	263
Организирующие принципы	266
Стрела времени	273
Далеко от равновесия	276
Пески времени	280
Путь мира	284
Глава 8. СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ОШИБКИ ОТБОРА	289
Вездесущие ошибки	289
Глава 9. МАТЕМАТИКА ПРИРОДЫ	302
В центре необъятных миров	302
Число розы	304
Философия математики	307
Что такое математика?	316
Математика и физика: всегда вместе	328
Познаваемость мира	335
Еще раз об алгоритмической сжимаемости	344
Непрерывность или дискретность?	347
Тайна Вселенной	352
Является ли Вселенная компьютером?	355
Непознаваемое	360

*Посвящается РОДЖЕРУ,
который до сих пор верит,
что всегда должно быть что-то
там, где нет ничего.*

** * **

Предисловие ко второму изданию

Я рад предоставленной мне издательством «Press» возможности подготовить переиздание данной книги. Интерес к этой тематике не ослабевает с тех пор, как я предпринял первые попытки рассказать обо всем многообразии существующих теорий и об ограничениях, присущих каждой из них, и рассмотреть их в более широком культурном контексте, не ограничиваясь строгими рамками математической физики. В процессе уточнения и совершенствования теории струн возникли новые возможности, и космология совершила неожиданный поворот в сторону реальности, населенной множеством других возможных вселенных. Такое развитие событий подорвало наивные надежды многих на существование некоей уникальной «теории всего», которая четко и полностью объяснила бы, какие именно качества Вселенной сделали возможным появление жизни в ней. Предстоит пройти еще очень долгий путь, прежде чем будет сформулирована и окончательно утверждена физическая, по-настоящему научная «теория всего». А пока этого не произошло, я надеюсь, что предлагаемый обзор новейших открытий и теоретических разработок в физике поможет читателям выбрать правильное направление и осветит их путь.

Джон Барроу

Кембридж, февраль 2007 года

Предисловие к первому изданию

«Всё» — тема большая и сложная. Однако современные ученые считают, что наткнулись на ключ к математической тайне, позволяющей проникнуть в самое сердце Вселенной, что они на пороге открытия, которое указывает путь к монументальной «Теории всего», объединяющей все законы природы в общую формулу. Последняя явственно покажет неизбежность того, что было, есть и будет в физическом мире. Такие мечты не новы; сам Эйнштейн последние годы жизни посвятил бесплодным поискам такой «теории всего». Но сегодня этой темой увлечены не только диссиденты от философии и вольнодумцы; она проникла в святая святых теоретической физики, и над ней работают самые светлые умы мировой науки. Такой поворот событий поднял ряд глубоких вопросов. Имеют ли поиски «теории всего» реальные шансы на успех? Можем ли мы до конца осознать логику, лежащую в основе физических реалий? Можно ли предвидеть, что придет день, когда законы фундаментальной физики приобретут полный и законченный вид, так что нераскрытыми останутся лишь некие наиболее сложные детали в рамках нерушимых законов? Правильно ли считать решение этого вопроса новым передним краем, фронтиром абстрактного мышления?

Эта книга является попыткой описать, с какими трудностями сталкиваются на самом деле разработчики «теорий всего», выделить те аспекты мирового порядка вещей, которые необходимо понять в первую очередь, прежде чем мы будем вправе рассчитывать на постижение всего остального. Мы попытаемся показать, что, даже если создание «теории всего», в существующем понимании этого термина, является действительно необходимым, чтобы мы проникли в тайны Вселенной, которая вокруг и внутри нас, этого может оказаться совершенно недостаточно. Мы познакомим читателей с теми допол-

нительными вопросами, требующими решения для полноты наших знаний, и при этом разберем множество новых идей и спекуляций, которые выходят далеко за рамки традиционного мышления и сложившихся методов научного познания.

Выходу в свет этой книги способствовали очень многие люди. Сенат университета Глазго в январе 1988 года пригласил автора прочитать серию лекций, и данная книга в значительной мере представляет собой дальнейшую переработку содержания этих выступлений. Я особенно признателен Нейлу Спервею, который всесторонне помогал мне в подготовке материалов для тех лекций. За комментарии и критические замечания, высказанные в отношении этой книги еще на стадии рукописи, я хочу выразить благодарность Дэвиду Бейлину, Маргарет Боден, Данко Босанак, Грегори Чейтину, Полу Дейвису, Бернару д'Эспанья, Джеффри Фридмену, Майклу Грину, Крису Ишему, Джону Мэнджеру, Биллу Маккри, Леону Местелю, Джону Полкингорну, Аарону Сломану, Джону Мейнарду Смиту, Нейлу Спервею, Юэну Сквайрсу, Рене Тому, Фрэнку Типлеру, Джону Уиллеру, Дэнису Уилкинсону, Питеру Уильямсу и Тому Уилмору.

Писать книгу — работа тяжелая, и это относится не только к автору, но и ко всем, кто так или иначе задействован в процессе, вовлечен в его орбиту. В этой связи хочу особо поблагодарить своих родных и близких за терпение и понимание. Элизабет оказывала мне постоянную и всестороннюю поддержку; без нее эта работа даже не смогла бы начаться. Огромное спасибо и нашим детям, Дэвиду, Роджеру и Луизе, которые с большим вниманием следили за прогрессом книги, хотя без их активного участия работу, наверное, удалось бы завершить вдвое быстрее.

Дж. Д. Б.

Брайтон, сентябрь 1990 года

Выражение благодарности

Рисунки 7.2, 7.3 и 7.4 взяты из книги Ханса Моравца «Дети разума» («Mind Children») с любезного разрешения издателей. Рисунок 7.6 воспроизведен с разрешения владельца авторских прав, художника Р. В. Соле.

Глава 1

Окончательное объяснение

Я еще не встречал сложную проблему, которая не становилась бы еще сложнее, если правильно на нее взглянуть.

Пол Андерсон



ВОСЬМЕРИЧНЫЙ ПУТЬ

Мне представлялось чем-то возвышенным знать причины каждого явления — почему что рождается, почему погибает и почему существует.

СОКРАТ

Как, когда и зачем возникла Вселенная? Подобные вопросы не выходят из моды на протяжении многих веков. Ученые привыкли их остерегаться, отдав на откуп теологам и философам, которым они тоже успели прискучить. Но вдруг физики со всей серьезностью стали обращаться к этим проблемам, а теологи обнаружили, что новое поколение ученых все смелее вторгается на их территорию и своими математическими рассуждениями оказывает влияние на их образ мышления. К сожалению, плодотворный диалог между богословами и физиками затруднен тем обстоятельством, что, с одной стороны, мало кто из теологов обладает достаточным образованием, чтобы суметь вникнуть в детали, а с другой — мало кто из физиков проявляет интерес к вопросам более широкого порядка, выходящим за рамки их научной дисциплины. Первые думают, что понимают суть вопроса, но не знают ответа; вторые полагают, что знают ответ, но непонятен сам вопрос. Оптимисты могут надеяться

найти в этом диалоге рецепт просветления, однако пессимисты не без оснований возражают, что наиболее вероятным результатом будет ситуация, при которой мы останемся и без вопросов, и без ответов.

Современные ученые считают, что наткнулись на ключ к математической тайне, позволяющей проникнуть в самое сердце Вселенной. Они видят себя на пороге открытия, указующего путь к монументальной «Теории всего», единой, всеобъемлющей картины, объединяющей все законы природы в общую формулу, из которой с безупречной логичностью должна вытекать неизбежность всего сущего. Обладая таким космическим розеттским камнем, мы прочли бы книгу природы всех времен и поняли, что было, есть и будет.

Вокруг подобной перспективы всегда было множество спекуляций, но никогда не было уверенности. Ныне убежденность появилась, но оправдана ли она? На этот вопрос читатель сможет ответить, перевернув последнюю страницу данной книги. Нам предстоит разобраться в различных компонентах, из которых должна складываться любая научная картина мира. Вполне вероятно, что они окажутся более разнообразными и трудноуловимыми, чем предполагали ученые, ранее пытавшиеся разрабатывать различные версии «теорий всего». Разумеется, нужно с большой осторожностью пользоваться столь категоричным понятием, как «всё». Мы включаем в него творчество Шекспира, Тадж-Махал и Мону Лизу? Нет, конечно. О том, как частности укладываются в общий порядок вещей, мы еще будем говорить. Это разграничение чрезвычайно важно проводить, приступая к изучению природы. Нам необходимо четко понимать, существуют ли в окружающем мире вещи, которые не укладываются непосредственным образом в математически предопределенный мир науки. Мы увидим, что они есть, и постараемся разобраться, как их отличить от тех кодифицируемых и вполне предсказуемых научных составляющих любой «теории всего».

Оглядываясь на тысячелетия человеческого опыта, можно увидеть, сколь многое достигнуто за последние 300 лет, с тех пор как Ньютон привел в движение процесс математизации природы. Мы обнаружили, что мир удивительным образом поддается простому математическому описанию. То, что его можно описать математически, — само по себе загадка; но описать с помощью *простых* математических формул, в которых можно более-менее разобраться за несколько лет учебы, — это великая тайна внутри загадки.

Относиться к такому положению вещей можно по-разному. Ньютоновскую революцию в науке можно рассматривать как обнаружение отмычки, открывающей все новые и новые двери природы, если ею постоянно пользоваться. И хотя скорость, с которой делаются открытия, в последнее время сильно возросла, это не может продолжаться бесконечно. Современные темпы открытия фундаментальных (или кажущихся таковыми) истин еще не означают, что мы вплотную подошли к тому месту, где зарыт клад. Поиски могут затянуться еще на долгие годы — либо потому, что природа воистину беспредельно многообразна, либо выбранный метод ее описания, хоть и позволяет добиться желаемого уровня точности, всегда, в любой момент времени представляет собой лишь асимптотический ряд приближений, который может достичь полного совпадения с реальностью только после бесконечного количества уточняющих поправок. Согласно пессимистической точке зрения особенности человеческого разума и груз эволюционного прошлого накладывают непреодолимые ограничения на то, что доступно нашему познанию. С какой стати наши когнитивные процессы и умственные способности должны быть приспособлены к такому сумасбродному и экстравагантному времяпрепровождению, как попытки понять происхождение и устройство Вселенной? Разве не более резонно предположить, что Вселенная, говоря словами Холдейна, «слишком причудлива, чтобы мы могли