

## Четвертое и пятое измерения

### Время как четвертое измерение



**П**ространство нашей Вселенной обладает тремя осями координат: «верх — низ», «восток — запад» и «север — юг». Однако чтобы пообедать с подружкой, придется договориться не только о месте встречи, но и о времени. В этом смысле время — четвертая ось координат. Но при этом время отличается от пространственных измерений. Мы можем двигаться на запад или на восток — куда захотим, туда и пойдем. Однако явившись к тому самому обеду, мы не можем внезапно перенестись во времени назад. Как бы мы ни старались, единственный путь — двигаться во времени вперед, и законы теории относительности гарантируют это\*.

И все же время — это четвертое измерение нашей Вселенной. Сцена нашей жизни — четырехмерное пространство — время: три пространственных измерения и одно временное.

Когда мы, физики, исследуем пространство — время с помощью экспериментов и расчетов, выясняется, что пространство и время во многом схожи. Простой пример: куда бы мы ни смотрели, мы

---

\* Зато законы теории относительности допускают возврат во времени «обходным маневром»: улететь в космос и вернуться раньше собственного отлета. Я расскажу об этом подробнее в главе 30. *Прим. автора.*

смотрим в прошлое, поскольку свету нужно время, чтобы дойти до наших глаз. Наблюдая квазар, находящийся в миллиарде световых лет от нас, мы видим, каким он был миллиард лет назад, когда лучи света, пришедшие в наш телескоп, только начали свой путь.

Пример посложнее: если вы относительно меня, находящегося на Земле, двигаетесь с большой скоростью, наши мнения по поводу того, синхронно ли произошли некоторые события, могут разойтись. Вам может показаться, что два взрыва, один на Солнце, а другой на Луне, произошли одновременно, тогда как для меня взрыв на Луне произошел на пять минут раньше, чем на Солнце. Для вас разница между взрывами — вопрос пространства, тогда как в моем случае придется добавить «координату» времени.

Такое смешение пространства и времени может показаться сложным для понимания, но оно лежит в основе природы нашей Вселенной. Впрочем, в этой книге (за исключением главы 30) мы можем не обращать на это внимания.

## Есть ли балк на свете

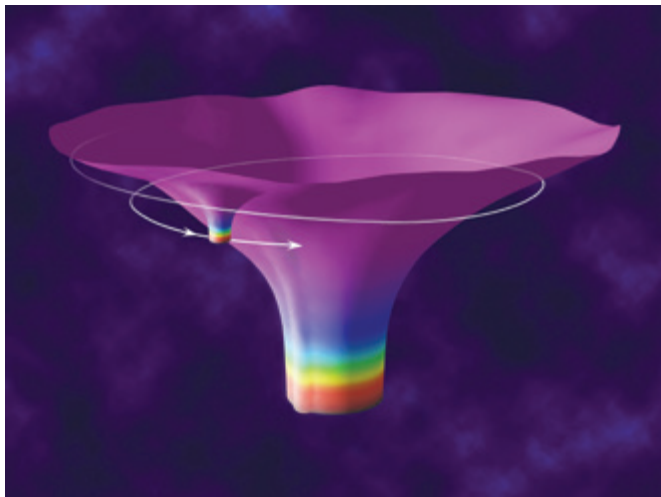


Рис. 21.1. Маленькая черная дыра, падающая по спирали в большую черную дыру: вид из балка, одно пространственное измерение опущено (Рисунок Дона Дэвиса по моему наброску.)

На иллюстрациях к этой книге я изображаю нашу Вселенную как искривленную двумерную мембрану (брану), расположенную в трехмерном балке (как, например, на рис. 21.1). Разумеется, в действительности наша брана имеет три пространственных измерения, а балк — четыре, но мне нелегко такое изобразить, так что обычно я опускаю по одному измерению.

Существует ли балк на самом деле, в реальности, или это лишь плод нашего воображения? Вплоть до восьмидесятых большинство физиков, включая меня, считали балк вымыслом.

Но как же может он быть вымыслом? Разве мы не знаем наверняка, что наше пространство искривлено? Неужто обмен радиосигналами с аппаратами «Викинг» не подтвердил это искривление с высокой точностью (см. главу 4)? Подтвердил... А раз наше пространство искривлено, разве не должно оно прогибаться в некое пространство с бóльшим количеством измерений — в балк?



Нет, не обязательно. Вполне возможно, чтобы наша Вселенная искривлялась и без участия многомерного балка. Мы, ученые, можем выразить искривление нашей Вселенной математически, не привлекая для этого балк. Формулировать законы теории относительности, которые управляют искривлением, можно без участия балка. В сущности, именно так почти всегда мы и поступаем. До восьмидесятых балк был для нас не более чем вспомогательным построением. Построением, позволяющим лучше понять смысл наших расчетов, а также общаться на эту тему друг с другом и с людьми, далекими от физики. Итак, вспомогательное построение, а не явление реальности.

Но что значит «реальный балк»? И как мы можем проверить его реальность? У нас были бы доказательства существования балка, если бы он влиял на наши измерения. И до восьмидесятых мы не видели, каким образом это может происходить.

Но в 1984 году все изменилось, и изменилось в корне. Майкл Грин из Лондонского университета и Джон Шварц из Калтеха совершили революцию в области квантовой гравитации\*. Однако — вот так сюрприз! — их рассуждения имели смысл лишь при условии, что наша Вселенная — это брана, находящаяся в балке, у которого одно временное и девять пространственных измерений. То есть в балке, у которого на шесть пространственных измерений больше, чем у нашей браны. Согласно так называемой теории суперструн, которой следовали Грин и Шварц, высшие измерения балка влияют на нашу брану различными способами и, когда человеческие



Рис. 21.2. Слева: Майкл Грин (слева) и Джон Шварц (справа) путешествуют авто-стопом, Аспен, штат Колорадо, 1984. Справа: Майкл Грин (крайний слева) и Джон Шварц (крайний справа) в 2014 году получают за свое открытие премию по фундаментальной физике размером в три миллиона долларов. На заднем плане — Юрий Мильнер (учредитель премии) и Марк Цукерберг (соучредитель социальной сети «Фейсбук»)

\* См. главу 3, где вкратце рассказывается о постижении законов квантовой гравитации. *Прим. автора.*

технологии достигнут определенного уровня, эти влияния можно будет измерить в ходе физических экспериментов. И, возможно, это позволит совместить законы квантовой физики с законами эйнштейновской теории относительности.

С момента суперструнной революции Грина — Шварца мы, физики, воспринимаем теорию суперструн очень серьезно и прилагаем много усилий к ее развитию. И, соответственно, мы всерьез воспринимаем идею, что балк существует и может оказывать влияние на нашу Вселенную.

## Пятое измерение

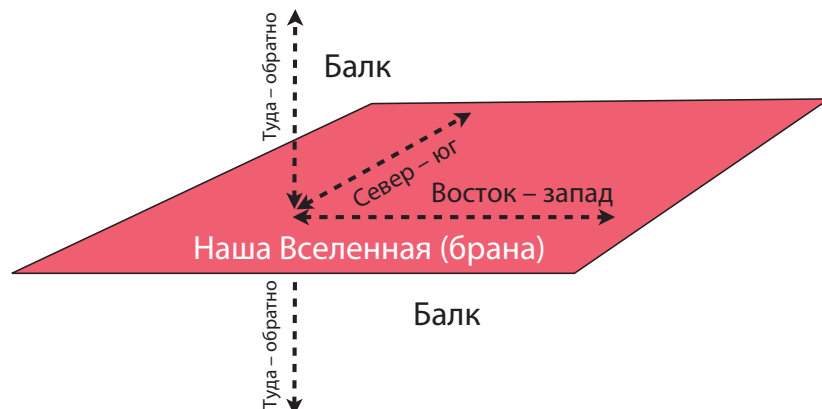
Ⓞ

Хоть теория суперструн и утверждает, что у балка на шесть измерений больше, чем у нашей Вселенной, удобнее принять, что дополнительное измерение всего одно (подробнее об этом в главе 23).

Поэтому, а также потому, что шесть дополнительных измерений — это как-то чересчур для фильма, рассчитанного на широкую аудиторию, в «Интерстеллар» балк обладает лишь одним дополнительным измерением, а всего их выходит пять. Балк делит с нашей браной три ее пространственных измерения: «восток — запад», «север — юг» и «верх — низ». И кроме того, он обладает четвертым пространственным измерением, «туда — обратно», которое простирается перпендикулярно нашей бране, над и под ней, как на рис. 21.3.

Измерение «туда — обратно» играет важную роль в фильме, хотя профессор и другие персонажи не называют его так, говоря просто о «пятом измерении». «Туда — обратно» — центральное понятие для следующих двух глав, а также для глав 25, 29 и 30.

Рис. 21.1. Наша Вселенная как брана с четырьмя пространственно-временными измерениями, находящаяся в пятимерном балке. Два измерения — время и «верх — низ» — здесь опущены





[Почитать описание, рецензии  
и купить на сайте](#)

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:



Mifbooks



Mifbooks



Mifbooks