



## БЕСКОНЕЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Хотели бы вы научиться путешествовать во времени? Звучит одновременно и увлекательно, и пугающе. Ведь даже небольшое вмешательство в прошлое способно привести к катастрофическим последствиям. Меня всегда интриговали временные петли и парадоксы, это мой самый любимый сюжет: фильм «Назад в будущее», книга «Жена путешественника во времени» и более современный фильм «Петля времени», который так сломал мне мозг, что одновременно с просмотром мне пришлось читать его краткое содержание в Википедии.

Путешествие во времени будет иметь меньше всего потенциально опасных последствий, если продлится недолго и вы ни с кем не будете вступать в контакт. Данное утверждение звучит бессмысленно, но в некоторых ситуациях может оказаться крайне полезным: например, когда за вами гонятся злодеи. Причем побег от злодеев в данном случае подразумевает под собой также побег от злодеев в *четвертое измерение*. В этой главе мы будем размышлять о том, сколько измерений существует в нашем мире.

Представьте себе, что вы пытаетесь скрыться от погони на поезде. Вашим преследователям не обязательно догонять поезд, им достаточно заблокировать его спереди и сзади. Если поезд не может ездить по кругу, то его движение довольно легко ограничить, ведь он перемещается в одном измерении.

Если вы пытаетесь скрыться от погони на автомобиле, то злодеи будут вынуждены заблокировать всю территорию вокруг

вас, потому что вы можете ездить по кругу. В этом случае для того, чтобы скрыться от них, вам нужно стать Джеймсом Бондом: нажать кнопку, которая превратит ваш автомобиль в самолет, и улететь из западни. Это называется побегом в третье измерение.

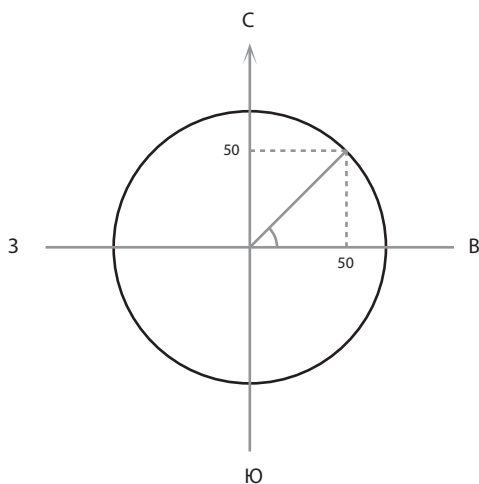
Теперь единственный способ поймать вас — это сбросить на вас сверху сеть. Тогда, чтобы скрыться от злодеев, вам потребуется четвертое измерение...

Мы настолько привыкли жить в трехмерном мире, что с трудом представляем себе, какими могут быть другие измерения. Возможно, сейчас вы подумали: «Но ведь других измерений *не существует*». Если мы говорим о физических измерениях, то это верно. Однако это всего лишь один из способов изучения измерений, очень конкретный и материальный способ. Конкретные примеры помогают понять основную идею, но часто имеют свои ограничения, например, как способ изучения счета с помощью печенья. Это вкусно, но отрицательные числа на печенье не объяснишь, потому что трудно представить себе «отрицательное печенье».

Один из подходов к изучению четырехмерного пространства называется генерализацией трех измерений. Чтобы понять, как работает генерализация, нужно сделать несколько шагов назад, чтобы иметь возможность «начать с разгона». Если мы знаем, как перейти от одного измерения к двум, а затем от двух к трем, то мы сможем понять, как перейти от трех измерений к четырем, от четырех — к пяти, от  $n$  — к  $n + 1$ . Это похоже на то, как малыш осторожно карабкается вверх по ступенькам, или на то, как мы постепенно взбираемся вверх по лестнице бесконечности. Если мы не будем останавливаться, то, возможно, так мы доберемся до бесконечного количества измерений. (Иногда мне кажется, что идея бесконечной генерализации — это пример математического оптимизма.)

Если вы находитесь в одномерном мире, то вы живете «на прямой линии». Вообще-то, линия не обязана быть физически

прямой, просто существует только одно направление, по которому вы можете двигаться (вперед и назад — это положительный и отрицательный вариант одного и того же направления). Вы можете указать свое местоположение, назвав только одну координату. Независимо от того, является улица прямой или извилистой, дома на ней будут пронумерованы по порядку. Если вы идете по круговому маршруту, то тоже можете указать только одну координату своего местонахождения. Вы можете просто сказать, насколько далеко вы ушли. Вы *могли бы* указать две координаты, уточнив, насколько далеко вы ушли на север и насколько далеко вы ушли на восток, но эта информация будет излишней. Например, вместо того чтобы сказать, что вы продвинулись на 50 метров на север и на 50 метров на восток, вы можете просто сказать, что вы находитесь на  $45^\circ$  в направлении против часовой стрелки от определенной начальной точки.



В этом отношении одномерные миры очень просты. Существует только одна *переменная*, которая определяет, насколько далеко вы ушли от начальной точки. И все-таки удивительно, что, несмотря на это, я много раз умудрялась

заблудиться в одномерном мире. Когда я работала в университете в Ницце, где кафедра была круговая, я никогда не могла найти свой кабинет. Еще я периодически теряюсь в поезде, когда возвращаюсь на свое место после посещения туалета, потому что, хотя направления вперед и назад являются частью одного и того же измерения, фактически между ними существует очень большая разница. В таких ситуациях я всегда пытаюсь мыслить математически, но помогает это редко.

Вы можете сбежать из одномерного пространства в двумерное. Это происходит, например, когда вы выходите из поезда (или выпрыгиваете в окно, если вы Джеймс Бонд). Проблемы одномерного мира ярко проявляются в городе Шеффилд, где однонаправленные трамваи двигаются по одной улице с двунаправленными автомобилями. (Конечно, теоретически и трамваи и автомобили могут перемещаться в двух направлениях; в данном случае я имею в виду количество направлений, в которых они двигаются фактически.) Если автомобиль сломается на пути следования трамвая, то другие автомобили легко могут его объехать, а вот трамвай будет полностью заблокирован до тех пор, пока сломанный автомобиль не будет эвакуирован. Трамвай не может просто сдать назад, потому что тогда он будет следовать против направления движения. Поймать кого-то в одномерном мире очень просто, нужно просто заблокировать его. Именно по этой причине вокруг замков сооружались рвы, путь к замку становился одномерным (по подъемному мосту), и его можно было легко заблокировать. Если у вас нет рва, то вам нужен крепостной вал по всему периметру вокруг замка.

Можно сказать, что мир является двумерным, потому что для определения нашего местоположения нам всегда нужно иметь две координаты: насколько далеко мы находимся «вдоль» и насколько далеко мы находимся «поперек». Именно поэтому в театрах и в самолетах в номерах мест указываются и ряд, и номер кресла. (Теоретически числа конечны, поэтому вы

можете просто пронумеровать все кресла, начиная с единицы и так далее по порядку, но так будет гораздо труднее найти свое место.)

Поверхность Земли — это очень забавная вещь; *кажется*, что она трехмерна, но фактически существует лишь два измерения, потому что для определения местоположения вам достаточно назвать всего две координаты: широту и долготу. При этом мы не берем в расчет, насколько глубоко вы можете находиться под землей. Земля существует в трехмерной Вселенной, но ее сферическая поверхность двумерна. Это говорит о том, что «измерения» не так просты, как может показаться, даже если мы рассматриваем только физические измерения. Вот еще примеры: окружность является одномерной, хотя для того, чтобы ее нарисовать, вам потребуется двумерный лист бумаги. Горная дорога тоже одномерна, но она извивается и отклоняется не только влево и вправо, но и вверх и вниз, так что она вписывается в трехмерное пространство. Два измерения двумерного пространства часто являются декартовыми координатами, то есть координатами X и Y как в системе координат Чикаго:



Хотя недавно я была в Амстердаме и обнаружила, что концентрическая сеть каналов превратила город в полярную систему координат, поэтому для указания своего местоположения вместо запада-востока и севера-юга нужно указывать, как далеко по окружности (угол) и насколько близко к центру ты находишься:



Третье измерение позволяет сбежать из двухмерного мира. Одна из причин, по которой я люблю подводное плавание, состоит в том, что оно дает мне ощущение трехмерной свободы. Мне кажется, что отчасти поэтому многие увлекаются парапланеризмом или парашютным спортом. Я слишком труслива для подобных вещей, кроме того, не думаю, что я чувствовала бы себя по-настоящему свободной, находясь в таком трехмерном пространстве, ведь я целиком и полностью во власти гравитации. Измерения — это причина того, что для коровы нужен забор, а для птицы потребуется клетка. А еще именно поэтому управлять самолетом гораздо труднее, чем автомобилем, ведь для определения местоположения самолета нужны уже не две, а три координаты: широта, долгота, а также высота, на которой он летит. Еще именно поэтому вы можете поймать корову с помощью лассо (возможно, *вы* не можете, но кто-то другой точно сможет), а для ловли рыбы или

для поимки Супермена вам уже потребуется сеть (или некоторое количество криптонита).

Четвертое измерение позволяет сбежать из трехмерного мира. Если бы у рыбы был волшебный выход в четвертое измерение, то она легко смогла бы выпутаться из вашей сети. Если бы вы были Джеймсом Бондом, который летит в самолете, окруженном злодеями, вы могли бы нажать кнопку и сбежать от них в другое (четвертое) измерение.

## ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ЧЕТВЕРТОГО ИЗМЕРЕНИЯ

Если все это кажется вам слишком сложным, то вы можете представить себе четвертое измерение как время. Это вполне правильный и очень эффективный подход к изучению времени, его широко используют в теоретической физике; это также способ изучения четвертого измерения, но далеко не единственный способ. Я имею в виду следующее: если вас поймали злодеи, то вы всегда сможете сбежать от них, если умеете путешествовать во времени. Это классический сюжет фантастических книг и кино про путешествия во времени. В фильме *«Назад в будущее»* Марти удается скрыться от преследователей, которые стреляют в Дока, переместившись во времени (хотя это вышло случайно). В книге *«Жена путешественника во времени»* Генри сбегает из-под ареста благодаря перемещению во времени, но тоже совершенно случайно.

Еще один подход к изучению измерений заключается в том, чтобы рассматривать время как еще одну координату, которая необходима для определения местоположения. Когда вы назначаете встречу, вы указываете не только место, но и время, потому что если вы придете в условленное место в неправиль-