ного в данном случае тела отсчета. Следовательно, тело с зеркалами Майкельсона и Морли не сокращается в системе отсчета, движущейся вместе с Землей; но сокращение происходит относительно системы, покоящейся относительно Солнца.

§ 17. Четырехмерное пространство Минковского

Когда нематематик слышит о «четырехмерном», его охватывает мистическое чувство, подобное чувству, возбуждаемому театральными привидениями. Тем не менее нет более банального утверждения, что окружающий нас мир представляет собой четырехмерный пространственно-временной континуум.

Пространство представляет собой трехмерный континуум. Это значит, что положение (покоящейся) точки можно описать тремя числами (координатами) x, y, z и что около каждой точки имеются сколь угодно близкие «соседние» точки, положение которых может быть описано такими значениями координат (координатами) x_1, y_1, z_1, которые могут быть сколь угодно близки к координатам x, y, z исходной точки. Благодаря последнему свойству мы говорим о «континууме» (непрерывности), а ввиду того, что число координат равно трем — о его «трехмерности».

Аналогично, мир физических явлений, названный Минковским просто «миром», естественно, является четырехмерным в пространственно-временном смысле. В самом деле, он складывается из отдельных событий, каждое из которых описывается четырьмя числами, а именно: тремя пространственными координатами x, y, z и временной координатой — значением времени t. «Мир» в этом смысле является также непрерывным (континуумом); для каждого события имеются сколь угодно близкие «соседние» (происходящие или мыслимые) события, координаты которых x_1, y_1, z_1, t_1 сколь угодно мало отличаются от координат первоначально наблюдавшегося события x, y, z, t. Тот факт, что мы обычно не рассматриваем мир в этом смысле как четырехмерный континуум, объясняется тем, что время в дорелятивистской физике играет иную, более самостоятельную по сравнению с пространственными координатами роль. Поэтому и выработалась привычка рассматривать время как самостоятельный континуум. В самом деле, в классической физике время абсолютно, т.е. не зависит от *положения и состояния движения* системы отсчета. Это находит свое выражение в последнем уравнении преобразования Галилея ($t = t'$).

Благодаря теории относительности появляется возможность четырехмерной трактовки «мира», так как в этой теории время утрачивает свою самостоятельность, как показывает четвертое уравнение преобразования Лоренца:

$$t' = \frac{t - \left(v/c^2\right) x}{\sqrt{1 - \left(v^2/c^2\right)}}.$$

Действительно, согласно этому уравнению, разность $\Delta t'$ времен двух событий относительно K', вообще говоря, не обращается в нуль, и тогда, когда разность времен Δt этих событий относительно K исчезает. Чисто пространственному расстоянию двух событий относительно системы отсчета K соответствует расстояние во времени этих же событий относительно K'. Однако и не в этом заключается открытие Минковского, важное для формального развития теории относительности. Оно состоит скорее в осознании того, что четырехмерный пространственно-временной континуум теории относительности по своим основным формальным свойствам глубоко родствен трехмерному континууму евклидовой геометрии[1]. Для полного выявления этого родства необходимо вместо обычной временной координаты t ввести пропорциональную ей мнимую величину $\sqrt{-1}ct$. Но тогда законы природы, удовлетворяющие требованиям (специальной) теории относительности, принимают такую математическую форму, в которой временная координата играет точно такую же роль, как и три пространственные координаты. Формально эти четыре координаты совершенно точно соответствуют трем пространственным координатам евклидовой геометрии. Даже нематематику должно быть ясно, что благодаря этому чисто формальному положению теория относительности чрезвычайно выиграла в наглядности и стройности.

Эти краткие указания дают читателю лишь смутное представление о важных мыслях Минковского, без которых общая теория относительности, основные положения которой излагаются ниже, быть может, оставалась бы в зачаточном состоянии. Но более глубокое усвоение этого материала, несомненно, трудного для читателя без математической подготовки, не является необходимым для понимания как специальной, так и общей теории относительности; поэтому мы оставим здесь изложение этого вопроса и снова вернемся к нему лишь на последних страницах этой работы.

[1] Ср. несколько более подробное изложение этого вопроса в Приложении II.