

## ОТВЕТ НА СТАТЬЮ РЕЙХЕНБЕХЕРА \*<sup>1</sup>

На вопрос, можно ли построить теорию гравитации, не основываясь на принципе относительности, следует ответить: без сомнения, да. Для чего же тогда нужен принцип относительности? Я отвечу сперва сравнением. Термодинамика, конечно, может развиваться без второго начала; зачем же тогда пользоваться вторым началом?

Ответ очевиден. Из двух теорий, объясняющих совокупность достоверных опытных фактов в некоторой области, предпочтение следует отдать той, которая требует меньше независимых предположений. С этой точки зрения принцип относительности представляет для электродинамики и теории гравитации такую же ценность, как второе начало для термодинамики, так как потребовалось бы выдвинуть значительно больше независимых гипотез для того, чтобы получить следствия теории относительности, не прибегая к принципу относительности. Это показали все прежние попытки обойтись без принципа относительности.

Кроме того, введение общего принципа относительности оправдано также с точки зрения теории познания. Ведь система координат представляет собой всего лишь средство описания и сама по себе не имеет ничего общего с описываемыми предметами. Этой ситуации вполне соответствует только общековариантный способ формулирования законов природы, ибо при всяком другом способе высказывания о средстве описания смешиваются с высказываниями об описываемом предмете. В качестве примера приведу закон инерции Галилея. В подробной формулировке он должен выглядеть так: *материальные точки, достаточно удаленные одна от другой, движутся прямолинейно и равномерно при условии, что движение рассматривается в системе координат, движущейся надлежащим образом, и что время определяется соответствующим образом.* Кто же не чувствует, что такая формулировка педантична? Однако опустить сделанную оговорку было бы недобросовестно.

\* *Antwort auf vorstehende Betrachtung.* Naturwiss., 1920, 8, 1010, 1011.

<sup>1</sup> E. R e i c h e n b ä c h e r. Naturwiss., 1920, 8, 1008—1010. (Название статьи Рейхенбехера составляет вопрос, с которого Эйнштейн начинает данную статью.— Прим. ред.)

Перейду к возражениям против релятивистской теории поля тяжести. Здесь Рейхенбехер сначала забывает решающий аргумент, а именно: численное равенство инертной и тяжелой массы должно быть следствием их тождественности<sup>2</sup>. Как известно, это выражается принципом эквивалентности. Против этого принципа он (как и Коттлер<sup>3</sup>) выдвигает возражение, что для конечных областей пространства-времени гравитационные поля в общем случае не исчезают в результате преобразования координат. При этом он не замечает, что дело совсем в другом. Ведь существенно лишь то, что механические свойства материальной точки в любой момент можно по желанию (выбирая систему отсчета) сводить либо к тяготению, либо к инерции. Большого и не требуется; из тождественности инерции и тяжести вовсе не следует, что, выбирая *одну* систему координат, можно объяснить одним только действием инерции механические свойства *двух или большего* числа масс. Никто же не упрекает, например, специальную теорию относительности за то, что она, правильно отражая относительность равномерного движения, не позволяет привести в состояние покоя все неускоренные тела, *выбрав какую-то одну систему координат*.

Пример гравитационных полей, исчезающих при преобразовании координат, имеет значение только как известный нам частный случай, в котором искомые законы природы заведомо выполняются.

Второе возражение заключается в том, что поля, существующие в системе координат, вращающейся относительно инерциальной системы (центробежные и кориолисовы поля), будто бы являются «фиктивными», а не «реальными» полями. Это правильно для теории Ньютона, поскольку эти поля не удовлетворяют дифференциальному уравнению Пуассона. Однако в общей теории относительности эти поля удовлетворяют дифференциальным уравнениям поля и потому так же «реальны» в выбранной системе отсчета, как и поля вблизи тяжелого тела.

В вопросе о том, должны ли эти поля неявно сводиться к действию масс, среди сторонников теории относительности нет полного единодушия. Сам я полагаю, что гравитационные поля в каждой точке определяются всеми сколь угодно отдаленными массами во Вселенной. Здесь нет необходимости подробно останавливаться на этом вопросе, тесно связанном с космологической проблемой, хотя он и имеет фундаментальное значение. Ибо нельзя судить о подтверждении или превосходстве теории относительности, не решив этого вопроса; окончательно же решить его может только звездная астрономия.

<sup>2</sup> Вместо слов «Так как действие тяжести... проявляется в ускорении» Рейхенбехеру следовало бы сказать: «Так как ускорение тяжести не зависит от материала и состояния тел, испытывающих действие силы тяжести». Ведь только этим свойством и отличается поле тяжести от всех других силовых полей.

<sup>3</sup> См. статью 39. — *Прим. ред.*

Рейхенбехер неправильно понял мое рассуждение о двух небесных телах, вращающихся одно вокруг другого. Лишь одно из этих тел следует рассматривать как вращающееся в смысле механики Ньютона и потому сплюсненное действием центробежных сил. Это устанавливают обитатели этих тел, пользуясь твердыми масштабами, связываются друг с другом и спрашивают: в чем реальная причина разного поведения этих небесных тел. (Это обсуждение никак не связано с лоренцовым сокращением.) Ньютон ответил бы на этот вопрос, назвав «реальным» абсолютное пространство, в котором одно тело вращается, а другое нет. Я придерживаюсь мнения Маха, которое на языке теории относительности формулируется так: все массы во Вселенной, вместе взятые, определяют поле  $g_{\mu\nu}$ , и в системе отсчета, связанной с первым телом, это поле другое, чем в системе второго тела, потому что движения всякой из порождающих поле  $g_{\mu\nu}$  масс, описываемые в этих двух системах, будут совершенно разными. На мой взгляд, инерция представляет собой (усредненное) взаимодействие между массами Вселенной в том же смысле, в каком теория Ньютона рассматривает гравитационное взаимодействие. Поэтому то, что Рейхенбехер говорит о проблеме двух тел, совершенно неверно. То обстоятельство, что действие всех остальных (кроме двух рассматриваемых) тел во Вселенной можно приближенно представить как квазипостоянное поле  $g_{\mu\nu}$ , нельзя подменять утверждением, что эти тела во Вселенной не оказывают влияния на два рассматриваемых тела.

Я совсем не понимаю, каким образом в заключение своих рассуждений, в абзаце, начинающемся словами «Если мы правильно понимаем положение вещей», после всего сказанного перед этим, Рейхенбехер приходит к выводу, что законы природы необходимо выражать в общековариантном виде. Ведь если ускорение имеет абсолютный смысл, то неускоренные системы координат будут выделены природой; иначе говоря, тогда законы природы в этих системах должны быть другими (и более простыми), чем в ускоренных системах координат. Тогда нет никакого смысла усложнять формулировку законов, выражая их в общековариантной форме.

Наоборот, если законы природы таковы, что ни при каком выборе системы координат с каким-либо особым состоянием движения они не принимают особенно простого вида, то требование общей ковариантности становится средством исследования. Если, кроме того, предполагается, что для бесконечно малой области выполняется специальная теория относительности и что вытекающие из этой предпосылки величины  $g_{\mu\nu}$  описывают гравитационное поле, то мы окажемся на почве общей теории относительности. Происходит ли это у Рейхенбехера или нет, я не смог установить из его рассуждений.

Берлин, 20 ноября 1920 г.