

Потехин А. Ф. КЛАССИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ. – Одесса: Маяк, 2003.
– С. 49–56.

ОБ ОШИБОЧНОСТИ СТО ЭЙНШТЕЙНА КАК ТЕОРИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

А. Ф. ПОТЕХИН

Одесский государственный морской университет
(65029 Одесса, ул. Мечникова, 34).

Проанализированы исходные аксиомы *Специальной теории относительности (СТО)* Эйнштейна. Показано, что ошибочная интерпретация в этой теории исходных принципов, лишает её статуса физической теории пространства-времени.

Введение

Исходные аксиомы фундаментальной физической теории должны быть обобщением экспериментальных фактов. Проанализируем, удовлетворяют ли этим требованиям аксиомы СТО Эйнштейна. Обратимся к основополагающей статье этой теории, опубликованной в 1905 г.

«Дальнейшие соображения,- пишет Эйнштейн,- опираются на принцип относительности и на принцип постоянства скорости света. Мы формулируем оба принципа следующим образом.

1. Законы, по которым изменяются состояния физических систем, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, эти изменения состояния относятся.

2. Каждый луч света движется в «покоящейся» системе координат с определённой скоростью C , независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом» [1, стр. 10].

Уточним понятие *«принцип относительности»*. Есть два принципа относительности в физике – динамический и кинематический [2], [3], [4].

Пусть в некоторых физических лабораториях, которые движутся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно, проводятся идентичные опыты для установления закона некоторого физического процесса. В этом случае мы имеем дело с динамическим принципом относительности Галилея, который является утверждением такого экспериментального факта: идентичные процессы в разных физических лабораториях, которые движутся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно, протекают и описываются одинаково.

Пусть в этих же лабораториях устанавливается некоторый физический закон для одного и того же, общего для всех них, процесса. В этом случае мы имеем дело с кинематическим принципом относительности Коперника, который является утверждением такого экспериментального факта: течение некоторого процесса не зависит от того, относительно какой из лабораторий, движущихся друг относительно друга, он рассматривается, но восприниматься и описываться этот процесс будет при этом в каждой из лабораторий по-разному.

Отличительной особенностью кинематического принципа относительности является возможность перехода от описания некоторого процесса в одной из систем отсчёта, к его описанию в

другой системе отсчёта, с помощью преобразования пространственно-временных координат. Например, в классической механике Ньютона применяют такие линейные преобразования

$$\bar{r} = \bar{r}'_0 + r'; \quad t = t', \quad (1)$$

где \bar{r} и \bar{r}' радиус-векторы одной и той же точки в неподвижной и подвижной системах отсчёта; t и t' - время в этих системах отсчёта; \bar{r}'_0 - радиус-вектор начала подвижной системы отсчёта относительно неподвижной.

Именно в связи с такого рода преобразованиями было введено понятие инвариантности и ковариантности уравнений движения.

Если уравнения движения при некотором преобразовании систем отсчёта сохраняют свой вид, но не сохраняют выражения для входящих в них функций, то говорят, что эти уравнения движения **ковариантны** относительно данного преобразования. Если же уравнения движения при некотором преобразовании сохраняют не только свой вид, но и выражения для входящих в них функций, то говорят, что они **инвариантны** относительно данного преобразования.

Являясь формально-математическими преобразованиями, связанными лишь с **формой** записи уравнений движения, инвариантность и ковариантность экспериментальной проверке не подлежат. Математическая формулировка одного и того же закона может быть дана как в инвариантной (ковариантной), так и в неинвариантной (нековариантной) форме относительно тех или иных преобразований. Так, математическая запись закона всемирного тяготения Ньютона для двух материальных частиц A и B не будет инвариантной относительно преобразований Галилея

$$\bar{r} = \bar{r}' + \bar{v}t; \quad t = t', \quad (2)$$

если этот закон записан в системе отсчёта с началом координат в одной из этих частиц, например, в точке A

$$F = \gamma \frac{m_A m_B}{r_B^2} \quad (3)$$

и инвариантной относительно этих же преобразований, если начало отсчёта будет совмещено с некоторой третьей точкой C

$$F = \gamma \frac{m_A m_B}{(\bar{r}_A - \bar{r}_B)^2}. \quad (4)$$

Утверждать, что эксперимент может подтвердить правильность записи закона всемирного тяготения в инвариантной форме (4) и неправильность в форме (3) – абсурдно.

Так как в динамическом принципе относительности речь идёт о разных, хотя и идентичных, процессах в каждой из систем отсчёта, то связать эти процессы преобразованиями типа (1), (2) и т. д. невозможно. Поэтому, для динамического принципа относительности понятия инвариантности и ковариантности неприменимы.

Анализ исходных аксиом СТО Эйнштейна

Обратимся к исходным принципам (аксиомам) Эйнштейна.

1. Формулировка первого из этих принципов, принципа относительности, является правильной, если его понимать как динамический принцип относительности Галилея. Этот принцип подтверждается всей совокупностью физических экспериментов. Однако, каждый раз, когда Эйнштейн в своих выводах, как в этой статье, так и во всех дальнейших, ссылается на данный принцип, он применяет его не как динамический, а как кинематический принцип относительности, более того, как требование инвариантной формы записи рассматриваемых им уравнений. Такое понимание первого принципа своей теории неоднократно подтверждает и сам Эйнштейн. *«Если основные уравнения механики Ньютона, записанные для неускоренной системы отсчёта, преобразовать с помощью соотношений*

$$t = t', \quad x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad (5)$$

к новой системе координат, находящейся в прямолинейном и равномерном движении по отношению к первой, то при этом получаются новые уравнения в переменных t', x', y', z' , идентичные исходным уравнениям в переменных t, x, y, z . Иначе говоря, при переходе от одной системы отсчёта к другой, движущейся равномерно и прямолинейно по отношению к первой, ньютоновские законы движения преобразуются в законы того же вида. **Именно это имеют в виду, когда говорят, что в классической механике выполняется принцип относительности...** Если основные уравнения теории Лоренца преобразовать с помощью соотношений (5), то получаются уравнения другого вида, причём в них величины x', y', z' входят уже несимметрично, **Итак, теория Лоренца, основанная на эфире, не удовлетворяет принципу относительности** (т. е., инвариантности – А. П.)» [1, стр. 144].

Начало такого ошибочного отождествления динамического принципа относительности с формально-математическим требованием инвариантности уравнений движения относительно тех или иных преобразований систем отсчёта восходит к А. Пуанкаре. Согласно Пуанкаре, “*принцип относительности должен рассматриваться как условное соглашение*” [5, с.428]. “*В чём же заключается переворот, происшедший под влиянием новейших успехов физики?*”, - спрашивает Пуанкаре. И отвечает: “*Принцип относительности в его прежней форме должен быть отвергнут, он заменяется принципом относительности Лоренца. Именно преобразования группы Лоренца не изменяют дифференциальных уравнений динамики* [5, с. 429]”. Но неизменность уравнений относительно некоторых преобразований есть требование инвариантности этих уравнений относительно данных преобразований.

Таким образом, согласно Пуанкаре и Эйнштейна, принцип относительности Галилея заключается в инвариантности уравнений динамики относительно преобразований Галилея, а принцип относительности Лоренца заключается в инвариантности этих уравнений относительно преобразований Лоренца. Это ошибочная точка зрения на саму сущность того принципа относительности, который впервые был сформулирован Галилеем и на котором базируется первый закон классической механики Ньютона – закон инерции. И эта ошибочная точка зрения оставалась незамеченной на протяжении всего XX столетия [2]. Например, в классическом курсе *Теоретической физики* Ландау и Лифшица, утверждается: «*Опыт показывает, что справедлив так называемый принцип относительности. Согласно этому принципу все законы природы одинаковы во всех инерциальных системах отсчёта. Другими словами, уравнения, выражающие законы природы, инвариантны по отношению к преобразованиям координат и времени от одной инерциальной системы отсчёта к другой. Это значит, что уравнение, описывающее некоторый закон природы, будучи выражено через координаты и время в различных инерциальных системах отсчёта, имеет один и тот же вид*» [6, стр. 13].

2. Формулировка второго принципа, принципа постоянства скорости света, также является правильной, если в нём под «неподвижной» системой координат понимать «абсолютную» систему координат, привязанную к сфере удалённых звёзд, то есть в смысле Ньютона-Максвелла-Лоренца. В таком понимании, действительно, вся совокупность экспериментальных фактов и астрономических наблюдений подтверждает, что скорость света только относительно этой единственной системы координат не зависит «от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом». В таком понимании этот принцип будем далее называть «Принцип постоянства скорости света Лоренца». Однако, Эйнштейн в своих выводах использует «то обстоятельство, что свет при измерении в движущейся системе также распространяется со скоростью C , как этого требует принцип постоянства скорости света в сочетании с принципом относительности (то есть, в сочетании с требованием инвариантности! – А. П.)» [1, стр. 15]. Это следствие в дальнейшем будем называть «Ложный принцип постоянства скорости света Эйнштейна». Для Эйнштейна достаточно было того экспериментального факта, что скорость света в одной из систем отсчёта, «абсолютной», не зависит от скорости движения его источника. А затем, отождествив инвариантность фронта световой волны относительно преобразований Лоренца с динамическим принципом относительности, он отождествляет скорость света в движущейся системе отсчёта со скоростью света в «покоящейся» системе отсчёта. Отсюда ясно, что эксперименты, под-

тверждающие справедливость динамического принципа относительности Галилея и для электродинамических процессов, автоматически отождествлялись с экспериментальным доказательством «Ложного принципа постоянства скорости света Эйнштейна». Этот принцип и лежит в основе доказательства необходимости пересмотра наших представлений о физическом пространстве и времени: «Пусть из некоторой точки A на оси x' отправляются сигналы в двух взаимно противоположных направлениях. Поскольку скорость распространения сигнала в системе K' , как и во **всякой системе** (! – А. П.), равна в (обоих направлениях) c , то сигналы достигнут равноудалённых от A точек B и C в один и тот же момент времени (в системе K'). Легко, однако, видеть, что те же самые два события (приход сигнала в B и C) будут отнюдь не одновременными для наблюдателя в системе K . Действительно, скорость сигналов относительно системы K согласно **принципу относительности** (т. е. инвариантности – см. приведенное выше определение принципа относительности цитируемых авторов – А. П.) равна тому же c , и поскольку точка B движется (относительно системы K) навстречу посланному в неё сигналу, а точка C – по направлению от сигнала (посланному из A в C), то в системе K сигнал придёт в точку B раньше, чем в точку C » [6, стр. 16].

Эйнштейн в своей первой статье 1905г. приходит к выводу, что «не следует придавать абсолютного значения понятию одновременности», сравнивая время хода светового сигнала туда и обратно в системе K' вдоль движущегося со скоростью v стержня AB

$$t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{c - v} \quad \text{и} \quad t_A^* - t_B = \frac{r_{AB}}{c + v} \quad (6)$$

со временем прохождения светового сигнала туда и обратно вдоль «моментального снимка» этого стержня на плёнку, покоящуюся в «неподвижной» системе отсчёта

$$t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{c} \quad \text{и} \quad t_A^* - t_B = \frac{r_{AB}}{c}, \quad (7)$$

что, естественно, приводит к разным результатам. «Итак, - делает вывод Эйнштейн, - наблюдатели, движущиеся вместе со стержнем, найдут, что часы в точках A и B не идут синхронно, в то время как наблюдатели, находящиеся в покоящейся системе, объявили бы эти часы синхронными». Однако, это заключение ошибочно. Необходимо учесть, что в то время как свет движется вдоль стержня, сам стержень проходит относительно неподвижной системы отсчёта некоторое расстояние. С учётом этого находим

$$t_B - t_A = \frac{r_{AB} + v(t_B - t_A)}{c} \quad \text{и} \quad t_A^* - t_B = \frac{r_{AB} - v(t_A^* - t_B)}{c}. \quad (8)$$

Результаты (6) и (8) совпадают, как и должно быть, так как рассуждения ведутся Эйнштейном в рамках понятий классической механики Ньютона, аксиомы которой непротиворечивы и базируются на экспериментальной практике.

Такая непоследовательность проявляется и в рассуждениях других авторов. Например, при теоретическом обосновании (в рамках классических представлений о пространстве и времени) оптического опыта Майкельсона-Морли, якобы подтверждающего СТО Эйнштейна, время хода продольного луча находится согласно преобразованиям Галилея, а время хода поперечного луча – вопреки этим преобразованиям и т. д.

Выводы

1. Специальная теория относительности Эйнштейна базируется на ошибочном отождествлении: а) динамического принципа относительности Галилея с инвариантностью уравнений движения относительно преобразований систем отсчёта; б) принципа постоянства скорости света Лоренца с ложным принципом постоянства скорости света Эйнштейна. Эта двойная подмена понятий полностью лишает СТО экспериментально-физической основы.

2. Вывод СТО об изменении физического пространства и времени в каждой из инерциальных систем отсчёта не может быть принят даже в качестве условного соглашения, так как это противо-

речит динамическому принципу относительности Галилея, который подтверждён всей совокупностью физических экспериментов, включая электродинамические.

3. Понятия «абсолютного времени» и «абсолютного пространства» Ньютона есть научные абстракции от «относительного, кажущегося или обыденного» времени и пространства. Опровергать эти понятия так же бессмысленно, как опровергать понятия «абсолютно твёрдого тела», «идеальной жидкости», «идеального газа» и т. п.

4. Преобразования Лоренца, как и преобразования Галилея, позволяют переформулировать математическое описание некоторого физического процесса из одной инерциальной системы отсчёта в другую, оставаясь в рамках классических представлений «абсолютного пространства» и «абсолютного времени».

5. Преимущество преобразований Лоренца по сравнению с преобразованиями Галилея заключается в том, что формально-математической деформацией пространственно-временных координат обеспечивается инвариантность фронта световой волны во всех инерциальных системах отсчёта. А так как в эти преобразования входит та же мировая константа C , что и в уравнения Максвелла, то это существенно упрощает переформулировку уравнений электродинамики из одной инерциальной системы отсчёта в другую, оставляя их ковариантными.

1. Эйнштейн А. Собрание научн. тр. Т. I. – М.: Наука, 1965.
2. Potyekhin A. F. //Hadronic Journal Supplement.- 1999. – 14. – P. 297-313.
3. Потехин А. Ф. Короткий курс теоретичної механіки в запитаннях та відповідях з аналізом базових понять.: Навчальний посібник для студентів втузів. – Одеса: ОДМУ, 2000. – 194с.
4. Потехин А. Ф. //Тез. докл. ХУІІ Международных чтений “Великие преобразователи естествознания: А. Пуанкаре”, 28 – 29 ноября 2001г. – Минск, 2001. – С. 91 – 94.
5. Пуанкаре. А. О науке. – М.: Наука, 1983. – 560с.
6. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля – М.: Наука, 1988. – 510с.
7. Эйнштейн А. Собрание научн. тр. Т. II. – М.: Наука, 1966.

Примечание Переписку с Редакцией журнала по данной статье см. в разделе ПЕРЕПИСКА настоящего сайта