Принцип причинности и сверхсветовое движение

Терехин Владимир Александрович,
независимый исследователь, г. Екатеринбург
E-mail: terekhin.vladim@yandex.ru

Аннотация

Еще в прошлом веке стало общепризнанным, что Специальная теория относительности сама по себе не запрещает движений со сверхсветовой скоростью. Но в то же время возникло и сохраняется ныне, на наш взгляд, заблуждение в том, что Принцип причинности запрещает сверхсветовое движение. Цель нашей статьи — показать, что это заблуждение возникает из-за некорректной интерпретаций событий при сверхсветовом движении.

Ключевые слова

Сверхсвет, принцип причинности, причина, следствие, интерпретация, обратное кино.

Введение

Уже более века шествует в образованном мире Теория Относительности. Тем не менее споры по некоторым вопросам, выводам и коментариям не прекращаются и сейчас. Касается это, в первую очередь, возможности движения со сверхсветовой скоростью и отношения к этой возможности Принципа причинности.

По определению Физической энциклопедии **Ф**

«***ПРИЧИННОСТИ ПРИНЦИП*** — один из наиболее общих принципов физики, устанавливающий допустимые пределы влияния физических событий друг на друга. **П. п. запрещает влияние данного события на все прошедшие события**.»

И далее: «В конце 60-х гг. **стало общепризнанным, что частная (специальная) теория относительности сама по себе не запрещает движений со сверхсветовой скоростью**, и началось подробное обсуждение свойств соответствующих объектов — тахионов . . . Это стимулировало многочисленные попытки примирить сверхсветовой характер движения с выполнением П. п, хотя сколько-нибудь полной ясности здесь достигнуто не было . . .»

Особенно активным было обсуждение этих вопросов в начале 70-х годов прошлого века. В научных и популярных журналах появлялось много статей на эти темы и особенно обсуждался Принцип причинности. Много статей печаталось, например, в Эйнштейновских сборниках, как авторов отечественных, так и зарубежных. Уровень исследований того времени оказался наиболее глубоким и разносторонним. Более поздние исследования мало что добавили.

И сейчас существует этот комплекс проблем, которые ещё ждут своего решения, ибо в тех исследованиях допускались (и допускаются сейчас) ошибки, заключающиеся:

а) в некорректной интерпретации некоторых фактов, связанных с Принципом причинности,

б) в абсолютизации выводов из относительных ситуаций.

Автор не ставит целью усомниться в каком-либо положении Теории Относительности, а предлагает более корректно рассмотреть некоторые интерпретации по а) и б). А, именно, разобраться — всегда ли сверхсветовое движение нарушает Принцип причинности. На материале ранее опубликованных статей разберем, как некорректное рассмотрение «наблюдаемого» процесса приводит к ошибочным выводам.

В качестве предварительного замечания хочу сказать: Свет, благодаря которому мы видим окружающий мир, является великим волшебником и иллюзионистом. Он часто вводит нас в заблуждение. Свет показывает нам кино, которое может соответствовать

действительности или не соответствовать. Свет может показывать кино теней и обратное кино. Со всем этим можно столкнуться, как в повседневной действительности, так и при рассмотрении сверхсветовых процессов в Теории относительности.

Краткий обзор

Коснемся вначале некоторых рассуждений и выводов из работ 70-х годов , ибо и в современных публикациях приводятся те же аргументы со ссылками и без.

Д. А. Киржниц и В. Н. Сазонов в своей статье [1] в Эйнштейновском Сборнике пишут, что повышенный интерес к проблеме сверхсветовых движений был связан с глубоко укоренившимся убеждением, что якобы Специальная теория относительности (СТО) безоговорочно отрицает саму возможность таких движений. Это, конечно, ошибочно. Сама СТО этого не отрицает.

Но А. Эйнштейн в 1907 г.[2] признает :

" . . . мы вынуждены считать возможным механизм передачи сигнала, при использовании которого **достигаемое действие предшествует причине**. Хотя этот результат с чисто логической точки зрения и не содержит, по моему, в себе никаких противоречий, он все же **настолько противоречит характеру всего нашего опыта**, что невозможность предположения v > с представляется в достаточной степени доказанной«. То есть, исходя из «характера всего нашего опыта», автор теории относительности **запретил движение со скоростью большей скорости света.** А Эйнштейн — великий здесь авторитет.

Вот от этой — то цитаты, на наш взгляд, и берут начало все дальнейшие споры и недоразумения, корректные и некорректные попытки реформировать Специальную теорию относительности, чтобы примирить возможность v > с , которую допускает СТО, с «Принципом причинности», который А. Эйнштейн определил как невозможность,

чтобы достигаемое действие предшествовало причине. И это как первая истина, которую познает человек в начале жизненного пути. Она безальтернативна, и действует как импринт . А Принцип причинности действует здесь как неоткрываемый шлагбаум.

Нельзя ли взглянуть на этот опыт немного по иному?

Нарушается ли на самом деле Принцип причинности, или создается только *видимость* этого нарушения? И эту «видимость» создает Свет, ибо он не может адекватно отобразить движение более быстрое, чем он. Попробуем разобраться.

Авторы вводной статьи о сверхсветовых движениях в Эйнштейновском сборнике

1973 [1] приводят аргументы, допускающие и не допускающие v > с в рамках СТО и делают заключение: «Истинные возражения против сверхсветовых движений лежат вне СТО и носят общефизический характер. Важнейшее из них связано с требованиями причинности.»

Многие авторы [1,3,] находят выход в Принципе «Реинтерпретации».

Принцип реинтерпретации заключается в следующем :

«Частицы с „отрицательной энергией “, сперва поглощенные и затем испущенные, есть не что иное, как частицы с положительной энергией, испущенные и поглощенные в обратном порядке» [3, с 122].

Говоря о взаимоотношении Принципа причинности и Принципа переключения, авторы [1]

Д. А. Киржниц и В. Н. Сазонов отмечают, что **при изучении новой области явлений нужно отличать непривычное и недопустимое.** «Ведь ни в какой системе отсчета причинно-следственная связь не оказывается разорванной, просто она может предстать перед нами обращенной во времени. Во всяком случае, цепочка событий при переходе к другой системе не перестала быть детерминированной и поэтому противоречий с общим принципом причинности нет.» [1, с. 103]

Частица с отрицательной энергией

В статье [3] О. Биланюк и Е. Сударшан схематично рассматривают ситуацию частицы с «отрицательной энергией» для некоторого наблюдателя. Ниже приводится рисунок из этой работы.

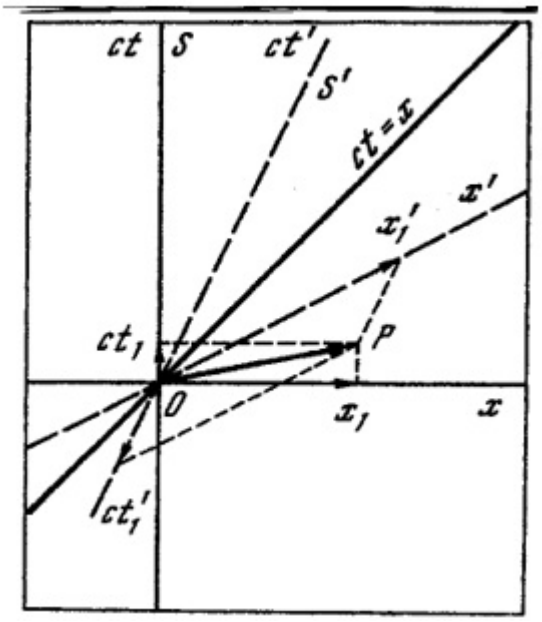

Рис. 1. Воспроизведен из работы [3]. Пояснения в тексте.

Авторы рассматривают систему координат S, относительно которой наблюдатель покоится, и систему S', которая движется со скоростью w по отношению к S.Частица (тахион) испускается в точке O (система S) и поглощается в точке P и движется тут со скоростью v. В другой системе S' эта же частица движется с иной скоростью. Если произведение vw будет больше c^2, то для наблюдателя в системе S' частица обладает «отрицательной энергией» и будет выглядеть *сперва поглощенной, а затем испущенной.* Все это объясняется с помощью рисунка (Рис. 1), на котором изображены обе системы координат. Нештрихованные оси относятся к системе S, штрихованные к системе S'. Каждая из штрихованных осей составляет, согласно теории относительности, угол

$\varphi = \operatorname{arctg}(w/c)$ с соответствующей осью нештрихованной системы. Точки O и P представляют собой события (положение и момент времени) испускания и поглощения частицы (тахиона).

В системе S событие P наступает после события O; в системе S' порядок событий обратный. Такая обратная последовательность событий наблюдается всегда, когда точка P лежит ниже оси x. Так описывают авторы [3].

Обратим внимание на последние высказывания авторов . По умолчанию, авторы допускают, что и в системе S и в системе S' наблюдатель *видит* одни и те же события O и P (я подчеркиваю — *видит*). Это, однако, не очевидно.

Адекватное рассмотрение

В системе S' наблюдатель видит события O' и P', которые совсем не идентичны событиям O и P, ибо они могут иметь совсем иные пространственные и временные координаты. Согласно

рисунку, здесь событие P' наступает раньше события O'. И принцип причинности здесь не нарушается, ибо это иные события. В точке P' излучается частица с *видимой* отрицательной энергией, а в точке O' эта частица поглощается. Наблюдатель видит движение иной частицы; или той же, но движущейся задом наперед. Это называют принципом реинтерпретации, он считается как бы искусственным. Но как ни маловероятно это выглядит, наблюдатель *видит* именно такую картину, если скорость частицы превышает световую. Эта *видимая* картина может быть далека от реальности, не надо ее абсолютизировать. Такая *видимость* возникает потому, что мы *видим* события с помощью света, имеющего ограниченную скорость распространения. А Его Величество Свет запрещает нам правильно видеть то, что движется быстрее Его. Если бы наблюдатель мог получать информацию со скоростью большей световой, картина движения частицы при $v > c$ была бы такой же как и при $v < c$, и наблюдатель видел бы *нормальное кино.* А так получается, что, благодаря свету, мы видим *обратное кино*, потому что световые сигналы от более поздних событий приходят раньше, чем от более ранних, при движении частицы со сверхсветовой скоростью. Мы всегда видим раньше те события, от которых свет приходит к нам раньше! Это можно сравнить с обычным кино, которое мы видим в кинотеатре. Там ведь тоже *видимую жизнь* мы принимаем за *реальную*. А если киноленту пустить в обратную сторону, мы увидим *обратное кино*. Мне таковое приходилось видеть. В давние времена приезжий киномеханик, показывая в местном клубе кино, порой случайно пускал ленту в обратную сторону. Там все происходило задом наперед, и стрелки часов двигались в обратную сторону, люди двигались спиной вперед.

А теперь про охотника и зайца.

Если в прямом кино сначала охотник стреляет в зайца, а затем заяц погибает и падает, то в обратном кино мы **не** видим, что сначала заяц погибает, а затем охотник стреляет, нет. А мы видим, что сначала заяц поднимается, потом из него вылетает пуля, летит задом наперед и попадает затем в стол ружья охотника. Вот такое кино, очень маловероятное, но принцип причинности здесь не нарушается, просто все *высвечивается* в обратном порядке. Так же и с частицами сверхсветовыми.

Характерный факт отмечают в своей статье [4] Б.М. Болотовский и В.П. Быков : «Наиболее интересной чертой излучения источников, движущихся со сверхсветовой скоростью, является то, что неподвижный наблюдатель видит не единственный реальный излучатель, а несколько пространственно — разнесенных излучающих объектов.» Авторы называют это «изображениями» и приводят примеры. То есть «изображения» могут не соответствовать реальной картине.

Выводы

Выше изложенное позволяет утверждать, что движение со скоростью более световой возможно без нарушения Принципа причинности. Но с помощью света мы не можем видеть это движение как сверхсветовое. «Изображения» или «кино», которые показывает нам Его величество Свет (электромагнитное излучение) при сверхсветовом движении, не позволяют напрямую видеть реальную картину этого движения

Мы получаем иную «видимую» картину, которая при неадекватной интерпретации может завести в тупик.

То есть Принцип причинности **сохраняется фактически** при любом движении.

Литература

1. Д. А. Киржниц, В. Н. Сазонов. Сверхсветовые движения и специальная теория относительности. Эйнштейновский сборник 1973. М., Наука, 1974, с. 84.
2. А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1, М., Наука, 1965, с. 76.

3. О. Биланюк, Е. Судоршан. Частицы за световым барьером. Эйнштейновский сборник 1973. М., «Наука», 1974, с. 112.
4. Б. М. Болотовский, В. П. Быков. Излучение при сверхсветовом движении зарядов. УФН, том 160, вып. 6, 1990, с. 14