

Принцип причинности и инерциальные системы отсчета

А.Н. Смирнов

andreysxxx@gmail.com

Аннотация

Предложено обобщение принципа причинности. Гипотеза предполагает, что принцип причинности применяется отдельно и независимо для каждой отличающейся ИСО. Было обнаружено, что наблюдатель имеет только ту информацию, которую имеет та ИСО, относительно которой он неподвижен. Дальнейший анализ привел к выводу, что с точки зрения наблюдателя любое событие существует во всех ИСО, даже если оно существует только в части ИСО.

Гипотеза приводит к тому, что возникает два типа преобразований при переходе между инерциальными системами отсчета. Первое это преобразования с точки зрения наблюдателя. Второй тип преобразований, это прямые преобразования пространства-времени и полей. Было показано, что гипотеза не противоречит современным широко принятым физическим теориям. Если гипотеза верна, то все современные физические теории удовлетворяют только первому типу преобразований. Гипотеза позволяет создавать новый класс теорий, учитывающий второй тип преобразований. Эти теории могут приводить к новым предсказаниям. Поэтому можно утверждать, что гипотеза является, в принципе, фальсифицируемой. Гипотеза показывает на возможное существование чего-то более фундаментального чем пространство-время.

Введение

Принцип причинности является одним из самых общих физических принципов.

Как показывает изучение литературы, попыток обобщения этого принципа не было.

Поищем возможности для такого обобщения. Формулировку принципа причинности считаем верной, не пытаемся ее модифицировать. Тогда остается только поиск какого-то неявного постулата принципа причинности, который принят a priori, без экспериментального подтверждения. После чего, нужно будет найти возможность его модификации. При этом, так как формулировка принципа причинности не меняется, то новый обобщенный принцип будет переходить в существующий при стремлении к нулю отличия неявного постулата принципа причинности от его модификации.

Очевидно, что это может быть только какой-то очень фундаментальный постулат, который воспринимается как очевидный без доказательств и без экспериментальной проверки, и который никогда ранее не подвергался сомнению.

Рассматриваем только инерциальные системы отсчета. Для пространства-времени с кривизной, рассматриваем локальные инерциальные системы отсчета.

1. Принцип причинности

Рассмотрим принцип причинности. Принцип причинности говорит, что любое событие чем-то вызвано, имеет причину. В классической физике по предыдущему состоянию системы возможно однозначно найти состояние системы в любой последующий момент времени. В квантовой физике состояние системы обычно описывается волновыми функциями. Принцип причинности позволяет, зная состояние системы в какой-то момент времени, найти состояние системы в любой последующий момент времени. Это можно записать так:

$$\varphi(t + dt) = A\varphi(t) \quad (1)$$

Здесь φ – состояние системы, t – время, A – некоторый оператор. Состояние системы φ включает в себя то множество значений, которое необходимо для описания системы. Например, для описания системы тел на основе закона всемирного притяжения Ньютона, если рассматривать тела как материальные точки, для описания состояния достаточно масс, скоростей и координат тел. Соответственно, значение должно состоять из массы, вектора скорости и координат тела. Для описания квантово-механической системы, необходимы значения квантовых полей в каждой точке.

Какие-то события не могут влиять на другие события, так как они разделены пространственно-подобным интервалом. В квантовой физике, это выражается как отсутствие корреляции результатов измерений в точках, разделённых пространственно-подобным интервалом. Имеются другие ограничения для других формулировок, например условие микро-причинности Боголюбова [1]. Подобные ограничения можно рассматривать как дополнительные ограничения на оператор A . Для целей данной гипотезы, как эти ограничения, так и какие-то детальные свойства оператора A не важны и рассматриваться не будут. Важно только то, что имеется некоторый оператор A , с какими-то свойствами, который переводит систему из состояния в момент времени t в состояние в момент времени $t + dt$.

Можно отметить, что одного только уравнения 1 для принципа причинности недостаточно. Допустим, мы знаем состояние системы в некоторой инерциальной системе отсчета (ИСО). Обозначим эту ИСО как L . Можно ли на основе этого найти состояние системы в другой ИСО, L' , двигающейся с ненулевой скоростью относительно L ? Если это невозможно, то события в разных ИСО невозможно связать между собой. Однако, практика применения принципа причинности в современных физических теориях подразумевает, что, зная состояние системы в одной ИСО, можно получить состояние системы в другой ИСО. Таким образом, для выполнения принципа причинности должно выполняться еще и следующее уравнение, для каждого φ'_i и t'_i , для произвольной L' :

$$\begin{cases} \varphi'_i(L') = B_{\varphi_i}\varphi(L) \\ t'_i(L') = B_t t_i(L) \end{cases} \quad (2)$$

Здесь φ'_i - одно из множества состояний в ИСО L' , t_i – время в L для φ_i , i -го элемента множества φ , t'_i - соответствующее время в L' , B_{φ_i} – некоторый оператор, переводящий состояние системы из одной ИСО L в другую ИСО L' для φ_i , B_t – оператор, переводящий время из ИСО L в ИСО L' . Свойства этих операторов мы здесь пока не рассматриваем.

Преобразование выше обычно записывают чуть иначе. Для нахождения состояния в некоторой точке пространства-времени в одной ИСО, обычно берут состояние в другой ИСО в некоторой точке пространства-времени. Уравнение 2 включает такое описание как частный случай, когда φ'_i зависит не от всех состояний в L , а только от состояния в некоторой точке.

В случае, если две ИСО имеют нулевую относительную скорость, отличаются началом координат или ориентацией осей, то простым преобразованием можно перевести одну ИСО в другую. Чтобы исключить из рассмотрения такие преобразования, далее будем рассматривать только отличающиеся ИСО. Для наших целей, определим, что две ИСО отличаются, если они имеют ненулевую относительную скорость.

Теперь вновь взглянем на уравнение 1. Хочется отделить преобразование состояния между ИСО от изменения состояния во времени. Изменим уравнение на следующее:

$$\varphi(t + dt, L) = A\varphi(t, L) \quad (3)$$

Теперь $\varphi(t, L)$ обозначает состояние системы не просто в момент времени t , а еще и в некоторой ИСО L . Оператор A , соответственно, переводит состояние системы между разными моментами времени в одной и той же ИСО.

Тогда, для выполнения принципа причинности необходимо выполнение одновременно двух уравнений, 2 и 3, что приводит к системе уравнений:

$$\begin{cases} \varphi(t + dt, L) = A\varphi(t, L) \\ \varphi'_i(L') = B_{\varphi_i}\varphi(L) \\ t'_i(L') = B_t t_i(L) \end{cases} \quad (4)$$

Уравнение 1 позволяет описать принцип причинности, когда мы не рассматриваем детально свойства преобразований между ИСО. Уравнение 4 нужно для более детального анализа того, как связаны принцип причинности и преобразования между ИСО.

2. Принцип причинности и инерциальные системы отсчета

Рассмотрим пространство-время, с некоторыми полями, содержащее наблюдателя.

Наблюдателем может быть как некоторый прибор, так и разумное существо. Считаем, что в этом пространстве-времени выполняется принцип причинности.

Далее событие будет означать событие, которое описывается принципом причинности.

Рассмотрим следующий вопрос: может ли рассматриваемое пространство-время содержать причинно-следственные связи, начинающиеся от события, которое не происходило в этом пространстве-времени?

Примером события может быть столкновение двух тел. Неважно, являются ли это элементарные частицы, описываемые квантовой физикой или какие-то большие тела. Важно то, что, согласно устоявшимся в физике взглядам, если событие, столкновение двух тел как пример, произошло в одной ИСО, то оно происходит во всех ИСО. Это означает, что уравнение 2, преобразование состояния между ИСО, должно сохранять события. У события, после преобразования, могут меняться какие-то свойства, могут меняться пространственно-временные расстояния с другими событиями, но само событие происходит во всех ИСО.

Причинно-следственные связи, начинающиеся от события, которое не происходило в этом пространстве-времени, можно описать как множество состояний в некоторый момент времени t в некоторой ИСО, которые не следуют из множества состояний в момент времени t_0 . То есть, множество состояний $\varphi'(t)$ содержит такие состояния, которые не входят во множество $\varphi(t)$, где $\varphi(t)$ удовлетворяют уравнению 3 и получается от состояния в момент времени t_0 . Очевидно, что это противоречит уравнению 3, и поэтому невозможно. Ожидаемый результат, потому что иначе бы это нарушало бы принцип причинности.

Рассмотрим вопрос о том, как можно описать информацию о событии с точки зрения принципа причинности. Происходит некоторое событие, после чего имеются причинно-следственные связи, начинающиеся от этого события. Тогда информация о событии – это множество причинно-следственных связей, начинающихся от этого события.

Предположим, что уравнение 2 не сохраняет события при переходе между ИСО или вообще не выполняется, уравнение 3 выполняется. Тогда, событие может существовать в некотором множестве ИСО и не существовать в другом множестве ИСО. Это предположение означает, что принцип причинности применяется отдельно и независимо для каждой отличающейся инерциальной системы отсчета. Это основное предположение гипотезы.

Определим, что такое применение принципа причинности независимо и отдельно для каждой отличающейся ИСО. Считаем, что принцип причинности применяется отдельно и независимо для каждой отличающейся ИСО, если выполняется уравнение 3, а уравнение 2 не сохраняет события при переходе между ИСО. Отметим, что частным случаем несохранения событий при переходе между ИСО является случай, когда уравнения 2 вообще не выполняются, то есть на основании состояния системы в одной ИСО невозможно определить состояние системы в другой ИСО.

Если принцип причинности применяется независимо для каждой ИСО, то в разных ИСО могут быть различия в причинно-следственных связях. Различия в причинно-следственных связях означает, что какие-то события могли происходить в одной ИСО и не происходить в какой-то другой ИСО. Разница в событиях означает еще и разницу в объектах. Как пример, в результате события столкновения двух электронов в одной ИСО были порождены несколько новых частиц, а в другой ИСО этого столкновения не было, поэтому и новых частиц не могло появиться. Мы не предполагаем, что разница в событиях ограничена микроуровнем. При достаточно большой разнице в событиях, Луна может существовать в одной ИСО и не существовать в другой ИСО.

Отдельно отметим, что ситуация, когда события происходят одновременно в одной ИСО и, согласно теории относительности, в разное время в других ИСО, не ведет к отличию в причинно-следственных связях.

Если в разных ИСО имеются различия в причинно-следственных связях, то это ведет к принципиальной невозможности передачи информации между ИСО о тех событиях, которых нет в другой ИСО. Для передачи такой информации необходимо, чтобы событие, которого нет в ИСО, оказывало влияние на события, которые в ИСО есть, что противоречит принципу причинности, если применять его независимо для разных ИСО.

Теперь рассмотрим, как влияет независимое применение принципа причинности на разумного наблюдателя и на доступную разумному наблюдателю информацию.

3. Принцип причинности и разумный наблюдатель

Разумный наблюдатель производит измерения различных физических систем, самостоятельно или при помощи измерительных приборов, и делает выводы из таких измерений. Например, разумный наблюдатель может создавать теории физических явлений, удовлетворяющих результатам его наблюдений. Рассмотрим, какая информация доступна разумному наблюдателю.

Далее, если не написано иное, наблюдатель будет означать разумного наблюдателя.

Рассмотрим пространство-время, с некоторыми полями, содержащее наблюдателя. Считаем, что в этом пространстве-времени выполняется принцип причинности, независимо для каждой ИСО.

Независимое применение принципа причинности к каждой ИСО приводит к появлению вопросов:

- В какой ИСО наблюдатель осознает себя?
- В какой ИСО наблюдатель наблюдает?

Эти вопросы появляются потому, что события в разных ИСО могут различаться.

Отметим, что на вопрос о том, в какой ИСО наблюдатель наблюдает, общепризнанный ответ - в той, относительно которой неподвижен. Только при таком ответе можно интерпретировать сигнал, полученный от движущегося наблюдателя, как несущий информацию о том, что этот наблюдатель наблюдает в своей ИСО.

Предполагаем, что сознание человека является полностью физическим явлением.

Полноценной теории сознания на данный момент не существует. Если бы она существовала, то можно было бы опереться на нее при выводах. При отсутствии такой теории, остается использовать повседневный опыт.

На основе повседневного опыта, замечаем, что человек в каждый момент времени осознает себя находящимся в каком-то одном состоянии. Одно состояние физического тела в конкретный момент времени, в рамках гипотезы, может быть только в одной ИСО. В других ИСО, согласно гипотезе, физическое тело может иметь какие-то другие состояния. Поэтому делаем вывод, что человек осознает себя только в одной ИСО. Теперь нужно найти эту ИСО. На основе повседневного опыта, вся явления мы наблюдаем относительно себя, относительно своего тела. Поэтому делаем вывод, что наблюдаем мы в той ИСО, относительно которой наше тело неподвижно. Выглядит логичным сделать вывод, что осознаем себя мы в той же ИСО, в которой и наблюдаем, то есть в той ИСО, относительно которой неподвижны.

На наш взгляд, эти выводы выглядят убедительными. Однако есть понимание, что, возможно, анализ на основе каких-то философских взглядов выявит в доказательствах какие-то проблемы.

Поэтому можно сказать, что гипотеза опирается еще и на следующее, возможно доказанное, предположение: любой разумный наблюдатель, в том числе человек, осознает себя и наблюдает явления только в той ИСО, относительно которой, в данный момент времени, неподвижно его тело. Эта ИСО, в которой наблюдатель осознает себя и в которой он наблюдает, является для него выделенной. Наблюдателю доступна информация о событиях только из этой ИСО.

Из этого немедленно следует вывод: Наблюдатель не может иметь информации о событии, которое не происходило в его ИСО, той ИСО, относительно которой он неподвижен.

Это один из важных выводов гипотезы.

Можно пытаться строить различные схемы, как получить информацию из более чем одной ИСО, но все они упираются в одну неустранимую проблему. Проблема заключается в том, что для получения информации из какой-то другой ИСО, нужно устранить преобразование перехода между ИСО, уравнение 2, что невозможно.

Предположим, что уравнение 2 не сохраняет события при переходе между ИСО или вообще не выполняется, уравнение 3 выполняется. Тогда, событие может существовать в некотором множестве ИСО и не существовать в другом множестве ИСО. Рассмотрим, как это будет воспринимать наблюдатель, будут ли отличаться события между ИСО с точки зрения наблюдателя. Для наших целей, мы считаем, что если какое-то событие существует во всех рассматриваемых ИСО, то это событие между ИСО не отличается, даже если какие-то свойства события меняются.

Наблюдатель может получать информацию о том, что происходит в других ИСО, двумя способами. Первый способ, это получение сигнала с информацией от наблюдателя, который покоится относительно другой ИСО, двигающейся с ненулевой скоростью относительно первого наблюдателя. Второй способ, наблюдатель может изменить свою скорость и перейти в другую ИСО. Рассмотрим, для каждого из вариантов, как при этом будут выглядеть события с точки зрения наблюдателя.

Рассмотрим первый способ. Пусть имеется ИСО L и ИСО L' , двигающиеся с ненулевой скоростью относительно друг друга. В ИСО L пусть имеется наблюдатель 1, неподвижный относительно нее. В L' имеется наблюдатель 2, неподвижный относительно этой ИСО. Наблюдатели 1 и 2 обмениваются информацией о том, что они наблюдают. Пусть сигнал, посылаемый каждым из наблюдателей, содержит информацию о событии, которое есть в ИСО того наблюдателя, что посылает сигнал, но нет в ИСО принимающего наблюдателя. Может ли принимающий

наблюдатель получить информацию о событии, которого нет у него в ИСО? Эту информацию можно описать как некоторый набор причинно-следственных связей, начинающихся от события, которого в данной ИСО не было. Или, иначе, как множество состояний системы, которое не удовлетворяет уравнению 3. Как было рассмотрено выше, это невозможно. Поэтому, неважно что посылает другой наблюдатель, для принимающего наблюдателя получаемый сигнал не может входить в противоречие с принципом причинности и уравнением 3.

Теперь рассмотрим второй способ. Наблюдатель что-то наблюдал, сохранил результаты своих наблюдений на многочисленных инструментах. После чего, наблюдатель изменяет свою скорость и начинает иметь нулевую скорость относительно другой ИСО. Может ли наблюдатель обнаружить, что в новой ИСО отсутствуют какие-то события, которые были в предыдущей ИСО? Снова, эту информацию можно описать как некоторый набор причинно-следственных связей, начинающихся от события, которого в данной ИСО не было. Или, иначе, как множество состояний системы, которое не удовлетворяет уравнению 3. Как было рассмотрено выше, это невозможно. Теперь рассмотрим, может ли наблюдатель обнаружить, что в его новой ИСО есть какие-то события, которых не было в предыдущей ИСО. Для этого, наблюдателю как-то нужно иметь возможность узнать, было ли такое событие в предыдущей ИСО. То есть, нужно найти причинно-следственные связи, которые отсутствуют в предыдущей ИСО и имеются в новой ИСО. Или, иначе, найти множество состояний из уравнений 3, которые имеются в новой ИСО и отсутствуют в предыдущей. В новой ИСО такой информации нет. Получить ее из другой ИСО невозможно, как было рассмотрено выше. Получение такой информации означало бы, что такая информация появилась в ИСО, при этом ее там не может быть. Поэтому делаем вывод, что наблюдатель не может обнаружить что в его новой ИСО отсутствуют какие-то события, которые были в его предыдущей ИСО.

Под одинаковостью событий мы обозначаем, что если какое-то событие произошло в одной ИСО, то оно произошло во всех ИСО. Тут мы не утверждаем, что свойства любого события одинаковы во всех ИСО.

Приходим к выводу, что с точки зрения наблюдателя, события одинаковы во всех ИСО, даже при их фактическом отличии из-за того, что уравнение 2 не сохраняет события при переходе между ИСО или вообще не выполняется. Или, иначе, с точки зрения наблюдателя любое событие существует во всех ИСО, даже если фактически событие существует только в части ИСО.

Это ключевой результат для гипотезы.

Отметим, что такой результат верен как для случая, когда уравнение 2 сохраняет события, так и для случая, когда события не сохраняются.

Получен ключевой результат для обобщения принципа причинности: неважно, отличаются ли события в разных ИСО или нет, но для наблюдателя всегда будет выглядеть так, что события во всех ИСО одинаковые.

4. Применение принципа причинности и существование человека

Предположим, что поля в разных инерциальных системах отсчета, имеющих ненулевую скорость относительно друг друга, полностью независимы. При ускорении или замедлении, мы переходили бы в другую систему отсчета, поля в которой были бы полностью независимы от предшествующей. В этом случае, если в одной из ИСО имеется человек, то нет никаких оснований для того, чтобы он был в любой другой ИСО. Тем самым, человек мог бы существовать только в одной ИСО, и исчезал бы при изменении своей скорости. Но это очевидно противоречит повседневному опыту - при изменении скорости, наше сознание остается непрерывным, тело продолжает существовать. Исходя из этого, должно существовать ограничение на то, насколько отличаются поля и, соответственно, события в разных системах отсчета.

Предположим, что при стремлении относительной скорости инерциальных систем отсчета относительно друг друга к нулю, разница между применением принципа причинности одновременно к обоим ИСО и отдельно для каждой ИСО должна стремиться к нулю. В этом случае появляется некоторая зависимость полей, находящихся в разных инерциальных системах отсчета, друг от друга. При достаточно малой разнице скорости между системами отсчета, изменение скорости человеком не будет приводить к его исчезновению в той системе отсчета, которая стала его новой системой отсчета с нулевой относительной скоростью. Это условие является необходимым для существования человека.

Это можно сформулировать так: при стремлении относительной скорости двух инерциальных систем отсчета к нулю, разница между применением принципа причинности отдельно для каждой из этих ИСО с применением принципа причинности одновременно к обоим ИСО должна стремиться к нулю. Это еще один постулат гипотезы, дополнительный к основному предположению.

5. Типы преобразований пространства-времени и полей

Рассмотрим преобразования пространства-времени и полей, возникающие на основе основного предположения гипотезы.

Можно заметить, что с точки зрения наблюдателя, каждое событие существует во всех ИСО, принцип причинности связывает события во всех ИСО. При этом, фактически события могут различаться, некоторые события могут существовать в одной ИСО и отсутствовать в другой. Поэтому тут можно выделить два типа преобразований.

Первый тип, это преобразования пространства-времени и полей на основе полей, наблюдаемых в разных инерциальных системах отсчета наблюдателями, неподвижными относительно соответствующих инерциальных систем отсчета.

Второй тип преобразований, это преобразования пространства-времени и полей с точки зрения наблюдателя. Наблюдатель может быть неподвижен относительно одной из инерциальных систем отсчета, он может менять свою скорость, но, согласно результатам выше, для него любое событие выглядит как существующее во всех ИСО.

Рассмотрим эти типы преобразований и их отличия друг от друга более подробно.

Сначала рассмотрим преобразования пространства-времени и событий с точки зрения наблюдателя. Наблюдатель может наблюдать только в той инерциальной системе отсчета, относительно которой неподвижен. Вся информация о событиях в других инерциальных системах отсчета является косвенной, и восстанавливается на основе наблюдений в системе отсчета наблюдателя. Наблюдатель наблюдает, и на основе результатов наблюдений строит предположения о том, какие должны быть преобразования пространства-времени. Наблюдатель видит, что события, которые он наблюдает в одной системе отсчета, происходят и в других системах отсчета. Из этого наблюдатель может сделать вывод, что если событие происходит в одной системе отсчета, оно происходит в любой другой системе отсчета. На основе таких наблюдений и основанных на них выводах можно построить преобразования пространства-времени, полей и соответствующую теорию. Назовем этот тип преобразований наблюдаемыми преобразованиями пространства-времени и полей.

Второй тип преобразования пространства-времени и полей, это преобразования пространства-времени и полей на основе полей, наблюдаемых в разных инерциальных системах отсчета наблюдателями, неподвижными относительно соответствующих инерциальных систем отсчета. Как было обсуждено выше, наблюдателям невозможно получить информацию о событиях, находящихся в инерциальных системах отсчета, движущимся относительно них, и напрямую

сравнить их. Назовем этот тип преобразований прямыми преобразованиями пространства-времени-полей.

Из основного предположения гипотезы, мы получили, что должно существовать два типа преобразований пространства времени и полей.

Наличие двух разных типов преобразований делает невозможным использование некоторого единого континуума пространства-времени, где переход между ИСО соответствует смене координат. В едином континууме пространства-времени невозможно получить различающиеся события в разных ИСО. Поэтому, если гипотеза верна, то она указывает на существование чего-то более фундаментального, чем пространство-время.

6. Постулаты гипотезы

Теперь можно описать все постулаты гипотезы.

Напишем постулаты данной гипотезы.

Постулат 1: принцип причинности применяется отдельно и независимо для каждой отличающейся инерциальной системы отсчета.

Этот постулат является основным предположением гипотезы.

Этот постулат менее ограничивающий, чем обычный принцип причинности, который действует на события во всех системах отсчета. Поэтому, добавление этого постулата не ограничивает, а расширяет гипотезу, по сравнению с существующим принципом причинности.

Постулат 2: при стремлении относительной скорости двух инерциальных систем отсчета к нулю, разница между применением принципа причинности отдельно для каждой из этих ИСО с применением принципа причинности одновременно к обоим ИСО должна стремиться к нулю.

Можно ли этот постулат рассматривать как отдельный постулат или это просто следствие предыдущего постулата, не вполне понятно. Выше уже было показано, как возникает это требование. Поэтому можно сказать, что это утверждение является следствием факта существования человека.

7. Возможности проверки гипотезы

Полученный выше вывод что, с точки зрения наблюдателя, события во всех системах отсчета одинаковы, исключает возможность прямой проверки гипотезы, сравнивая события в разных системах отсчета.

Имеются физические теории, которые ожидают одинаковости событий во всех системах отсчета. Если в какой-то системе отсчета произошло столкновение пары частиц, то все современные физические теории ожидают, что такое столкновение произойдет во всех системах отсчета. Получается, что все современные физические теории согласуются с этой гипотезой, хотя и удовлетворяют только преобразованиям с точки зрения наблюдателя.

Можно попытаться найти другие способы проверки гипотезы. Один способ, это построение теории на основе гипотезы. И тогда можно было бы проверить предсказания такой теории.

Виден способ косвенной проверки гипотезы, попробовать найти ограничения сверху и снизу на то, насколько события могут различаться в разных инерциальных системах отсчета. Как именно это сделать не вполне понятно, однако можно высказать некоторые соображения. Человек изменяет свою скорость в довольно широких пределах. При этом, человек существует во всех этих системах отсчета. Используя этот факт, и на основе различных моделей о том, как меняются события между инерциальными системами отсчета, случайно или как-то еще, можно получить ограничение

сверху на то, насколько отличаются события между инерциальными системами отсчета. Такая идея косвенной проверки находится довольно просто. Это может означать, что можно найти еще целый ряд косвенных способов проверки третьего постулата гипотезы.

Возможно, детальный анализ позволит найти способы для того, чтобы найти еще и возможности для проверки ограничения снизу.

Заключение

Рассмотрено применение принципа причинности к инерциальным системам отсчета. Рассмотрена гипотеза о том, что принцип причинности применяется отдельно и независимо для каждой отдельной ИСО.

Было обнаружено, что наблюдатель имеет только ту информацию, которую имеет та ИСО, относительно которой он неподвижен. Дальнейший анализ привел к выводу, что с точки зрения наблюдателя любое событие существует во всех ИСО, даже если фактически событие существует только в части ИСО.

Эта гипотеза приводит к тому, что возникает два типа преобразований при переходе между инерциальными системами отсчета. Первое это преобразования с точки зрения наблюдателя. Второй тип преобразований является новым типом преобразований, это прямые преобразования пространства-времени и полей.

Так как все современные широко принятые физические теории считают, что если событие произошло в одной ИСО, то оно произошло во всех ИСО, то это означает что эти теории удовлетворяют только преобразованиям с точки зрения наблюдателя. Это так же означает, что гипотеза не противоречит ни одной широко принятой физической теории, но при этом такие теории описывают только частный случай.

Так как гипотеза предсказывает второй тип преобразований, который отсутствует во всех широко принятых теориях, это означает возможность построения нового класса теорий, которые бы учитывали дополнительный тип преобразований. Если для преобразований первого типа, преобразования с точки зрения наблюдателя, можно сказать что они соответствуют преобразованиям СТО и ОТО, для плоского пространства-времени и для пространства-времени с кривизной, то теории, которая бы описывала преобразования второго типа, отсутствует.

Точный вид прямых преобразования пространства-времени-полей в рамках данной гипотезы получить невозможно. Для этого требуется более глубокая теория. Такая теория, возможно, приведет к предсказанию новых эффектов, которые можно будет экспериментально проверить. Поэтому можно утверждать, что данная гипотеза является, в принципе, фальсифицируемой.

Рассмотрим возможные возражения против гипотезы:

1. Этого не может быть, потому что этого не может быть никогда
2. Это не наука, это философия
3. В любом пространстве-времени событие, если происходит, происходит во всех ИСО. Невозможно найти такое пространство-время, чтобы событие происходило только в части ИСО. Следовательно, гипотеза неверна.
4. Специальная теория относительности приводит к пространству Минковского. В пространстве Минковского событие, если происходит, происходит во всех ИСО. Следовательно, эта гипотеза противоречит СТО.
5. Где теория, которая все это опишет? Может, такую теорию вообще невозможно построить?

Ответ на первое возможное возражение довольно очевиден. Да, может показаться, что гипотеза противоречит здравому смыслу. Однако, в науке это не должно являться аргументом.

По возражению #2. Выше был рассмотрены возможные варианты проверки гипотезы и показано, что гипотеза является, в принципе, фальсифицируемой. Поэтому можно утверждать, что она относится именно к науке, а не к философии.

По возражению #3. Как уже было упомянуто, гипотеза указывает на существование чего-то, что более фундаментально, чем пространство-время, именно по причине невозможности получения разных событий в разных ИСО в пространстве-времени.

По возражению #4. Ответ на него уже был дан, но напишем еще раз, более детально. СТО имеет зависимость от принципа причинности. Так, в первом постулате СТО упоминаются законы природы. Законы природы связывают начальное состояние, которое можно рассматривать как причину, и состояние в некоторый последующий момент времени, которое можно рассматривать как следствия. Во втором постулате СТО упоминается движение света в вакууме. То есть имеется что-то, что движется в каких-то условиях в какой-то момент времени, и утверждается, что далее оно будет вести себя так-то. Тут тоже видна причина и следствие. Не видно способов, как сформулировать постулаты СТО, не опираясь на принцип причинности. Гипотеза обобщает принцип причинности, и приводит к двум типам преобразований. Одно из преобразований, преобразования с точки зрения наблюдателя, сохраняет события при переходе между ИСО. Согласно СТО, событие, если произошло, происходит во всех ИСО. Поэтому СТО согласуется с преобразованиями с точки зрения наблюдателя. СТО, если гипотеза верна, описывает только преобразования первого типа, преобразования с точки зрения наблюдателя. Гипотеза, действительно, не согласуется с пространством Минковского, как и с любым другим пространством-временем, но это не означает, что она противоречит СТО. Пространство Минковского тут остается как полезный инструмент, описывающий только то, что описывает СТО. СТО преобразования второго типа не описывает.

Аналогичное возможное возражения можно сформулировать для общей теории относительности, ответ такой же.

По возражению #5. Для того, чтобы создать теорию, нужно понять, что это в принципе возможно. Гипотеза показывает наличие такой возможности. Она добавляет новые возможности для построения теорий. Будут ли эти возможности использованы при построение теорий, покажет будущее.

В гипотезе имеется ряд открытых вопросов. Например, необходимо детальное рассмотрение вопроса о том, можно ли как-то проверить принцип причинности и его применение к разным ИСО. Возможно, можно получить экспериментальные оценки на то, насколько применение принципа причинности отдельно к разным ИСО может приводить к разнице событий между ИСО.

Другой открытый вопрос, тесно связанный с предыдущим, это поиск возможностей экспериментальной проверки гипотезы. Для этого, вероятно, потребуется разработка более глубокой теории, которая учитывала бы новый тип преобразований, который возникает в этой гипотезе. Но, возможно, более детальный анализ следствий гипотезы приведет к тому, что будут найдены способы проверки гипотезы без необходимости в построении более глубокой теории.

Литература

1. Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В. Квантовые поля. — 3-е изд. — М.: Физматлит, 2005