

Преобразования пространства-времени при наличии информационного барьера

Смирнов А.Н.

andreysxxx@gmail.com

Аннотация

Рассмотрена гипотеза о том, что события в разных инерциальных системах отсчета могут различаться. В рамках этой гипотезы между различными инерциальными системами отсчета возникает информационный барьер. Также это приводит к необходимости модификации принципа причинности, и введению слабой причинно-следственной связи.

Показано, что экспериментальные доказательства того, что в разных инерциальных системах отсчета события совпадают, отсутствуют.

Предложено обобщение специальной теории относительности для случая, когда события в разных инерциальных системах отсчета могут различаться.

При рассмотрении следствий гипотезы, не обнаружено противоречий с наблюдениями.

Наличие информационного барьера является индикатором того, что если основное предположение гипотезы верно, то должна существовать некоторая более фундаментальная структура, из которой должно выводиться пространство-время и события. Также, должна существовать симметрия, которой должны удовлетворять все известные фундаментальные поля.

На основе симметрии можно попытаться найти фундаментальную структуру пространства-времени и физических полей. Гипотезу можно опровергнуть, если доказать, что никаких симметрий предсказываемого типа не существует. Тогда это будет означать, что события в разных инерциальных системах отсчета совпадают.

Введение

Рассмотрим элементарную частицу, которая имеет такую скорость и энергию, что она достаточна для образования черной дыры. Такой энергии примерно соответствует Планковская энергия [1]. При этой энергии, черная дыра состоит только из одной частицы. Таким образом, в системе отсчета, где частица имеет такую энергию, должна наблюдаться микроскопическая черная дыра. Но в системе отсчета, где частица покоится, у нее нет достаточно энергии для того, чтобы оставаться черной дырой. Возникает парадокс. Этот парадокс показывает границы применимости современных физических теорий. Ожидается, что некоторая новая теория со временем решит эту проблему.

В попытках построения таких теорий уже испробовано много методов. И хотя может показаться, что все возможные методы уже известны, неизвестны лишь детали этих методов, можно попытаться найти и новые способы решения этого парадокса.

Рассмотрим две инерциальные системы отсчета, движущиеся относительно друг друга. Пусть в одной системе отсчета произошло какое-то событие. Произойдет ли это событие в другой системе отсчета? Ответ на этот вопрос кажется очевидным. Убеждение, что событие, произошедшее в одной инерциальной системе отсчета, произойдет в любой другой инерциальной системе отсчета, основано на нашем повседневном опыте. Мы регулярно изменяем свою скорость, и видим, что события, которые мы помним, как произошедшие в одной системе отсчета, произошли и в других системах отсчета. Когда-то казалось очевидным, что если два события были одновременны в одной системе отсчета, то они одновременны в любой другой системе отсчета. Теория относительности показала, что это не так. Так может и события в разных инерциальных системах отсчета могут различаться? Отличие событий означает еще и разницу в частицах. Если в одной системе отсчета столкнулись пара электронов, а в другой такого столкновения не произошло, то это означает еще и то, что в разных системах отсчета могут быть разные частицы.

Пусть в одной системе отсчета в какой-то области пространства-времени есть пара электронов. После перехода в другую систему отсчета, при наличии разницы в событиях, в соответствующей области пространства-времени может быть совершенно другой набор частиц, например один протон.

Если есть разница в событиях в разных системах отсчета, то это может быть решением описанного выше парадокса – черная дыра может наблюдаться в одной системе отсчета, и отсутствовать в другой системе отсчета.

Далее рассматриваем плоское пространство-время, чтобы не учитывать гравитацию.

Если есть разница в событиях в разных системах отсчета, то это может означать еще и то, что имеется некоторая более фундаментальная структура чем пространство-время и известные фундаментальные поля. Буду называть поля, известные как фундаментальные, наблюдаемыми полями, чтобы отличать их от лежащих в их основе фундаментальных полей. В этом случае, гравитационное, электромагнитное, сильное, слабое взаимодействия соответствуют наблюдаемым полям, а не фундаментальным полям. Используемые для описания пространства-времени математические структуры, при всем их многообразии, не позволяют описанной выше разницы событий в разных системах отсчета. Это является индикатором того, что если основное предположение гипотезы верно, то должна существовать некоторая более фундаментальная структура, из которой должно выводиться пространство-время и материя. В рамках данной статьи, не предлагаются какие-либо гипотезы о том, что это за структура.

Может показаться, что отличие событий в разных системах отсчета противоречит повседневному опыту и наблюдениям. Ведь если события в разных системах отсчета отличаются, то, наверное, это бы проявлялось во множестве экспериментов. При рассмотрении возможности различия событий в разных системах отсчета, нужно будет объяснить, почему это до сих пор не было обнаружено в экспериментах.

Если предположить, что события в разных инерциальных системах отсчета могут различаться, то возникает вопрос о том, насколько они могут различаться. Есть ли какие-то ограничения на разницу событий?

Прежде чем идти дальше, отмечу, что любой наблюдатель всегда наблюдает события только в той системе отсчета, в которой его скорость равна нулю. Как любой прибор, так и человек не может наблюдать события в системе отсчета, относительно которой имеет ненулевую скорость. Наблюдатель может получать информацию о том, что наблюдал в соответствующей системе отсчета некий прибор, например спутник. Однако, данные со спутника также наблюдаются в той системе отсчета, относительно которой неподвижен наблюдатель, а не в той, в которой неподвижен спутник.

Предположим, события в разных инерциальных системах отсчета, имеющих ненулевую скорость относительно друг друга, полностью независимы. При ускорении или замедлении, мы переходили бы в другую систему отсчета, события в которой были бы полностью независимы. В этом случае, если в одной из систем отсчета имеется человеческое тело, то нет никаких оснований для того, чтобы оно было в любой другой системе отсчета. Тем самым, человек мог бы существовать только в одной системе отсчета, 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 события в разных системах отсчета.

Предположим, что при стремлении относительной скорости инерциальных систем отсчета относительно друг друга к нулю, разница событий в них также должна стремиться к нулю. В этом случае, появляется некоторая зависимость событий, происходящих в разных инерциальных системах отсчета, друг от друга. При достаточно малой разнице событий 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. Можно ли, в рассматриваемой гипотезе, вычислить события в одной системе отсчета, на основе событий в другой системе отсчета, и наоборот? Другими словами, является ли преобразование событий при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую сюръективным, инъективным или биективным? Оснований для требования наличия биективного отображения событий в разных системах отсчета не видно, поэтому рассматриваем такое преобразование событий, которое не сюръективно и не инъективно. При этом, необходимо, чтобы после преобразования событий при переходе из одной системы отсчета обратное преобразование переводило события в исходные.

Где в описываемой модели находятся преобразования Лоренца и специальная теория относительности? В специальной теории относительности нет разницы между событиями в разных системах отсчета. Поэтому, при стремлении разницы в событиях в рассматриваемой гипотезе к нулю, преобразования плоского пространства-времени должны переходить в преобразования Лоренца. Специальная теория относительности показала, что все физические законы одинаковы во всех инерциальных системах отсчета, и что скорость света одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Это также должно выполняться и в рамках данной гипотезы.

При переходе из одной системы отсчета в другую событие может не измениться. Но при этом, могут измениться его пространственно-временные координаты, относительно других не изменившихся событий. Теория относительности говорит, что одновременность событий и расстояние между точками в разных системах отсчета могут различаться. В теории относительности используется преобразование пространства-времени. Это преобразование меняет и взаимное расположение событий. Преобразование пространства-времени можно использовать и при наличии событий, которые есть в одной системе отсчета, но отсутствуют в другой, и наоборот. Применяем преобразования Лоренца к событиям в одной системе отсчета, получаем события, ожидаемые при условии отсутствия разницы в событиях, в другой системе отсчета. Сравниваем ожидаемые события с фактическими, находим разницу. При этом, чем меньше разница скорости между сравниваемыми инерциальными системами отсчета, тем меньше должна быть разница между событиями. При разнице скорости, стремящейся к нулю, разница событий также должна стремиться к нулю.

Рассмотрим сначала возможности проверки основного предположения гипотезы. Затем опишу некоторые следствия сделанного предположения о разнице событий в различных инерциальных системах отсчета, затем опишу постулаты гипотезы.

События в разных инерциальных системах отсчета

Основным предположением гипотезы является предположение о том, что события в разных инерциальных системах отсчета могут различаться. Как это согласуется с наблюдениями? Имеются ли какие-либо доказательства того, что события в разных инерциальных системах отсчета совпадают? Противоречит ли основное предположение гипотезы каким-либо наблюдениям? Какие эксперименты могут однозначно опровергнуть основное предположение гипотезы? Рассмотрим эти вопросы.

Сначала, рассмотрим, какие эксперименты могут опровергнуть основное предположение гипотезы. Ответ на этот вопрос легко сформулировать: это эксперименты, в которых происходит прямое сравнение событий в разных инерциальных системах отсчета. Может показаться, что поставить такой эксперимент довольно просто. Берем два прибора, движущихся с некоторой скоростью относительно друг друга, настраиваем их для записи событий в некоторой одинаковой области пространства. Затем сравниваем, что приборы записали, с учетом преобразований Лоренца. Замечаем, что события совпадают. Отсюда выводим какие-то ограничения на разницу событий в разных инерциальных системах отсчета.

Далее, кажется, что есть возможность опровергнуть основное предположение гипотезы сочетая теорию и эксперименты. Из уравнений общей теории относительности и квантовой теории поля можно попробовать найти ограничение на максимальную разницу событий в разных инерциальных системах отсчета. И общая теория относительности, и квантовая теория поля, хорошо протестированы. Ищем, на основе теории, в каких экспериментах можно получить наилучшее ограничение на максимальную разницу событий в разных инерциальных системах отсчета, и ищем только те эксперименты, данные по которым уже имеются. Получаем некоторое ограничение на максимальную разницу событий в разных инерциальных системах отсчета. Скорее всего, максимальная допустимая разница в событиях в разных инерциальных системах отсчета будет исчезающе мала.

Во всех описанных выше методах проверки, что описаны выше, есть ровно один недостаток – ни в одном из них, события в разных инерциальных системах отсчета не сравниваются. Они не сравниваются ни прямо, ни косвенно.

Рассмотрим первый случай, с двумя приборами. Два прибора движутся относительно друг друга, с ненулевой скоростью. Могут ли оба прибора измерять что-то в общей системе отсчета? Способов это сделать не видно. Каждый прибор делает измерения в той системе отсчета, относительно которой покоится. Рассмотрим случай, когда приборы непрерывно передают друг другу информацию о наблюдениях. При передаче, происходит переход из одной инерциальной системы отсчета в другую, из системы отсчета передающего прибора в систему отсчета принимающего прибора. Как тут можно сравнить, одинаковые ли события наблюдались в разных системах отсчета? Для такого сравнения, нужно устранить переход между системами отсчета. Рассмотрим случай, когда приборы сначала что-то наблюдали, записывали результаты, затем изменили скорость так что их относительная скорость стала нулевой. Можно ли проводить сравнение результатов наблюдения для проверки разницы событий в разных инерциальных системах отсчета? Для этого, нужно проверить – присутствует ли тут переход между системами отсчета. Очевидно, переход присутствует – он происходит при изменении скорости прибора. Получается, что в описанном эксперименте события в разных инерциальных системах отсчета не сравниваются. Отсюда вывод – возможность прямого сравнения событий в разных инерциальных системах отсчета отсутствует.

Теперь рассмотрим метод сравнения, если задействовать теории. Тут можно заметить, что во всех существующих физических теориях, известных автору, имеется неявный постулат о том, что события в разных инерциальных системах отсчета совпадают, могут лишь меняться их пространственно-временные координаты. Можно ли из существующих теорий получить какое-либо ограничение на максимальную разницу событий в инерциальных системах отсчета, движущихся с ненулевой скоростью относительно друг друга? Берем какую-то теорию. Делаем вычисления, что если между системами отсчета есть такая-то разница в событиях, то это должно приводить к таким-то эффектам. Вроде все очевидно, легкий способ проверки. Однако, что с чем мы будем сравнивать? Нужны какие-то предсказания теорий, в которых бы отсутствовал, прямо или косвенно, переход между системами отсчета. И вот такие предсказания автору неизвестны. Переход между системами отсчета, прямой или косвенный, всегда имеется.

Отсюда вывод - возможность получить верхнее ограничение на разницу событий в разных инерциальных системах отсчета, на основе существующих теорий, отсутствует.

Единственное ограничение на разницу событий возникает из существования человека, как описано выше. Это вывод ограничения на степень независимости событий в разных системах отсчета на основе слабого антропного принципа.

Информационный барьер

Отсутствие взаимно-однозначного отображения между множествами, представляющими события в разных инерциальных системах отсчета, означает некоторую изолированность разных инерциальных систем отсчета. В разных инерциальных системах отсчета могут происходить разные события. Например, в одной из систем отсчета произошло столкновение двух электронов с излучением фотона. Но, по причине отсутствия взаимно-однозначного отображения, в каких-то системах отсчета это столкновение может не происходить, в каких-то системах отсчета этих электронов может не быть, а в каких-то системах отсчета на месте электронов могут быть, например, мюоны.

Следовательно, на основе состояния физических систем в одной системе отсчета, невозможно вычислить состояние физических систем в других системах отсчета.

Такое ограничение можно назвать информационным барьером.

Постулаты гипотезы

Рассматриваемую гипотезу можно рассматривать как обобщение специальной теории относительности Эйнштейна для случая, когда между инерциальными системами отсчета имеется информационный барьер. Напишем постулаты данной гипотезы.

Постулат 1 (принцип относительности Эйнштейна). Законы природы одинаковы во всех системах координат, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга

В рамках данной гипотезы этот постулат можно было бы изменить на следующий:

Наблюдатель, при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую, всегда наблюдает физические процессы, удовлетворяющие одинаковым, с точки зрения наблюдателя, законам природы.

В этой формулировке, законы природы в разных инерциальных системах отсчета могут различаться. При этом, такая формулировка также не противоречит наблюдениям, по уже описанным причинам. Информационный барьер позволяет получить одинаковость законов природы с точки зрения наблюдателя, при их фактической разнице. В этом случае дополнительно потребуется некоторое ограничение на степень различия законов природы в разных системах отсчета, чтобы разумный наблюдатель мог переходить между системами отсчета, сохраняя свое существование и основную часть памяти. Такая формулировка постулата приводит к тому, что нужно как-то согласовывать разные законы природы в разных системах отсчета, и непонятно как это сделать. Поэтому, хотя в рамках данной гипотезы такая формулировка и выглядит допустимой, она не используется.

Постулат 2: Скорость света в вакууме одинакова во всех системах координат, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга

Этот постулат тесно связан с первым постулатом. Как известно, Лоренц-подобные преобразования можно получить и без этого постулата [2]. Этот постулат можно обобщить аналогично первому постулату, и по тем же причинам обобщенная формулировка в данной гипотезе не используется.

Теперь новые постулаты.

Постулат 3: События в разных инерциальных системах отсчета могут различаться.

Этот постулат скорее не какой-то новый постулат, а отказ от существующего в СТО неявного постулата о том, что события в разных системах отсчета должны совпадать. В СТО может меняться одновременность событий, координаты событий, но сами события остаются неизменными. Например, если в одной системе отсчета произошло столкновение пары электронов, то в СТО оно должно произойти во всех системах отсчета. Это неявный постулат СТО. Поэтому, добавление постулата о событиях в рассматриваемую гипотезу уменьшает, по сравнению с СТО, количество сделанных предположений и постулатов.

В постулате нет требования биективности преобразования событий. Поэтому считаем, что преобразование событий между разными системами отсчета не сюръективно и не инъективно.

Постулат 4: При стремлении относительной скорости инерциальных систем отсчета к нулю, разница событий между ними тоже должна стремиться к нулю.

Насколько этот постулат нужен, не вполне понятно. Выше уже было показано, как возникает это требование. Поэтому можно сказать, что это утверждение является следствием слабого антропного принципа.

Следствие постулата – множества событий из различных инерциальных систем отсчета должны сходиться при стремлении относительной скорости систем отсчета к нулю.

Также, следствием этого постулата является то, что в рамках рассматриваемой гипотезы информационный барьер не абсолютен. Требование сходимости множеств событий при стремлении относительной скорости инерциальных систем отсчета к нулю, накладывает ограничение на степень изолированности систем отсчета.

Принцип причинности

Согласно принципу причинности, между различными событиями может быть причинно-следственная связь. Распространяется ли принцип причинности на события, произошедшие в разных инерциальных системах отсчета? Может ли событие A , наблюдавшееся в одной системе отсчета, влиять на событие B в другой системе отсчета?

В рассматриваемой гипотезе с информационным барьером, события в разных системах отсчета имеют значительную степень независимости. Некоторая зависимость событий в разных системах отсчета имеется только из-за требования сходимости множеств событий. Поэтому, события A и B не могут находиться в прямой причинно-следственной связи.

Назову возможную причинно-следственную связанность событий, вызванную требованием сходимости множеств, слабой причинно-следственной связанностью. При этом, чем меньше разница в событиях между разными системами отсчета, тем сильнее связаны между собой события в этих системах отсчета. Исходя из этого, можно говорить о вероятности того, что событие A в одной системе отсчета может повлиять на событие B в другой системе отсчета. При наличии информационного барьера, вероятность любого события из одной инерциальной системы отсчета повлиять на событие в другой инерциальной системе отсчета всегда меньше 1, если относительные скорости инерциальных систем отсчета ненулевые. Эта верхняя граница вероятности стремится к 1 по мере уменьшения разницы между событиями в системах отсчета, что происходит при уменьшении относительной скорости систем отсчета.

События, наблюдающиеся в разных системах отсчета, находятся между собой только в слабой причинно-следственной связи. Переход в другую систему отсчета означает и переход к другим причинно-следственным связям. Исходя из этого, информация, при переходе в другую систему отсчета, изменяется, чтобы встроиться в причинно-следственные связи новой системы отсчета.

Описанное выше, означает необходимость внесения изменения в принцип причинности. А именно, при наличии информационного барьера одно событие может всегда влиять на другое, только если они рассматриваются в одинаковой инерциальной системе отсчета. В случае, если рассматривается событие, произошедшее в одной системе отсчета, и событие, произошедшее в другой системе отсчета, то можно говорить лишь о вероятности влияния одного события на другое.

Выделенная система отсчета

Может ли наблюдатель наблюдать события, происходящие не в той системе отсчета, относительно которой он неподвижен? Автору не известен ни один способ, как напрямую наблюдать события, происходящие в системе отсчета, которая движется с ненулевой скоростью относительно наблюдателя.

Предположим, есть какой-то прибор, фиксирующий некоторые результаты наблюдения. Пусть у этого прибора есть или какой-то экран, который выдает результаты наблюдения, или он как-то иначе передает результаты своих наблюдений. Очевидно, что в рассматриваемой гипотезе результат того, что увидит наблюдатель на экране этого прибора, будет зависеть от системы отсчета наблюдателя. При этом, вообще говоря, наблюдаемый прибор может наблюдаться не во всех инерциальных системах отсчета, движущихся относительно прибора. Получается, что и тут наблюдатель наблюдает события, происходящие в той системе отсчета, относительно которой он неподвижен.

Из этого можно сделать вывод, что для наблюдателя невозможно наблюдать события, происходящие в системах отсчета, отличных от системы отсчета, относительно которой он покоится.

Получается, что для каждого наблюдателя имеется выделенная система отсчета. Эта та система отсчета, где наблюдатель неподвижен. Множество наблюдателей, неподвижных относительно друг друга, имеют одинаковую выделенную систему отсчета.

Выделенный характер этой системы отсчета заключается в том, что это единственная система отсчета, события в которой можно непосредственно наблюдать. О событиях, происходящих в других инерциальных системах отсчета, разумный наблюдатель может только догадываться, на основе наблюдений в своей выделенной системе отсчета.

Изменение системы покоя наблюдателя

Наблюдатель может ускориться, и тогда его система покоя изменится. Что при этом произойдет с имеющейся у него информацией?

Очевидно, что она изменится, в соответствии с правилами преобразования пространства-времени и событий. Чем меньше изменение пространства-времени, тем, в соответствии с требованием сходимости множеств, меньше изменение информации. Изменяется вся информация, в том числе и информация о прошедших событиях.

Обмен информацией между наблюдателями

Пусть есть два разумных наблюдателя, А и В. Они неподвижны относительно друг друга, их система покоя совпадает. Они решили совместно понаблюдать за некоторой областью пространства. При этом, наблюдатель А останется неподвижным, наблюдатель В ускорится до некоторой скорости относительно А. После чего, оба наблюдателя понаблюдает за условленной областью в течение условленного промежутка времени, запишут результаты. Затем, при помощи сигналов, обменяются сведениями о результатах наблюдения. После чего наблюдатель В изменит свою скорость, чтобы стать неподвижным относительно наблюдателя А. И они вновь обменяются сведениями о результатах наблюдения.

Рассмотрим эту ситуацию детально.

Пока системы покоя обоих наблюдателей совпадают, информационный барьер отсутствует.

Затем наблюдатель В меняет свою скорость. Его система покоя изменяется. Рассматриваем случай, когда изменения при преобразовании пространства-времени в новую систему отсчета покоя не слишком большие, чтобы наблюдатель, после изменения скорости, не прекратил свое существование. У наблюдателя при переходе в новую систему отсчета изменяются причинно-следственные связи, включая память о прошлом, изменяется и его информация о том, что и где нужно наблюдать.

Затем, после наблюдения, наблюдатель В посылает сигнал с результатами наблюдения, и получает сигнал с результатами наблюдения от А. При обмене сигналами, имеется информационный барьер. Все, что получает А, должно укладываться в причинно-следственные связи в его системе отсчета. Аналогично для В. Пусть В, в своей системе покоя, наблюдает что-то, что не укладывается в причинно-следственные связи в системе покоя А. Он посылает сигнал с такой информацией. А, в своей системе покоя, получает этот сигнал после преобразования пространства-времени и преобразования событий. Эти преобразования переводят сигнал в такой, который встроен в причинно-следственные связи системы покоя А. Как результат, А не получит информации о каком-либо нарушении причинно-следственных связей, действует информационный барьер. Аналогично для В.

Затем В меняет свою скорость так, что его система покоя начинает совпадать с системой покоя А. И вновь происходит преобразование пространства-времени и событий, с изменением воспоминаний о прошлом у В. Это преобразование применяется и к его записям, если они есть. После того, как системы отсчета А и В совпадут, обмен информацией будет без информационного

барьера. Но к этому моменту, память В, после преобразования пространства-времени, будет соответствовать причинно-следственным связям новой системы покоя. Тем самым, при обмене информацией, не должно возникнуть никаких расхождений, не укладывающихся в причинно-следственные связи.

Исходя из описанного, не видно способов как напрямую проверить соответствие событий в разных инерциальных системах отсчета. Любое прямое сравнение событий, как видно, должно показывать идентичность событий в разных системах отсчета.

Наблюдения

Согласно описанному выше, на основе наблюдений событий в какой-либо системе отсчета, невозможно точно сказать какие будут события в других системах отсчета.

Это означает, что каждое наблюдение, каждый эксперимент, дает результаты, специфичные для той системы отсчета, в которой происходит наблюдение. Два разных наблюдателя, находящиеся в разных системах отсчета, могут увидеть разные результаты одного и того же эксперимента.

Типы преобразований пространства-времени и событий

В рамках рассматриваемой гипотезы, можно выделить два типа преобразований пространства-времени и событий. Первый тип преобразований, это преобразования пространства-времени и событий с точки зрения наблюдателя, неподвижного относительно одной из инерциальных систем отсчета. Вторым тип, это преобразования пространства-времени и событий на основе событий, наблюдаемых в разных инерциальных системах отсчета наблюдателями, неподвижными относительно соответствующих инерциальных систем отсчета. Рассмотрим эти типы преобразований и их отличия друг от друга более подробно.

Сначала рассмотрим преобразования пространства-времени и событий с точки зрения наблюдателя, неподвижного относительно одной из инерциальных систем отсчета. Наблюдатель может наблюдать события 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 выделенной системе отсчета наблюдателя. Наблюдатель наблюдает свойства событий, и на основе этого строит предположения о том, какие должны быть преобразования пространства-времени. Наблюдатель может заметить, что все физические законы для наблюдателя, согласно его наблюдениям, всегда одинаковы. Также наблюдатель может заметить, что скорость света, при наблюдении в его выделенной системе отсчета, всегда одинакова. Наблюдатель также видит, что события, которые он наблюдает в одной системе отсчета, происходят и в других системах отсчета. На основе этого можно построить преобразования пространства-времени и соответствующую теорию, специальную теорию относительности. Назову этот тип преобразований наблюдаемыми преобразованиями пространства-времени. В рамках рассматриваемой гипотезы, преобразования Лоренца являются наблюдаемыми преобразованиями пространства-времени.

Второй тип преобразования пространства-времени и событий, это преобразования пространства-времени и событий на основе событий, наблюдаемых в разных инерциальных системах отсчета наблюдателями, неподвижными относительно соответствующих инерциальных систем отсчета. Из-за информационного барьера, наблюдателям невозможно получить информацию о событиях, происходящих в инерциальных системах отсчета, движущимся относительно них, и напрямую сравнить события. Назову этот тип преобразований преобразованиями пространства-времени-событий.

Если имеется пространство-время, инвариантное относительно первого типа преобразований, то оно очевидно инвариантно и относительно второго типа преобразований, если в

преобразованиях пространства-времени-событий отсутствует разница в событиях. Если же есть разница в событиях, то пространство-время не может быть инвариантно относительно второго типа преобразований, по причине того, что пространство-время математически не позволяет разницу событий в разных инерциальных системах отсчета. Здесь становится необходимой некоторая структура, более фундаментальная, чем пространство-время, чтобы была возможность разницы событий в разных инерциальных системах отсчета.

Допустим, есть некоторая структура, инвариантная относительно второго типа преобразований. Эта структура, как обсуждено выше, не может быть пространством-временем, она более фундаментальна. Тогда, к этой структуре не могут применяться преобразования Лоренца, так как преобразования Лоренца — это преобразования пространства-времени. Получается, применяем преобразования второго типа к фундаментальной структуре. На основе результатов преобразования, получаем пространство-время и события. Информационный барьер при этом скрывает от наблюдателей фактическую разницу в событиях в разных инерциальных системах отсчета.

Преобразования пространства-времени и событий

В отличие от специальной теории относительности, преобразования данной гипотезы меняют не только пространство-временны́е координаты, но и события. Очевидно, что при отсутствии информационного барьера, когда события в разных инерциальных системах отсчета совпадают, эти преобразования тоже совпадают.

Пусть H — это вектор, состоящий из событий и их пространственно-временных координат, в инерциальной системе отсчета L . В инерциальной системе отсчета L' этому множеству событий соответствует вектор H' , который может содержать иные события. Так как преобразование событий не сюръективно и не инъективно, то количество событий до и после преобразования может различаться. Один вектор в другой переводится некоторым оператором K :

$$H' = KH \quad (1)$$

Оператор K , помимо прочих параметров, должен зависеть от v , скорости инерциальной системы отсчета L относительно системы отсчета L' . При стремлении v к нулю, или при стремлении разницы в событиях к нулю, преобразование должно переходить в преобразование Лоренца. Написать что-то более детальное про это преобразование пространства-времени и событий невозможно. Невозможно даже перечислить все параметры, от которых зависит преобразование. Для детального описания преобразования пространства-времени и событий нужна более фундаментальная теория, которая описывает фундаментальную структуру, признаки которой видны в данной гипотезе.

Фундаментальная структура

Предположим, что рассматриваемая гипотеза верна, и есть разница в событиях между разными инерциальными системами отсчета. В этом случае, можно утверждать, что существует некоторая структура, более фундаментальная чем пространство-время. Эта структура должна быть более фундаментальна чем пространство-время, потому что используемые математические структуры пространства-времени не допускают разницу в событиях между разными системами отсчета. Так как известные физические поля определяются на пространстве-времени, а пространство-время не фундаментально, то и известные физические поля не могут быть фундаментальны. Тем самым, эта фундаментальная структура должна быть фундаментальной не только для пространства-времени, но и для физических полей. Назову эту структуру фундаментальной структурой пространства-времени.

Что еще можно сказать про эту фундаментальную структуру?

Уравнение 1, несмотря на то что оператор K в нем не точно определен, накладывает ряд ограничений на возможную фундаментальную структуру пространства-времени. Поиск фундаментальной структуры может свестись к тому, чтобы найти все возможные структуры, удовлетворяющие уравнению 1, и на их основе как-то выбрать подходящую. Пространство Минковского не может быть фундаментальной структурой пространства-времени, потому что в нем невозможна разница событий в разных системах отсчета. Возможно, этой фундаментальной структурой является некоторое пространство, отличное от пространства Минковского. Но нельзя исключать вариант того, что фундаментальной структурой пространства-времени является нечто более необычное, чем топологическое пространство.

Все известные фундаментальные взаимодействия инвариантны относительно преобразований Лоренца. Если преобразования Лоренца являются лишь наблюдаемыми преобразованиями пространства-времени, и они отличаются от преобразований пространства-времени-событий, то все поля, инвариантные относительно преобразований Лоренца и не инвариантные относительно преобразований пространства-времени-событий, не могут быть фундаментальными. Это дополнительный аргумент к тому, что если пространство-время не фундаментально, то никакие поля, определенные на пространстве-времени, не могут быть фундаментальными. Фундаментальные физические поля должны быть инварианты относительно преобразований пространства-времени-событий.

Пусть имеется некоторое физическое поле, определенное на фундаментальной структуре и инвариантное по отношению к преобразованиям пространства-времени-событий. Отсутствуют основания утверждать, что этому фундаментальному полю будет соответствовать ровно одно наблюдаемое поле. Возможно, что это поле превратится в несколько наблюдаемых полей. В любом случае, это приводит к появлению у наблюдаемых полей симметрии, симметрии к преобразованиям пространства-времени-событий. Эта симметрия может быть скрытой, потому что информационный барьер скрывает разницу в событиях в разных инерциальных системах отсчета. Каждому фундаментальному полю можно поставить в соответствие набор наблюдаемых полей, которые ему соответствуют. Симметрией, предсказываемой данной гипотезой, должны обладать не каждое из наблюдаемых полей, а набор полей, соответствующих одному фундаментальному полю. Так как пространство-время также должно выводиться из фундаментальной структуры, то и пространство-время должно участвовать в скрытой симметрии. Так как всего имеется только 4 наблюдаемых поля, гравитационное, электромагнитное, слабое, сильное, то и фундаментальных полей может быть не более четырех.

Можно ожидать, что преобразования на фундаментальной структуре, соответствующие переходу из одной инерциальной системы отсчета в другую, являются непрерывными. Тогда соответствующая группа симметрии также является непрерывной.

Возможности проверки гипотезы

Как было показано выше, если рассматриваемая гипотеза верна, то физические поля, совместно с пространством-временем, должны обладать некоторой симметрией, возможно скрытой. Эта симметрия может отсутствовать на уровне какого-то одного поля, а проявляться на уровне комбинации полей и пространства-времени.

В рамках данной статьи, не предсказывается вид этой симметрии. Можно найти все структуры, которые могут являться фундаментальной структурой, в которых возникает преобразование Лоренца на уровне пространства-времени и имеется возможность для разницы событий в разных инерциальных системах отсчета. Переходу из одной инерциальной системы отсчета в другую на уровне фундаментальной системы должно соответствовать некоторое преобразование. Можно ожидать, что фундаментальная система инвариантна относительно такого преобразования. Эта инвариантность означает некоторую новую симметрию, предсказываемую данной гипотезой для

рассматриваемой фундаментальной системы. Как уже было сказано, эта симметрия может быть скрытой. Далее, проверяем, есть ли эта симметрия в известных физических полях и пространстве-времени. Если есть, и если такая симметрия возникает только в одной из возможных фундаментальных структур, то это значит, что найдена фундаментальная структура пространства-времени и полей.

Возможен и другой подход – поискать скрытые симметрии в существующих полях. Если такая симметрия будет найдена, то это будет означать что найдена часть свойств фундаментальной структуры. Эта симметрия должна быть такой, что ей обладают все наблюдаемые физические поля. Причем, инвариантность относительно преобразований Лоренца не подходит в качестве этой общей группы симметрии, по описанным выше причинам.

Если доказать, что никаких симметрий такого типа в полях и пространстве-времени нет, то это будет означать доказательство того, что события во всех системах отсчета совпадают.

Заключение

Рассмотрен способ решения парадокса с частицей с энергией Планка на основе предположения, что события в разных инерциальных системах отсчета могут различаться. Если есть разница в событиях в разных системах отсчета, то это может быть решением описанного парадокса – черная дыра может наблюдаться в одной системе отсчета, и отсутствовать в другой системе отсчета. Было показано, что экспериментальные доказательства того, что в разных инерциальных системах отсчета события совпадают, отсутствуют.

Рассмотрено построение пространства-времени при наличии разницы в событиях в различных инерциальных системах отсчета. Рассмотрен случай, когда разница в событиях стремится к нулю при стремлении разницы скоростей инерциальных систем отсчета к нулю. В рамках этой гипотезы между системами отсчета возникает информационный барьер. Также это приводит к необходимости модификации принципа причинности, и введению слабой причинно-следственной связи.

Предложено обобщение специальной теории относительности для случая, когда имеются различия в событиях в разных инерциальных системах отсчета.

При рассмотрении следствий гипотезы, не обнаружено противоречий с наблюдениями.

Наличие информационного барьера является индикатором того, что если основное предположение гипотезы верно, то должна существовать некоторая более фундаментальная структура, из которой должно выводиться пространство-время и события. Также, должна существовать симметрия, которой должны удовлетворять все известные фундаментальные поля, включая гравитацию.

Гипотеза предсказывает новую симметрию. На основе симметрии можно попытаться найти фундаментальную структуру пространства-времени и физических полей. Гипотезу можно опровергнуть, если доказать, что никаких симметрий предсказываемого типа не существует. Тогда это будет означать, что события в разных инерциальных системах отсчета совпадают.

Литература

1. Hawking, Stephen W. (1971). "Gravitationally collapsed objects of very low mass". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 152: 75.
2. von W. v. Ignatowsky «Einige allgemeine Bemerkungen zum Relativitätsprinzip» *Verh. d. Deutsch. Phys. Ges.* 12, 788—96, 1910