Построение пространства-времени в четырехмерном евклидовом пространстве без времени и динамики

Смирнов А.Н.

andreysxxxx@gmail.com

Аннотация

Предложена гипотеза, позволяющая построение пространства-времени с метрикой пространства Минковского на евклидовом пространстве без времени и динамики. Эта гипотеза также позволяет построение искривленного пространства-времени с метрикой общей теории относительности. Показано, что из модели гипотезы следуют принцип причинности и антропный принцип. Показано, что из модели гипотезы следует сильный принцип эквивалентности гравитации и ускорения. Выведены все принципы и постулаты, на которых основаны специальная и общая теории относительности, выведены преобразования Лоренца.

Введение

В настоящее время, существует два основных модели природы. Первая модель пытается использовать эфир, вторая модель основана на физическом вакууме и релятивизме. Эфирные теории имеют ряд проблем, выглядящих неразрешимыми. Это означает, что фактически имеется только одна основная модель природы для построения теорий. Можно ли построить принципиально новую модель природы, отличную от первых двух? В этой статье предлагается гипотеза, имеющая такую модель.

Возможно ли построить в еквлидовом пространстве гиперповерхность с лоренцевской метрикой? Как показано у С.Хокинг, Дж.Эллис [1, стр 55], в евклидовом пространстве невозможно построить вписанную гиперповерхность как с метрикой пространства Минковского, так и с метрикой общей теории относительности.

Доказательство невозможности построения вписанной гиперповерхности с метрикой СТО в евклидовом пространстве выглядит убедительным, кажется, что его невозможно опровергнуть. Любое доказательство основано на некоторых положениях, которые считаются истинными. Если есть возможность поставить под сомнение какое-либо из этих положений, то все зависимые от такого положения выводы также становятся сомнительными. Положение, которое в этой статье ставится под сомнение, это реализм.

Время участвует и в метрике пространства Минковского и в метрике общей теории относительности. Поэтому, до того, как рассмотреть предлагаемую модель, рассмотрим, что такое время.

Время является явлением, проявления которого мы постоянно наблюдаем. Физика все еще не знает природу времени, существующее описание времени и его свойств является феноменологическим. Специальная и общая теории относительности установили зависимость между временем, пространством и гравитацией. Это показывает, что время не является независимым явлением, и имеет связь с пространством и материей, вызывающей гравитацию. Физика установила свойства времени. Однако отсутствует знание, почему существует время, почему время однонаправленно, существуют ли кванты времени, почему время имеет одно измерение, возможно ли путешествовать в прошлое.

Действительно ли пространство, время, материя и поля существуют самостоятельно или же являются проявлением чего-то более фундаментального?

Предположим, что на фундаментальном уровне время полностью отсутствует. Рассмотрим возникающие следствия этого предположения.

Если на фундаментальном уровне время полностью отсутствует, то должна отсутствовать и динамика. Варианты, когда на фундаментальном уровне имеется динамика, а время на макроуровне является эмерджентным, сложно назвать моделью без времени. Скорее, такие модели можно назвать моделями с множеством времен на микроуровне.

При отсутствии на фундаментальном уровне времени и динамики возникает вопрос, как это согласовать с наблюдаемой в природе динамикой и временем.

Модель гипотезы

Пусть имеется четырехмерное евклидово пространство с какими-то полями. Время и динамика отсутствуют. Тем самым, у полей также отсутствует динамика. Это также означает полный детерминизм.

Пусть в этом пространстве можно построить серию непересекающихся гиперповерхностей, на которых каким-то образом можно построить поля, точно совпадающие с наблюдаемыми нами полями. Также пусть существует непрерывное преобразование состояния полей Ψ на одной гиперповерхности L серии в состояния полей на другой гиперповерхности L' этой же серии.

Каждая точка на одной гиперповерхности отображается в некоторую точку на другой гиперповерхности. Так как преобразование непрерывное, то имеется кривая, состоящая из точек отображения на промежуточных гиперповерхностях, соединяющая точку на гиперповерхности L с точкой на гиперповерхности L'. Назову эту кривую линией эволюции.

Можно говорить, что поля на гиперповерхностях эволюционируют вдоль этой линии.

Пусть отображение состояния полей на одной гиперповерхности на состояния полей на другой гиперповерхности вдоль линии эволюции в точности соответствует наблюдаемым нами законам физики, а расстояние по этой линии выполняет роль времени в уравнениях. В этом случае можно говорить про вектор времени, и этот вектор является касательным к линии эволюции.

Считаю, что на уровне фундаментального четырехмерного пространства выделенное направление отсутствует, все направления равноправны.

Возникает вопрос, куда направлен вектор времени.

В фундаментальном пространстве отсутствует выделенное направление. Тем самым, этот вектор должен быть направлен наиболее симметричным образом относительно гиперповерхности. Для случая гиперплоскости, наибольшая симметрия получается, если вектор времени в каждой точке гиперплоскости будет направлен перпендикулярно гиперплоскости. Для гиперповерхности наибольшая симметрия достигается если вектор времени направлен перпендикулярно касательной гиперплоскости.

В такой модели гипотезы возникает вопрос о том, что такое сознание.

Сознание

В рамках предложенной модели, я постулирую, что сознание является эпифеноменом, вызванным изменением физических полей на гиперповерхностях. Изменение происходит не во времени, а в фундаментальном пространстве, которое отлично от наблюдаемого пространства. Наблюдаемое пространство соответствуют пространству гиперповерхностей. Для наблюдаемого трехмерного пространства необходимо, чтобы гиперповерхности также были трехмерными.

Наблюдаемое нами пространство, время и материя являются продуктом сознания. Без наблюдателя они являются математической абстракцией. Тем самым, объективно они не существуют, они существуют субъективно.

Наблюдаемое пространство-время буду называть порожденным, или эмерджентным , пространством-временем.

Антропный принцип

Из модели теории следует, что наблюдатель необходим для существования Вселенной. Тем самым, из теории следует антропный принцип.

Антропный принцип был предложен [2][3] для объяснения с научной точки зрения, почему в наблюдаемой Вселенной имеет место ряд нетривиальных соотношений между фундаментальными физическими параметрами, необходимых для существования разумной жизни. Имеются различные формулировки; обычно выделяют слабый и сильный антропные принципы.

Вариантом сильного антропного принципа является антропный принцип участия, сформулированный Джоном Уилером[4]:

> « *Наблюдатели необходимы для обретения Вселенной бытия (Observers are necessary to bring the Universe into being).*

В предложенной модели антропный принцип участия является прямым следствием субъективного существования наблюдаемого пространства-времени.

Принцип причинности

Все известные мне модели разумной жизни требуют выполнения принципа причинности. Наблюдатели необходимы для существования Вселенной. Наблюдателем может быть только разумное существо. Это означает, что разумная жизнь необходима для существования Вселенной. Исходя из этого, гиперповерхности с изменяющимися на них физическими полями необходимо строить таким образом, чтобы выполнялся принцип причинности. Тем самым, принцип причинности является следствием антропного принципа участия.

Построение гиперповерхностей и наблюдатель

Наблюдатель в предлагаемой модели является той основой, вокруг которой строится порожденное пространство-время. На одной и той же гиперповерхности может быть много наблюдателей. Если для какого-то наблюдателя построена серия гиперповерхностей, это не значит, что эта же серия подходит для других наблюдателей. В этом случае, для некоторых наблюдателей последующие гиперповерхности будут отличаться.

Симметрия к трансляциям порожденного времени и пространства

Для выполнения принципа причинности необходимо понять, какими свойствами по отношению к трансляциям порожденного времени и пространства должны обладать физические законы. В случае если не будет симметрии к трансляциям порожденного времени и пространства, не видно способов для выполнения принципа причинности. Исходя из этого, можно сделать вывод, что такая симметрия, это еще можно назвать однородность, должна существовать. Это означает, что любое решение с порожденным пространством-временем должно содержать такие симметрии.

Наблюдаемые физические поля

Наблюдаемые физические поля, согласно предложенной модели, являются некоторым проявлением более фундаментальных полей. Возможно, они являются проявлением единого поля. Так как эти более фундаментальные поля или поле определены на пространстве без времени и динамики, у них отсутствует динамика.

Инерциальные системы отсчета

Назову инерциальными системами отсчета системы отсчета движущиеся прямолинейно и равномерно друг относительно друга.

Возникает вопрос, как перейти из одной инерциальной системы отсчета в другую. Рассмотрю случай, когда порожденное пространство является плоским. В этом случае, вместо гиперповерхности можно говорить о гиперплоскости.

Если тело неподвижно относительно гиперплоскости, то оно эволюционирует вдоль вектора времени. Если тело имеет какую-то скорость относительно гиперплоскости, то оно эволюционирует вдоль вектора, отличающегося от вектора времени покоящегося тела. Вектора времени и скорости перпендикулярны друг другу, так как вектор скорости лежит в гиперплоскости.

Хочется найти, как перейти в систему отсчета, соответствующую движущемуся телу. Так как покоящееся тело эволюционирует вдоль вектора времени, то переходом в систему отсчета, соответствующую двигающемуся телу, будет переход в такую гиперплоскость, где скорость нулевая и тело эволюционирует вдоль вектора времени. Для такого перехода необходимо выполнить поворот гиперплоскости таким образом, чтобы вектор времени новой гиперплоскости соответствовал скорости тела на предыдущей гиперплоскости. Как именно определить какой поворот нужно сделать, будет детальнее рассмотрено позже в статье.

Из рассмотрения перехода из одной системы отсчета в другую получается ряд следствий.

Первое следствие, относительность одновременности. События, происходящие на гиперплоскости, являются одновременно происходящими. После поворота гиперплоскости при переходе в систему отсчета, соответствующую телу двигающемуся с некоторой скоростью относительно предыдущей, ранее одновременные события могут перестать быть одновременными.

Другое следствие – наблюдаемая разность хода часов в разных системах отсчета. Так как в фундаментальном пространстве нет выделенного направления, то длина, соответствующая единице времени, должна быть постоянной и не зависеть от поворотов. До поворота эволюция тела, двигающегося с некоторой скоростью, описывается вектором состоящим из вектора времени с длиной, равной единице времени, и вектора скорости, с длиной зависящей от скорости. После поворота и переходы в систему, где тело неподвижно, эволюция тела идет вдоль вектора времени с длиной, соответствующей единице времени. Как видно, длины этих векторов различаются, что и означает разность хода часов в разных системах отсчета.

Следствие об одинаковости законов природы. Так как на уровне фундаментального пространства отсутствует выделенное направление, это означает, что в порожденном пространстве-времени физические законы одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.

Еще одно следствие – пространство-время с его пространством скоростей не может быть представлено одной гиперповерхностью, оно соответствует множеству гиперповерхностей.

Энергия

В рамках этой модели, возникает вопрос о том, что такое энергия. Предлагаемый ответ: энергия это первый интеграл уравнений движения. На фундаментальном уровне энергии нет, так как там нет ни времени, ни движения, ни динамики.

Скорость и угол поворота гиперплоскости

Пусть имеется тело, движущееся со скоростью $\vec{v}$ относительно некоторой гиперплоскости L. Нужно найти, какой угол поворота α соответствует этой скорости.

Назову v_t расстояние в фундаментальном пространстве, соответствующее единице времени. Вектор времени $\overrightarrow{v_t}$ перпендикулярен гиперповерхности, которой он соответствует. После поворота гиперплоскости L это модуль вектора времени остается неизменным. Поворот на угол α означает поворот на угол α вектора времени. Исходя из этого, для нахождения значения скорости нужно найти проекцию вектора времени на гиперплоскость L:

$$v = v_t\,\mathrm{tg}(\alpha)$$

Для нахождения компонентов $\vec{v}$, можно разделить поворот на повороты относительно осей:

$$v_x = v_t\,\mathrm{tg}(\alpha_x)$$

$$v_y = v_t\,\mathrm{tg}(\alpha_y)$$

$$v_z = v_t\,\mathrm{tg}(\alpha_z)$$

где α_x, α_y и α_z – углы поворота относительно осей x, y и z на гиперплоскости L

Отмечу, что из формулы скорости несложно получить, что преобразование скоростей не удовлетворяет преобразованиям Лоренца. Как при этом получаются преобразования Лоренца и специальная теория относительности, будет показано далее в статье.

Предельная скорость взаимодействий

Предположим, в рамках этой теории как-то получены элементарные частицы. Могут ли разные частицы иметь разную максимальную скорость взаимодействий, является ли эта скорость константой или функцией от чего-то?

Пусть для какого-то типа частиц максимальная скорость взаимодействий константа c_1. Если для какого-то другого типа частиц максимальная скорость взаимодействий c_2 и $c_2 > c_1$, то при взаимодействии таких частиц будет нарушаться принцип причинности. Аналогично для случая когда $c_2 < c_1$. Из этого следует, что $c_2 = c_1$. Обозначу максимальную скорость взаимодействий c.

Теперь рассмотрим, является ли эта скорость константой или функцией от каких-то параметров частиц. Допустим, максимальная скорость взаимодействий c является функцией от каких-то параметров частицы q_1: $c = c(q_1)$. Для другой частицы q_2 скорость должна зависеть от параметров этой частицы: $c = c(q_2)$. При этом эти скорости должны быть равны: $c = c(q_1) = c(q_2)$

Так как q_1 и q_2 являются произвольными частицами, то они друг от друга не зависят. Это означает, что единственный вариант, когда уравнение выше удовлетворяется, это когда $c = const$

Так как в предлагаемой теории нет выделенного направления, все направления равноправны, то это означает, что эта скорость должна быть одинакова во всех инерциальных систмах отсчета.

Тем самым, показано, что в предлагаемой теории должна существовать максимальная скорость взаимодействий, эта скорость является константой, и одинакова во всех системах отсчета.

Преобразования скоростей и несохранение причинно-следственных связей при переходе между системами отсчета

Остановлюсь на вопросе, как перейти из одной системы отсчета в другую, и как при этом преобразуются скорости. Из уравнений выше можно вывести уравнения сложения скоростей. Это уравнение отличается от преобразований Лоренца. Является ли эта разница проблемой для рассматриваемой гипотезы, противоречит ли этом результат преобразованиям Лоренца?

Для ответа на этот вопрос, нужно вспомнить что вся физика в этой гипотезе построена вокруг наблюдателя. Наблюдатель будет видеть сложение скоростей в соответствие с релятивистской формулой сложения скоростей. Если во второй системе отсчета будет другой наблюдатель, то он будет видеть свою картину событий, и ничего в рамках этой гипотезы не утверждает, что эта картина обязана выводиться из картины у первого наблюдателя. Основываясь на написанном выше, можно сделать вывод, что переход в другую систему отсчета является не изоморфным. Нарушение изоморфизма при переходе в другую систему означает, что у ускоряющегося наблюдателя меняется прошлое.

Рассмотрим мысленный эксперимент. Два наблюдателя решили наблюдать некоторые явления в какой-то пространственной области. Оба наблюдателя встречаются, каждый берет чистую тетрадь куда будет записывать результаты наблюдений. Затем первый наблюдатель остается, второй на чем-то разгоняется до околосветовой скорости. Каждый из них регулярно записывает наблюдаемые явления в условленной области пространства. Затем второй наблюдатель возвращается, встречается с первым наблюдателем, и они сравнивают записанные в тетрадях результаты. Могут ли в тетрадях быть разные результаты? Для ответа на этот вопрос, нужно вспомнить, что пространство-время в этой гипотезе строится вокруг выбранного наблюдателя, и строится с требованием выполнения принципа причинности. Следовательно, для каждого из наблюдателей то, что он увидит в тетради, должно удовлетворять принципу причинности. Это означает, что хотя записи наблюдателей о событиях и могут различаться, но для них должен выполняться принцип причинности. Это означает, что для любого наблюдателя события при переходы в другую систему отсчета выглядят изоморфно. Однако, если бы каким-либо образом наблюдатель смог увидеть события одновременно в разных системах отсчета, он увидел бы что события в разных системах отсчета не изоморфны относительно друг друга.

Таким образом, получено, что данная теория не противоречит преобразованиям Лоренца.

Вывод преобразований Лоренца

Для вывода преобразований Лоренца необходимы:

1. Однородность пространства и времени
2. Изотропность пространства
3. Наличие максимальной скорости взаимодействия

Все три компоненты в ППВМ-теории имеются. Соответственно, для показа как в ППВМ-теории выводятся преобразования Лоренца, нужно всего лишь выбрать один из нескольких известных способов их получения. При выводе я использую учебник “Теория поля” Ландау-Лифшица[5]. В ППВМ-теории нет предположений о том, чему равна максимальная скорость. Я предположу, что максимальная скорость равна скорости света. Если получившиеся уравнения совпадут с известными преобразованиями Лоренца, то это будет означать, что максимальная скорость равна скорости света.

Линейность преобразований

В силу однородности пространства и времени и изотропности пространства и принципа относительности преобразования от одной ИСО к другой должны быть линейными. Линейность преобразований можно также вывести, предполагая, что, если два объекта имеют одинаковые скорости относительно одной ИСО, то их скорости будут равны и в любой другой ИСО, (при этом необходимо использовать также слабые предположения о дифференцируемости и взаимной однозначности функций преобразования). Если использовать только «определение» ИСО: если некоторое тело имеет постоянную скорость относительно одной инерциальной системы отсчёта, то его скорость будет постоянна и относительно любой другой ИСО, то можно показать только, что преобразования между двумя ИСО должны быть дробно-линейными функциями координат и времени с одинаковым знаменателем.

Таким образом, если $\overrightarrow{x'}$ — пространственно-временной вектор в системе S', а A - матрица искомого линейного преобразования, то $\vec{x} = A\overrightarrow{x'}$. Матрица преобразования может зависеть только от относительной скорости рассматриваемых ИСО, то есть $A = A(\vec{v})$.

Интервал

Интервалом между произвольными событиями называется квадратный корень следующей величины: $\Delta s^2 = c^2\Delta t^2 - \Delta x^2 - \Delta y^2 - \Delta z^2$

где $\Delta t = t_2 - t_1$, $\Delta x = x_2 - x_1$, $\Delta y = y_2 - y_1$, $\Delta z = z_2 - z_1$ — являются разностями времён и координат двух событий.

Если интервал между событиями равен нулю в одной ИСО, то это означает, что период времени Δt - это время (в данной ИСО) прохождения световым сигналом пути l между пространственными координатами данных точек. В другой ИСО он проходит путь между этими точками (длина этого пути - l') за некоторый другой период времени $\Delta t'$, поэтому скорость, умноженная на $\Delta t'$ также должна быть равна l'. Однако, скорость светового сигнала одинакова во всех ИСО, поэтому и во второй ИСО интервал будет равен нулю. Таким образом, непосредственно из равенства скорости света во всех системах отсчета следует утверждение:

если $\Delta s^2 = c^2\Delta t^2 - \Delta x^2 - \Delta y^2 - \Delta z^2 = 0$, то и в любой другой ИСО $\Delta s'^2 = c^2\Delta t'^2 - \Delta x'^2 - \Delta y'^2 - \Delta z'^2 = 0$

Для бесконечно близких событий имеем $ds^2 = c^2dt^2 - dl^2$ и $ds'^2 = c^2dt'^2 - dl'^2$. Пусть $ds'^2 = ads^2$. В частности, если $ds = 0$, то и $ds' = 0$. В силу однородности и изотропности пространства и времени a не может зависеть от пространственно-временных координат, а может зависеть только от относительной скорости систем отсчета. Она не должна также зависеть от направления относительного движения в силу изотропности пространства. В силу принципа относительности функция зависимости от относительной скорости должна быть универсальной, то одинакова для всех ИСО. Рассмотрим три системы отсчета S, S_1, S_2, где векторы скорости движения S_1 и S_2 в системе S равны $\overrightarrow{v_1}$ и $\overrightarrow{v_2}$. Рассмотрим некоторый интервал в этих трех системах отсчета:

$$ds^2 = a(\overrightarrow{v_1})ds_1^2 \, , \, ds^2 = a(\overrightarrow{v_2})ds_2^2 \, , \, ds_1^2 = a(\overrightarrow{v_{12}})ds_2^2$$

отсюда $a(\overrightarrow{v_{12}}) = a(\overrightarrow{v_2})/a(\overrightarrow{v_1})$

Однако, $\overrightarrow{v_{12}}$ зависит не только от $\overrightarrow{v_1}$ и $\overrightarrow{v_2}$, но и от направления этих векторов, поэтому это соотношение возможно только если функция $\mathrm{a(v)}$ от v вообще не зависит, то есть является некоторой константой. Из этого же соотношения следует, что $\mathrm{a} = 1$. Это означает, что всегда выполнено соотношение

$$\mathrm{ds}^2 = \mathrm{ds}'^2$$

Сами преобразования Лоренца можно получить из их линейности и требования инвариантности интервала.

Рассмотрим для простоты также случай одномерного пространства. Инвариантность интервала означает, что $x^2-(ct)^2=x'^2-(ct')^2$. Подставим в это выражение линейные преобразования:

$$x=a_{11}x'+a_{12}ct'$$

$$ct=a_{21}x'+a_{22}ct'$$

Получим:

$$\begin{aligned}x^2-(ct)^2&=(a_{11}x'+a_{12}ct')^2-(a_{21}x'+a_{22}ct')^2\\&=(a_{11}^2-a_{21}^2)x'^2-(a_{22}^2-a_{12}^2)(ct')^2+2(a_{11}a_{12}-a_{21}a_{22})x'ct'=x'^2-(ct')^2\end{aligned}$$

Поскольку x' и ct' произвольны, то коэффициенты левой и правой частей должны быть тождественно равны. Следовательно

$a_{11}^2-a_{21}^2=1,\ a_{22}^2-a_{12}^2=1,\ a_{11}a_{12}-a_{21}a_{22}=0$

Из последнего равенства следует, что a_{22}/a_{11}=a_{12}/a_{21}. Обозначим указанное отношение α. Кроме этого обозначим $a_{11}=\gamma$, $a_{21}=b$. Тогда $a_{22}=\alpha\gamma$, $a_{12}=\alpha b$. Тогда первые два соотношения можно записать как

$\gamma^2-\ b^2=1,\ \alpha^2\gamma^2-\alpha^2b^2=1$

из которых следует, что во-первых $\alpha^2=1$, во-вторых, $\gamma^2-b^2=1$, откуда можно записать

$$\gamma^2=1/(1-b^2/\gamma^2)$$

Наконец введя для удобства обозначение $\beta=b/\gamma$, получим:

$A=\begin{pmatrix}\gamma & \pm\gamma\beta\\ \gamma\beta & \pm\gamma\end{pmatrix}=\gamma\begin{pmatrix}1 & \pm\beta\\ \beta & \pm1\end{pmatrix},\gamma=\pm\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$

причем знаки в матрице либо положительные, либо отрицательные одновременно. Знак в формуле для γ необходимо выбрать положительный, поскольку при нулевой относительной скорости систем матрица A должна быть единичной (системы идентичны в этом случае и преобразования тождественные). А если бы коэффициент в гамма был бы отрицательным это было бы невозможно (верхний диагональный элемент был бы равен -1, а должен 1). Поэтому однозначно можно утверждать, что γ - положительное число.

Что касается знаков внутри матрицы и собственно значения β, то это можно установить, если взять начало координат системы S' - вектор $(0,ct^{'})$ и преобразовать его к системе S и использовать соглашение о скорости движения:

$\begin{pmatrix}vt\\ ct\end{pmatrix}=\gamma\begin{pmatrix}1 & \pm\beta\\ \beta & \pm1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}0\\ ct^{'}\end{pmatrix}=\pm\gamma\begin{pmatrix}\beta ct^{'}\\ ct^{'}\end{pmatrix}$

Разделив первое уравнение этой системы на второе получим $\beta=v/c$

Что касается знака, то в виду положительности времени из второго уравнения следует, что знак должен быть положительным. Таким образом, окончательно имеем:

$A=\gamma\begin{pmatrix}1 & v/c\\ v/c & 1\end{pmatrix},\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

Таким образом, получены преобразования Лоренца в ППВМ-теории.

Физический смысл преобразований Лоренца и специальной теории относительности

В ППВМ-теории время и пространство выводятся на безвременной системе. Известны типичные возражения, связанные с рассмотрением времени как еще одной пространственной координаты. Рассмотрю эти возражения.

Предположим, в системе отсчета S произошло некоторое событие в точке с координатами $(\vec{r}, t)$. Рассмотрим систему отсчета S' двигающуюся относительно S со скоростью v. Это событие в системе S', согласно уравнениям СТО и преобразованиям Лоренца, произойдет в точке с координатами $(\overrightarrow{r'}, t')$. Несложно заметить, что преобразования Лоренца отличаются от преобразований где время рассматривается как четвертое пространственное измерение. Для того чтобы найти эти отличия, можно вспомнить что в геометрической интерпретации СТО описывается пространством Минковского.

Так как такие отличия существуют, их надо как-то объяснить. Для этого нужно вспомнить как появляются элементарные частицы в ППВМ-теории. Частицы это разложение поля Метавселенной на 3-х мерной поверхности по некоторому базису, детальнее это описано в [2]. Пусть у нас поверхности не искривлены (искривленные поверхности я планирую детальнее рассмотреть в статье по ОТО). Переход из одной системы отсчета в другую, движущуюся с какой-то скоростью относительно первой, соответствует повороту трехмерной плоскости. Таким образом, имеются две 3-х мерные плоскости. Несложно заметить, что они пересекаются только в одном месте и их пересечение это двухмерная плоскость. Это значит что значения поля Метавселенной в разных системах отсчета совпадают только в месте пересечения. Следовательно, разложение поля Метавселенной по одному и тому же базису должно приводить к разным результатам. Это значит что событие, произошедшее в первой системе отсчета, может не произойти во второй или произойти в другом месте. Верное и обратное.

Такое несовпадение событий в разных системах отчета является проявлением эмерджентного характера времени, пространства и материи. В типичных интерпретациях СТО пространство-время и материя рассматриваются как объективные сущности, независимые от наблюдателя. Именно это является причиной, почему в них невозможно рассматривать время как еще одно пространственное измерение и почему метрика пространства Минковского отличается от метрики 4-х мерного пространства. В ППВМ-теории наблюдатель является эпифеноменом вызванным полем Метавселенной. Но при этом наблюдатель является более фундаментальным, чем вселенная, наблюдатель порождает вселенную. Детальнее эта взаимосвязь объяснена в статьях [1][2][3]. Таким образом, для описания места события требуется не только указать место в Метавселенной где оно произошло. Необходимо также указать в какой вселенной оно произошло и какой наблюдатель наблюдает это событие. Напомню что для указания вселенной необходимо указать функции базиса, по которым разлагать поле Метавселенной.

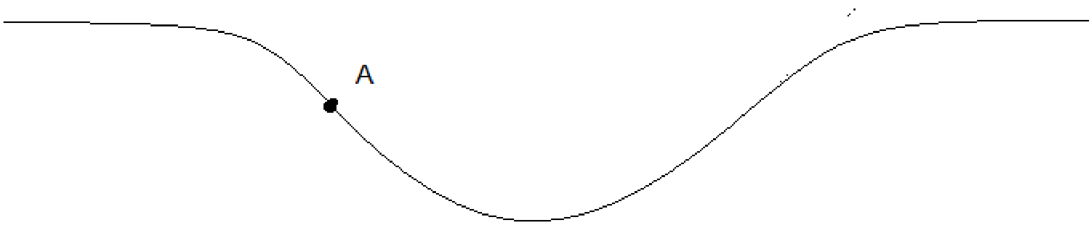
Предположим, есть два наблюдателя в разных системах отсчета. Эти системы отсчета движутся с некоторой скоростью относительно друг друга. Первый наблюдатель видит какие-то происходящие события, и посылает информацию об этом второму наблюдателю. Возникает вопрос, какую информацию получит второй наблюдатель?

Для ответа на этот вопрос нужно вспомнить, что наблюдатели являются эпифеноменом Метавселенной. Тем самым, можно рассматривать только одного наблюдателя, и не учитывать второго. Все что наблюдатель видит, основано на причинно-следственных связях с его участием. Тем самым, он не может получить никакого сообщения, которое бы противоречило наблюдаемой им картине мира. Это означает что информация о событиях и их месторасположении при передаче от одного наблюдателя к другому трансформируется таким образом, чтобы она была согласованной с наблюдениями.

Искривленное пространство-время и гравитация

При построении гиперповерхностей может потребоваться наличие кривизны, для соблюдения принципа причинности и одинаковости получающихся физических законов. Рассмотрим следствия наличия кривизны на гиперповерхности.

Рассмотрим искривленную гиперповерхность. На рисунке ниже по горизонтали расстояние вдоль некоторой линии на гиперповерхности, по вертикали – кривизна гиперповерхности. На рисунке выделена точка А. Эта гиперповерхность отображается на такую же или подобную гиперповерхность, расположенную далее в фундаментальном пространстве.



Точка А будет отображаться на точки на последующих гиперповерхностях, находящихся на пересечении с линией эволюции этой точки. В каждой точке вектор времени является касательным для этой линии. Тогда видно, что в каждой последующей точке вдоль линии эволюции точки А касательные гиперповерхности будут не параллельны. Кривизна приводит к повороту касательной гиперплоскости в фундаментальном пространстве. Согласно рассмотренному ранее, поворот гиперплоскости эквивалентен изменению скорости. Следовательно, постепенный поворот эквивалентен наличию ускорения. Это означает, что кривизна пространства-времени, с точки зрения двигающего с точкой А наблюдателя и при условии что неоднородности кривизны достаточно малы, неотличима от ускорения. Это один и тот же процесс поворота касательной гиперплоскости в фундаментальном пространстве.

Тем самым, наличие кривизны приводит к появлению в порожденном пространстве эффективного поля, эквивалентного наличию ускорения. Так же, можно отметить что эффективные поля в порожденном пространстве разделяются на два типа:

- Поля, являющиеся некоторой проекцией фундаментальных полей на гиперповерхность
- Поле, образующееся как результат наличия кривизны у гиперповерхности.

Поле, образующееся как результат наличия кривизны у гиперповерхности, зависит от всех других эффективных полей. Эта зависимость возникает из того, что это поле строится таким образом, чтобы выполнялся принцип причинности для других эффективных полей. Тем самым, можно говорить это поле является в порожденном пространстве универсальным, взаимодействует со всеми другими эффективными полями. Поскольку это поле зависит от конфигурации других полей, то скорость его изменения должна в точности равняться максимальной скорости изменения конфигурации полей. Эта скорость равна максимальной скорости взаимодействий.

Поле, обладающее такими характеристиками, известно. Это гравитация.

Для гравитации выполняется сильный принцип эквивалентности. Выше было показано, что гравитация и ускорение это проявление одного и того же процесса, процесса поворота касательной гиперплоскости в фундаментальном пространстве. Тем самым, в рамках предлагаемой модели выведен сильный принцип эквивалентности. Показано, что его скорость должна равняться максимальной скорости взаимодействий. Эта скорость, как известно, равна скорости света. Показано, что гравитация является универсальным взаимодействием. Так же гравитация в такой модели зависит только от других эффективных полей, но не сама от себя.

В общей теории относительности гравитация удовлетворяет всем описанным выше свойствам.

Например, в ней присутствует только тензор энергии импульса других полей, тензора энергии-импульса гравитации нет. Гравитация имеет универсальный характер, как и предсказывает предложенная модель.

Можно отметить, что описанная выше разница в типах полей означает, что многие подходы, применимые и успешно работающие для полей первого типа, не будут работать во втором случае. Что и наблюдается, при попытке применить квантование к гравитации.

Так же отмечу, что в предлагаемой модели на уровне фундаментального пространства отсутствуют сингулярности. Гравитация может приводить к гравитационным сингулярностям в наблюдаемом пространстве, но при этом сингулярности в фундаментальном пространстве не возникают.

Масса и инерция

Для дальнейшего рассмотрения нужно ввести понятия массы и инерции. Вывод массы и инерции в данной статье не рассматривается. Предположим, что в рамках рассматриваемой гипотезы как-то можно получить инерционную массу и инерцию. Рассмотрим следствия.

Метрика пространства-времени на гиперповерхности

Выше получена специальная теория относительности. Из нее, в частности, следует, что в декартовой системе координат интервал ds определяется формулой [5, стр 294]

$$ds^2 = c^2dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

При переходе к любой другой инерциальной системе отсчета интервал, как мы знаем, сохраняет тот же вид. Гиперповерхность с кривизной может быть представлена как инерциальная только локально, если взять касательную гиперплоскость. Она является неинерциальной системой.

В неинерциальной системе отсчета квадрат интервала является некоторой квадратичной формой от дифференциалов координат:

$$ds^2 = g_{ik}dx^i dx^k$$

где g_{ik} – некоторые функции пространственных координат x^1, x^2, x^3 и временной координаты x^0, по повторяющимся индексам идет суммирование.

Четырехмерная система координат x^0, x^1, x^2, x^3 является, таким образом, при пользовании неинерциальными системами криволинейной. Величины g_{ik}, определяя все свойства геометрии в каждой данной криволинейной системе координат, устанавливают метрику пространства-времени.

Движение тела в гравитационном поле

Для нахождения уравнения движения тела в гравитационном поле можно использовать обобщение уравнения свободного движения тела в специальной теории относительности. Эти уравнения гласят $\frac{du^i}{ds} = 0$, или иначе $du^i = 0$, где $u^i = dx^i/ds$ есть 4-скорость. Очевидно, в криволинейных координатах это уравнение обобщается в

$$Du^i = 0$$

Используя ковариантное дифференцирование, получается:

$$du^i + \Gamma^i_{kl}u^k dx^l = 0$$

Разделив это уравнение на ds, получаем:

$$\frac{d^2x^i}{ds^2} + \Gamma^i_{kl}\frac{dx^k}{ds}\frac{dx^l}{ds} = 0$$

Это и есть искомые уравнения движения.

Новым в получении этих уравнений движения является то, что они получены в рамках рассматриваемой модели.

Уравнения гравитационного поля

Пусть имеется некоторая искривленная гиперповерхность и соответствующее ей пространство-время. Как выглядит действие S некоторой физической системы в этой пространстве-времени?

Действие для физической системы в каком-то поле обычно выглядит как:

$$S = S_m + S_f + S_{mf}$$

Здесь S_m есть та часть действия, которая зависит только от свойств частиц, т.е. действие для свободных частиц. S_{mf} есть та часть действия, что обусловлена взаимодействием между частицами и полем. S_f есть та часть действия, которая зависит только от свойств самого поля.

Гравитационное поле в рассматриваемой модели является искривлением гиперповерхности, необходимым для выполнения принципа причинности и одинаковости законов физики. Это означает, что гравитационное поле полностью определяется частицами. Из этого следует, что взаимодействия между гравитационным полем и частицами нет, конфигурация частиц задает гравитационное поле. Тогда, для взаимодействия гравитации и частиц

$$S_{mf} = 0$$

Следовательно,

$$S = S_m + S_g$$

где S_g – действие гравитации.

Теперь можно перейти к выводу уравнений гравитационного поля. Эти уравнения получаются из принципа наименьшего действия $\delta S = 0$

$$\delta S = \delta\left(S_m + S_g\right) = \delta S_m + \delta S_g$$

Вариация δS_g равна [5, стр. 355]:

$$\delta S_g = -\frac{c^3}{16\pi k}\int (R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R)\delta g^{ik}\sqrt{-g}d\Omega$$

Вариация δS_m равна [5, стр. 355]:

$$\delta S_m = \frac{1}{2\mathrm{c}}\int T_{ik}\delta g^{ik}\sqrt{-g}d\Omega$$

где T_{ik} – тензор энергии импульса.

Таким образом, из принципа наименьшего действия $\delta S = 0$ находим:

$$-\frac{c^3}{16\pi k}\int \left(R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R - \frac{8\pi k}{c^4} T_{ik}\right)\delta g^{ik}\sqrt{-g}d\Omega = 0$$

Откуда ввиду произвольности δg^{ik}

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi k}{c^4} T_{ik}$$

Это и есть уравнения гравитационного поля в рассматриваемой модели. Эти уравнения в точности совпадают с уравнениями Эйнштейна общей теории относительности, если не рассматривать космологическую константу. Для космологической константы, в рамках рассматриваемой модели, также имеется простое объяснение, но это не тема данной статьи.

Можно заметить, что одним из следствий этих уравнений является равенство инерционной и гравитирующей массы.

Сохранение энергии и импульса

Законы сохранения энергии и импульса следуют из симметрий к трансляциям времени и пространства. Кривизна пространства-времени добавляется так, чтобы эти симметрии не нарушались.

При отсутствии гравитационного поля закон сохранения энергии и импульса выражается уравнением [5, стр. 362]:

$$\frac{\partial T^{ik}}{\partial x^k} = 0$$

Обобщением этого уравнения при наличии кривизны пространства-времени является уравнение $T^k_{l;\,k} = 0$. Проверим:

$$T^k_{l;\,k} = \frac{1}{\sqrt{-g}}\frac{\partial\left(T^k_i\sqrt{-g}\right)}{\partial x^k} - \frac{1}{2}\frac{\partial g_{kl}}{\partial x^i}T^{kl} = 0$$

Что и ожидалось.

Вклада в энергию от гравитационного поля здесь нет. Можно было бы сказать, что закон сохранения энергии-импульса в общей теории относительности нарушается. Однако, для этого необходимо, чтобы гравитационное поле само по себе обладало энергией. Гравитационное поле в рассматриваемой гипотезе это искривление пространства-времени для выполнения принципа причинности. Это не поле в типичном смысле. Само по себе, оно существовать не может, оно полностью задается распределением массы и энергии материи. Тем самым, оно не обладает энергией. Это означает, что закон сохранения энергии-импульса выполняется и в общей теории относительности.

Заключение

Предложена гипотеза, позволяющая построение пространства-времени с метрикой пространства Минковского на евклидовом пространстве без времени и динамики. Эта гипотеза также позволяет построение искривленного пространства-времени с метрикой общей теории относительности. Показано, что из гипотезы следуют принцип причинности и антропный принцип. Показано, что из гипотезы следует сильный принцип эквивалентности гравитации и ускорения. Выведены все принципы и постулаты, на которых основаны специальная и общая теории относительности, получены преобразования Лоренца.

Литература

[1] С. Хокинг, Дж. Эллис, Крупномасштабная структура пространства-времени, изд. Мир, 1977 г

[2] G.M. Idlis - Main features of the observed astronomical Universe as the characteristic properties of the inhabited space system // Izv. Astroph. of the Institure of Kaz. SSR. 1958. 7. 7. P. 40-53.

[3] B. Carter - Coincidence of large numbers and the anthropological principle in cosmology // Cosmology. Theories and observations. M., 1978. P. 369-370.

[4] Wheeler J. A. Genesis and Observership//Foundational Problems in the Special Sciences. Dordrecht,1977. P. 27.

[5] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Теория поля, том II, изд. 7, Москва “Наука” 1988