

ПРИНЦИП МАХА, ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ И ДВИЖЕНИЕ

Аннотация

Статья посвящена «многоликому» принципу Маха, принципу относительности и движению материи, которые рассмотрены с точки зрения новой научной парадигмы, в которой все изменения и взаимодействия (в том числе и гравитационные) рассматриваются не как силовые взаимодействия и проявления искривления пространства-времени, а как проявления и следствия движения материи, которое происходит как сток и исток материи и описывается как движение энергии. В статье приведен обзор первоисточников этих принципов, созданных основоположниками. В 1918 году А. Эйнштейн, впервые применив термин «принцип Маха», написал, что ОТО базируется на трех основных положениях, одним из которых был принцип Маха. [1, т.1, с.613]. В настоящее время принцип Маха используется в качестве одного из трёх основных положений новой реляционной теории, разрабатываемой Владимировым Ю.С. [22]. В ходе известного мысленного эксперимента с двумя телами, наряду с принципом Маха и принципом относительности, которые удивительно взаимосвязаны и переплетаются, исследуется энергодинамика движущихся тел и такой таинственный феномен как механическое движение материальных тел в пространстве и времени.

Ключевые слова и фразы: принцип Маха, принцип относительности, движение, инерция, новая научная парадигма, реляционная теория, энергетический потенциал, разность энергopotенциалов, энергодинамика, масса.

«Небо содержит в себе причину своего движения»
Аристотель

«В мире нет ничего, кроме движущейся материи»
Декарт

«Нас может интересовать только одно: познание взаимной зависимости элементов»
Эрнст Мах

«Природа не начинается с элементов, тогда как мы обязаны начинать с них. Несомненной удачей для нас является то, что время от времени мы можем отвести наши глаза от великого единства сущего и дать им отдохнуть на отдельных деталях. Но в конечном счете мы не должны пренебрегать возможностью пополнять и корректировать наши взгляды посредством тщательного рассмотрения тех обстоятельств, которые на время оставались вне нашего внимания»

[2, Э. Мах, «Механика»]

Содержание

1. Введение.
 2. Принцип Маха и ОТО.
 3. Принцип Маха в реляционной теории Владимирова Ю.С.
 4. Принцип относительности.
 5. Эксперименты по проверке принципа Маха.
 6. Мысленный эксперимент.
 7. Движение.
 8. Заключение.
- Список литературы.

1. Введение

Принцип Маха — принцип, согласно которому инертные свойства материальных тел, т. е. свойство тел оставаться в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения при отсутствии сил, определяются всей материей Вселенной. Принцип Маха — это в каком-то смысле символ глубины нашего понимания и знания самых фундаментальных законов нашего мира. Согласно принципу Маха инертные свойства материального физического тела определяются всеми остальными материальными физическими телами Вселенной, т. е. источником инерции является ускорение a не относительно абсолютного пространства, как у Ньютона, а относительно системы отсчёта, связанной «с небом неподвижных звезд», масса которых является источником инерции. В механике Ньютона и специальной теории относительности (СТО), напротив, считается, что инертные свойства тел, например, масса, не зависят от наличия или отсутствия других тел. В общей теории относительности (ОТО) от окружающей материи, которая соответствующим образом изменяет метрические свойства пространства-времени, зависят и свойства локально инерциальных систем отсчёта, относительно которых и определяются инертные свойства тел, что в современной физике считается реализацией принципа Маха.

«Но каким образом звезды, находящиеся от нас на расстоянии 10^9 — 10^{10} световых лет, могут реагировать на ускорение пробной частицы, происходящее в данный момент и здесь, так, чтобы они успевали в тот же самый момент времени оказать обратное действие на пробную частицу?» [7, с. 471, Дж. Уилер. «Принцип Маха как граничное условие для уравнений Эйнштейна»]

Действительно, каким образом материя Вселенной влияет, и влияет ли, на каждое физическое тело, например на протон или электрон? До настоящего времени нет ответа на эти вопросы.

В ходе данного исследования обнаружилось прямо-таки органическая взаимосвязь принципа Маха, принципа относительности, принципа эквивалентности, массы и движения, отделить которые друг от друга не представляется возможным. Невозможным также оказалось обойтись без обзора и обширного цитирования первоисточников, что, надеемся только поможет данному исследованию.

2. Принцип Маха в ОТО

В 1918 году А. Эйнштейн в статье «Принципиальное содержание общей теории относительности», впервые применив термин «принцип Маха», заявил, что общая теория относительности «покоится на трех основных положениях, которые ни в какой степени не зависят друг от друга»:

а) *Принцип относительности*: законы природы являются лишь высказываниями о пространственно-временных совпадениях; поэтому они находят свое естественное выражение в общековариантных уравнениях.

б) *Принцип эквивалентности*: инерция и тяжесть тождественны; отсюда и из результатов специальной теории относительности неизбежно следует, что симметричный «фундаментальный тензор» ($g_{\mu\nu}$) определяет метрические свойства пространства, движение тел по инерции в нем, а также и действие гравитации. Описываемое фундаментальным тензором состояние пространства мы будем обозначать как « G -поле»)

в) *Принцип Маха*: G -поле полностью определено массами тел. Масса и энергия, согласно следствиям специальной теории относительности, представляют собой одно и то же; формально энергия описывается симметричным тензором энергии; это означает, что G -поле обуславливается и определяется тензором энергии материи» [1, т.1, с.613]

Принцип относительности, объединённый с принципом эквивалентности, при распространении на ускоренные (неинерциальные) системы отсчёта, привели Эйнштейна к идее геометризации пространства-времени и созданию общей теории относительности (ОТО) — современной теории тяготения. Но, к сожалению, на этом пути Эйнштейну не удалось, как бы он не старался, «включить» в ОТО принцип Маха, и позже Эйнштейн отошёл от принципа Маха:

«По мнению Маха, в действительно рациональной теории инерция, подобно другим ньютоновским силам, должна происходить от взаимодействия масс. Это мнение я долго считал в принципе правильным. Но оно неявным образом предполагает, что теория, на которой все

основано, должна принадлежать к тому общему типу, что и ньютонова механика: основными понятиями в ней должны служить массы и взаимодействия между ними. Между тем нетрудно видеть, что такая попытка решения не вяжется с духом теории поля» [1, СНТ, т.4, с. 259]

Странная получается ситуация, - пишет Я.Б. Зельдович о принципе Маха: «Этот принцип сыграл большую эвристическую роль в создании Эйнштейном ОТО. Но после создания теории относительности выяснилось, что принципа Маха в ней не содержится... С этой точки зрения, каждое подтверждение теории относительности есть удар по принципу Маха» [14]

«...система, связанная с реликтовым излучением, с общей массой далёкого вещества, действительно физически преимущественна, и она инерциальна в каждой точке. Может быть, это как-то можно трактовать в духе принципа Маха? Мы думаем, что этого делать нельзя. Прямолинейное применение принципа Маха в такой редакции ведёт к следующему. Раз выделена преимущественная система, то даже движение по инерции по отношению к ней (а необязательно с ускорением или вращением) должно вести к отличию в новой системе физических законов от законов в системе преимущественной. Но этого нет...» [15]

Удивительно, что в ОТО закон сохранения энергии ввиду неоднородности времени выполняется только локально, то есть не существует такой величины, чтобы интеграл от неё по пространству сохранялся при движении по времени. Ещё в 1917 году Гильберт писал о законе сохранения энергии в ОТО: «...я утверждаю, что для общей теории относительности, т. е. в случае общей инвариантности гамильтоновой функции, уравнений энергии, которые... соответствуют уравнениям энергии в ортогонально-инвариантных теориях, вообще не существует, я даже мог бы отметить это обстоятельство как характерную черту общей теории относительности».

Тем не менее, мы предлагаем исследовать проблемы, обозначенные в этой статье, с точки зрения новой научной парадигмы и закона сохранения энергии.

3. Принцип Маха

Эрнст Мах сформулировал свой принцип, критикуя механику Ньютона, в своей книге «Механика. Историко-критический очерк её развития» [2] в 1896 году, следующим образом:

«Для меня вообще существует *только* относительное движение, и я не могу здесь допустить какую-нибудь разницу между движением вращательным и поступательным. Если тело вращается относительно *неба неподвижных звезд*, то развиваются центробежные силы, а если оно вращается относительно какого-нибудь *другого* тела, а не относительно неба неподвижных звезд, то таких центробежных сил нет. Я ничего не имею против того, чтобы первое вращение называли *абсолютным*, если только не забывают, что это означает ничто иное, как *относительное* вращение относительно *неба неподвижных звезд*».

Можем ли мы удержать неподвижным сосуд с водой Ньютона, заставить вращаться небо неподвижных звезд и тогда *доказать* отсутствие центробежных сил?

Опыт этот неосуществим, сама мысль о нем вообще не имеет никакого смысла, ибо *оба* случая чувственно не могут быть отличены друг от друга. Я считаю поэтому *оба* случая за *один и тот же случай* и различие Ньютона за иллюзию». «Я не принимал, что *только* отдаленные, а не также близкие массы принимают участие в определении скорости тела; я говорю только о влиянии, *независимом* от расстояния» [2, с.202-203]

Справедливости ради, надо сказать, что эта идея, которую более чётко сформулировал Мах, зрела уже давно. Ещё Аристотель в своём сочинении «О небе» пришёл к выводу:

«...Небо...содержит в себе причину своего движения...» [16, с.309]. И. Ньютон, опираясь на свой эксперимент с вращающимся ведром, считал: «Действующими причинами, из-за которых абсолютные и относительные движения различны между собою, являются центробежные силы, направленные от оси движения. При движении в круге только относительно эти силы не существуют» [17, с.33]

«От инерции материи происходит, что всякое тело лишь с трудом выводится из своего покоя или движения» [17, с.25]

«Но движение и покой, при обычном их рассмотрении, различаются лишь в отношении одного к другому, ибо не всегда находится в покое то, что таковым простому взгляду представляется» [17, с.26]

«Проявления, которыми различаются абсолютное и относительное движение, состоят в силах стремления удалиться от оси вращательного движения, ибо в чисто относительном вращательном движении эти силы равны нулю» [17, с.34]

«Инертное круговое движение какого-либо тела может быть лишь одно в полном соответствии с силою стремления от оси, относительных же движений, в зависимости от того, к чему они относятся, тело может иметь бесчисленное множество» [17, с.35]

По Ньютону: абсолютное пространство — этоместилище для материальных тел и возникновение центробежных сил относительно абсолютного пространства не зависит от наличия масс в этом пространстве, то есть центробежные силы будут возникать и в пустом пространстве.

Английский философ Джордж Беркли в трактате «О движении» («De motu») [18], написанным на латыни, полное название которого: «О движении, или о принципе и природе движения и о причине сообщения движений», критикуя абсолютное пространство Ньютона и, предвосхищая принцип относительности и принцип Маха, писал:

«6. ... очевидно, что бессмысленно считать тяжесть или силу принципом движения...»

«34. ... причина существования тел является также причиной их движения и покоя»

«58. ...мы не должны определять истинное место тела как часть абсолютного пространства, которую оно занимает, а истинное, или абсолютное, движение — как перемену истинного, или абсолютного места. Ибо всякое место относительно, так же как и всякое движение. ...если мы допустим, что другие тела уничтожены и, например, существует один лишь земной шар, тогда никакого движения нельзя будет себе представить;»

«59. Далее, представим, существование двух шаров и ничего телесного ещё, кроме них. Затем представим силы, приложенные каким-либо способом; и, что бы мы не понимали под приложением сил, круговое движение двух шаров вокруг общего центра не может быть постигнуто воображением. Теперь предположим, что сотворено небо с неподвижными звездами; и сразу же, через представление приближения шаров к разным частям этого неба, движение станет постижимым».

Идея Маха «красной нитью» проходит почти через все работы А. Эйнштейна периода разработки общей теории относительности, но в статье «Эрнст Мах» по случаю ухода из жизни Эрнста Маха в 1916 году, оценивая его выдающиеся заслуги перед наукой, Эйнштейн наиболее полно описывает вклад Маха в физику, сравнивая с позицией Ньютона по вопросам пространства, времени и механики:

«Ньютон: Абсолютное пространство по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему и остаётся всегда одинаковым и неподвижным»

«Относительное есть его мера или какая-либо его ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел, которое в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное»

Далее следует соответствующее определение понятия «абсолютного движения» и «относительного движения». Вот оно: «Проявления, которыми различаются абсолютное и относительное движения, состоят в стремлении удалиться от оси вращательного движения, ибо в чисто относительном вращательном движении эти силы равны нулю, в истинном же и абсолютном они больше или меньше, сообразно количеству движения» [17, с.34]

Затем следует описание известного опыта с ведром, который должен служить наглядным обоснованием последнего утверждения.

Очень интересна осуществляемая Махом критика этой точки зрения.

«Когда мы говорим, что тело K изменяет своё направление движения и скорость только под воздействием другого тела K' , мы вовсе не можем прийти к этому познанию, если нет налицо других тел A, B, C, \dots , относительно которых мы судим о движении тела K . Следовательно, мы познаем, собственно говоря, некоторое отношение тела K к телам A, B, C, \dots . Если же мы не будем принимать в расчет тела A, B, C, \dots и будем говорить о поведении тела K в абсолютном пространстве, то мы совершим при этом двойную ошибку. Во-первых, мы не можем знать, как вело бы себя тело K в отсутствие тел A, B, C, \dots . Во-вторых, у нас не будет никаких средств, с помощью которых можно было бы проследить за поведением тела K и проверить наши суждения, которые, в силу этого, не будут иметь никакого физического смысла»

«О движении тела K можно судить лишь по отношению к другим телам. A, B, C, \dots Поскольку в нашем распоряжении всегда имеется достаточное количество жёстко закрепленных или медленно меняющих свое положение друг относительно друга тел, мы не должны вести отсчет относительно какого-то одного *определенного* тела и исключать из рассмотрения то одно из этих тел, то другое. Отсюда и возникает мнение, будто эти тела несущественны» [из 1, т. IV, с.30-31]

Эрнст Мах: «Было бы возможно, чтобы изолированные тела A, B, C, \dots играли лишь случайную роль при определении движения тела K , чтобы движение было определено *средой*, в которой находится тело K . Но тогда было бы необходимо заменить абсолютное пространство Ньютона этой средой. ... Пришлось бы поэтому представлять себе какую-нибудь другую наполняющую мировое пространство среду, о свойствах которой, как и о динамическом ее отношении к находящимся в ней телам, мы в настоящее время мало знаем. Само по себе такое соотношение не невозможно. ...Мы в будущем больше еще узнаем об этой гипотетической среде, и с естественнонаучной точки зрения она все еще была бы более ценной, чем рискованная мысль об абсолютном пространстве» [2, с.196]

«Если мы примем во внимание, что мы не можем устранить изолированные тела A, B, C, \dots и, следовательно, опытом ничего не можем решить относительно их существенной или случайной роли, что эти тела до сих пор были единственным и достаточным средством также средством для ориентирования относительно движений и для описания механических фактов, мы придем к тому заключению, что покуда полезно принимать, что движения определяются этими телами» [2, с.196-197]

«Система мира нам не дана *дважды* с Землей, покоящейся и вращающейся, а дана только *однажды* с ее единственно поддающимися определению относительными движениями. Мы поэтому не можем сказать, что было бы, если бы Земля не вращалась. Мы можем единственный данный нам случай объяснять различным образом. Но когда наши объяснения таковы, что они оказываются в противоречии с данными опыта, то именно *мы* неправильно объясняем. Основные принципы механики могут быть поэтому так составлены, чтобы и при относительных движениях получались центробежные силы» [2, с.197]

«Опыт Ньютона с вращающимся сосудом с водой показывает только то, что относительное вращение воды по отношению к стенкам сосуда не пробуждает заметных центробежных сил, но что эти последние пробуждаются относительным вращением по отношению к массе Земли и остальным небесным телам. Никто не может сказать, как протекал бы опыт, если бы стенки сосуда становились все толще и массивнее, пока, наконец, толщина их не достигла бы нескольких миль. Налицо перед нами только один опыт и нам остается привести его в согласие со всеми остальными известными фактами, но не с произвольными созданиями нашей фантазии» [2, с.197] «...даже в простейшем случае, в котором мы как-будто занимаемся взаимодействием только *двух* масс, отвлекаясь от остального мира *невозможно*» «...все массы находятся в связи друг с другом» [2, с.200] «Во всех процессах природы играют решающую роль *разности* известных величин *и*». [2, с.200]

«В одном случае мы не можем заполучить абсолютного пространства, в другом случае нашему познанию доступно лишь ограниченное число масс...» [2, с.201] «Но если и без того малопонятные гипотезы абсолютного пространства и абсолютного времени не выдерживают более критики, то возникает вопрос: каким же образом мы можем придать закону инерции понятный смысл?» [2, с.206]

3. Принцип Маха в реляционной теории Владимирова Ю.С.

Владимиров Ю.С. в статье «Реляционная концепция Лейбница–Маха» [22, с.73] пишет: «Реляционные идеи оказались особенно востребованными в самом начале XX века в период создания специальной теории относительности, а затем послужили важным стимулом для Эйнштейна при создании общей теории относительности. Он то и предложил возвести в ранг принципа Маха необходимую ему часть реляционных взглядов Маха. Однако следует подчеркнуть, что возведенное им в ранг принципа составляло лишь часть идей, отстаиваемых Махом. Нам представляется, что в настоящее время следует четко сформулировать суть реляционной

концепции (парадигмы, подхода) в виде трех неразрывно связанных друг с другом составляющих (аспектов):

- 1) реляционного подхода к природе пространства-времени;
- 2) описания физических взаимодействий на основе концепции дальнего действия (взамен концепции ближнего действия);
- 3) признания обусловленности локальных свойств материальных объектов глобальными свойствами всего окружающего мира.

Эйнштейн же возвел в ранг принципа Маха лишь третью составляющую, причем в усеченном виде, имея в виду обоснование лишь инерции физических тел.

«Согласно реляционному подходу, пространство и время не являются самостоятельными сущностями, как это постулировалось И. Ньютоном, а представляют собой абстракцию от отношений между материальными объектами и событиями с их участием». [22, с.73-74]

Владимиров Ю.С. в [22, с.69 -85] пишет: «Взамен ньютоновой трактовки Мах предлагал ... реляционное понимание природы пространства и времени: «...во временной зависимости выражаются простейшие непосредственные физические отношения. <...> В пространственных отношениях находит свое выражение посредственная физическая зависимость» [23, с. 417].

«И, наконец, к четвертому препятствию следует отнести отсутствие понимания: какой вид физических взаимодействий является ответственным за реализацию принципа Маха, особенно его третьей составляющей». [22]

4. Принцип относительности.

Из истории науки известно, что гипотеза вращения Земли вокруг своей оси привела к рождению идеи относительности, когда почему-то мы, находясь на её поверхности, никак не наблюдаем этого вращения, а все другие небесные тела кажутся нам движущимися относительно Земли. «Отец физики» Галилео Галилей в своей книге «Диалоги о двух системах мира» сформулировал этот принцип для классической механики: «Для предметов, захваченных равномерным движением, это последнее как бы не существует и проявляет своё действие на вещах, не принимающих в нём участия». И. Ньютон в своих «Математических началах натуральной философии» (том I, следствие V) рассматривает движение тел в абсолютном пространстве: «Относительные движения друг по отношению к другу тел, заключённых в каком либо пространстве, одинаковы, покоится ли пространство, или движется равномерно и прямолинейно без вращения»

Через три века после Галилея, который сформулировал принцип относительности только для механических явлений, в 1895 году Анри Пуанкаре в статье «К теории Лармора» формулирует принцип относительности для всех явлений:

«Опыт дал множество фактов, которые допускают следующее обобщение: невозможно обнаружить абсолютное движение материи, или, точнее, относительное движение весомой материи и эфира. Все, что можно сделать, - это выявить движение весомой материи относительно весомой материи». [3, с.7] А в статье «Измерение времени» (1898 г) выдвигает гипотезу постоянства скорости света и условного характера понятия одновременности двух событий: «...принял скорость света постоянной и, в частности, одинаковой во всех направлениях. Это есть постулат» [3, с.19],

«Мы не можем непосредственно на основе интуиции определить ни одновременность, ни равенство двух промежутков времени» [3, с.20]; и в книге «Наука и гипотеза» (1902 г) пишет: «Не существует абсолютного времени. Утверждение, что два промежутка времени равны, само по себе не имеет смысла и можно применять его только условно»

В 1898 -1904 годах А. Пуанкаре в своих работах [3] «Измерение времени», «Оптические явления в движущихся телах», «О принципе относительности пространства и движения», «Настоящее и будущее математической физики», задолго до Эйнштейна, сформулировал основные положения принципа относительности:

1. Абсолютного пространства не существует, мы знаем только относительные движения.
2. Не существует абсолютного времени. Утверждение, что промежутка времени равны, само по себе не имеет смысла, и можно применять его только условно.

3. Мы не способны к непосредственному восприятию не только равенства двух промежутков времени, но и не можем быть уверенными в одновременности двух событий, происходящих в различных местах.

4. Наконец, сама наша евклидова геометрия — всего лишь своего рода условный язык.

Таким образом, абсолютное пространство, абсолютное время, даже сама геометрия не имеют характера вещей, обуславливающих собой механику» [3, с.23]

Идею принципа относительности и предельной скорости в природе в 1904 году в своей статье высказывает Х.А. Лоренц : «Положение вещей было бы удовлетворительным, если бы можно было с помощью определенных основных допущений показать, что многие электромагнитные явления строго, то есть без какого-либо пренебрежения членами высших порядков, не зависят от движения системы...На скорость налагается только то ограничение, что она должна быть меньше скорости света». [3, с.19]

А. Пуанкаре в своей статье «О динамике электрона» (1905 г) называет принцип относительности «постулатом относительности Лоренца», а далее А. Эйнштейн в статье «К электродинамике движущихся тел» (1905 г) переводит принцип относительности из гипотезы в ранг фундаментального закона, о чём впоследствии Х.А. Лоренц написал в 1912 году: «Заслуга Эйнштейна состоит в том, что он первый высказал принцип относительности в виде всеобщего строго и точно действующего закона» [3, с.23] В статье «Теория относительности» в 1915 году А. Эйнштейн пишет:

«...физические явления зависят только от движений тел относительно друг друга, т. е. что с физической точки зрения абсолютного движения не существует» [1, т.1, с.412]

“Постулат о равноправии всех таких систем K и K' , в которых не существует состояний движения, предпочтительных по сравнению с другими, мы будем называть «специальным принципом относительности».

«Теория Лоренца вызывает недоверие именно потому, что она, по-видимому, противоречит принципу относительности» [1, т.1, с.413]

В Гибсоновской лекции, прочитанной в Университете Глазго в 1933 году, Эйнштейн сказал: «Когда в 1905 году специальная теория относительности провозгласила равноправие всех так называемых инерциальных систем для формулировки законов природы, со всей остротой встал вопрос: не существует ли и более всеобъемлющее равноправие систем координат? Иными словами, если понятие скорости может иметь только относительный смысл, то почему ускорение, несмотря на это, должно оставаться абсолютным понятием? Ведь с чисто кинематической точки зрения относительность любого движения не вызывает сомнения; с физической точки зрения инерциальные системы находятся в привилегированном положении, что делает искусственным использование иначе движущихся систем координат» [1, т.2, с.403]

ОТО уравнило все системы координат, и инерциальные, и неинерциальные, но только с кинематической точки зрения. С энергетической точки зрения, если скорость и ускорение относительны, то относительным должен быть и энерго-гравитационный потенциал, равный квадрату скорости, и, обобщая, так же и энергия движения не может оставаться абсолютным понятием.

«...в однородном гравитационном поле все движения происходят точно так же, как в равномерно ускоренной системе координат в отсутствие поля тяготения» [1, т.2, с.404]

«...разумную теорию гравитации можно построить лишь в результате обобщения принципа относительности» [1, т.2, с.405]

На Наугеймской дискуссии о принципе относительности, эфире и тяготении, состоявшейся в сентябре 1920 года, немецкий физик Филипп Ленард поставил перед Эйнштейном два вопроса: «*Первый вопрос*: можно ли в случае заторможенного поезда признать невозможным установить, что именно находится в состоянии неравномерного движения, как этого требует общая теория относительности, несмотря на то, что последствия неравномерного движения односторонне обнаруживаются только внутри поезда. *Второй вопрос* касается логически недопустимого эксперимента: с точки зрения общей теории относительности, равноценны между собой оба допущения, как то, что Вселенная вращается вокруг Земли, так и то, что вращается Земля, Вселенная же находится в покое; но, так как в первом случае пришлось бы принять для движения Вселенной скорость, превышающую скорость света, - то не означает ли это допущения

внутреннего противоречия общей теории относительности, поскольку она же сама исключает возможность скоростей, превышающих скорость света?

Приведём здесь полностью, что важно на наш взгляд для понимания возникновения ОТО, у истоков которой стоял Мах, отрывок из статьи Эйнштейна «Основы общей теории относительности»:

«Классической механике и в не меньшей степени специальной теории относительности присущ некоторый теоретико-познавательный недостаток, который, пожалуй, впервые был ясно отмечен Э. Махом. ...Пусть два жидких тела одинаковой величины и состава свободно парят в пространстве на таком большом расстоянии друг от друга (и от всех прочих масс), что должны приниматься во внимание только те гравитационные силы, с которыми действуют друг на друга части *одного и того же тела*. ...Но пусть каждая масса, рассматриваемая наблюдателем, покоящимся относительно другой массы, вращается вокруг линии, соединяющей массы с постоянной угловой скоростью (это относительное движение обеих масс всегда возможно установить). Теперь представим себе, что поверхности обоих тел (S_1 и S_2) измерены с помощью масштабов (покоящихся относительно этих тел); пусть в результате измерения оказалось, что поверхность S_1 представляет сферу, а поверхность S_2 – эллипсоид вращения.

Теперь возникает вопрос: по какой причине тела S_1 и S_2 ведут себя по-разному? Ответ на этот вопрос может быть только тогда признан удовлетворительным с теоретико-познавательной точки зрения, когда обстоятельство, указанное в качестве причины, является *наблюдаемым опытным фактом*; ибо принцип причинности только тогда имеет смысл суждения о явлениях в мире опыта, когда в качестве причин и следствий в конечном итоге оказываются лишь *наблюдаемые факты*.

Механика Ньютона не дает удовлетворительного ответа на этот вопрос. Она говорит следующее. Законы механики справедливы для пространства R_1 , относительно которого тело S_1 находится в покое, но несправедливы для пространства R_2 , относительно которого находится в покое тело S_2 . Однако галилеево пространство R_1 (и движение по отношению к нему), которое при этом вводится, является *фиктивной* причиной, а не наблюдаемым фактом. Таким образом, ясно, что механика Ньютона в рассматриваемом случае удовлетворяет требованию причинности не по существу, но лишь кажущимся образом, возлагая ответственность за наблюдаемое различное поведение тел S_1 и S_2 на фиктивную причину — пространство R_1 .

Удовлетворительным ответом на поставленный выше вопрос может быть только следующий: физическая система, состоящая из тел S_1 и S_2 , сама по себе не дает возможности указать причину, с помощью которой можно было бы объяснить различное поведение тел S_1 и S_2 . Причина должна, следовательно, лежать *вне* этой системы» [1, т.1, с.455-456]

Критикуя абсолютное движение в абсолютном пространстве в теории Ньютона Мах писал: «Вряд ли есть необходимость заметить здесь, что и в приведенных здесь рассуждениях Ньютон изменяет своему намерению исследовать только ф а к т и ч е с к о е. Об абсолютном пространстве и абсолютном движении никто ничего сказать не может, это чисто абстрактные вещи, которые на опыте обнаружены быть не могут. Все наши основные принципы механики представляют собою ... данные опыта об относительных положениях и движениях тел» [19]

В статье «Эфир и теория относительности» (1920 г.) А. Эйнштейн рассматривает принцип Маха в соотношении с «эфиром» и общей теорией относительности:

«Правда, Мах пытался избежать необходимости принимать за реально существующее нечто недоступное наблюдению... Но инерция в случае ускорения относительно далеких масс предполагает прямое действие на расстоянии»

«Мысль Маха находит свое полное развитие в эфире общей теории относительности. Согласно этой теории, метрические свойства пространственно-временного континуума в окрестности отдельных пространственно-временных точек различны и зависят от распределения материи вне рассматриваемой области» [1, т.1, с. 687] «Эфир общей теории относительности есть среда, сама по себе лишённая всех механических и кинематических свойств, но в то же время определяющая механические (и электромагнитные) процессы». [1, т.1, с.687-688]

«Естественно, что большим шагом вперед было бы объединение в одну общую картину гравитационного и электромагнитного полей. Тогда была бы достойна завершена эпоха теоретической физики, начатая Фарадеем и Максвеллом» [1, т.1, с. 689]

«Общая теория относительности наделяет пространство физическими свойствами; таким образом, в этом смысле эфир существует. Согласно общей теории относительности, пространство немислимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света,...» «Однако этот эфир нельзя представлять себе состоящим из прослеживаемых во времени частей: таким свойством обладает только весомая материя; точно так же к нему нельзя применять понятие движения» [1, т.1, с.689]

Принцип Маха предполагает дальноедействие, которого в природе, видимо, не существует, и причину инерции необходимо искать не в далёких звёздах, а непосредственно здесь и сейчас. Эта мысль, исходя из нашего опыта, кажется совершенно парадоксальной, потому что рядом с телом нет ничего материального, чем мы привыкли объяснять любое движение, а идея материального эфира отвергнута экспериментами Майкельсона - Морли и теорией относительности Эйнштейна ввиду принципиального отсутствия в нашем мире абсолютной системы отсчёта.

5. Эксперименты по проверке принципа Маха.

А. Эйнштейн в статье «Существует ли гравитационное воздействие, аналогичное электродинамической индукции?», опубликованной 1912 году, фактически ставит мысленный эксперимент для проверки принципа Маха:

«Пусть рассматривается система тяготеющих масс, состоящая из сферической оболочки K с массой M , равномерно распределенной по поверхности шара, и из расположенной в центре этой оболочки материальной точки P с массой m (рис.1) Будет ли действовать на жестко закрепленную материальную точку P сила, если оболочке K сообщить ускорение Γ ?»

Далее Эйнштейн пишет, что

«Следующие рассуждения заставляют считать такое силовое воздействие действительно существующим и позволяют определить в первом приближении его величину» [1, т.1, с.223]

Эта статья интересна во многих отношениях: во-первых, Эйнштейн теоретически доказывает возможность дальногодействия, что можно проверить экспериментально — достаточно в вакууме раскрутить сферическую оболочку K с ускорением по определению, как тело P с массой m тоже должно начать крутиться в том же направлении, во-вторых,

«Следовательно, инертная масса m' с учетом влияния оболочки K равна

$$m' = m + \frac{kmM}{Rc_0^2} \quad (1)$$

Этот результат очень интересен. Он показывает, что присутствие оболочки K , обладающей инертной массой, увеличивает инертную массу находящейся внутри нее материальной точки P . Это наводит на мысль о том, что инерция материальной точки *полностью* обусловлена воздействием всех остальных масс посредством некоторого рода взаимодействия с ними» [1, т.1, с.225]

Здесь Эйнштейн в сноске признаёт: «*Это полностью согласуется с точкой зрения, выдвинутой Э. Махом в его остроумных исследованиях по этому вопросу*» [1, т.1, с.225]

где в обозначениях Эйнштейна « k – гравитационная постоянная, R – радиус оболочки K , c_0 – скорость света в гравитационном поле с данным потенциалом, M – инертная масса оболочки K в отсутствие P , m – инертная масса точки P в отсутствие K »

Об этом своём мысленном эксперименте в письме в 1913 года А. Эйнштейн писал Маху: «...инерция проявляется как своего рода взаимодействие тел, вполне в духе Вашей критики ньютоновского эксперимента с вращающимся сосудом. Дальше оказалось:

1. Если ускорять массивную сферическую оболочку S , то, согласно теории, заключенное внутри тело должно испытать ускоряющую силу.

2. Если вращать оболочку S вокруг оси, проходящей через ее центр (вращать относительно неподвижных звезд, т. е. «неподвижной системы»), то внутри оболочки возникает кориолисово поле, т. е. происходит увлечение плоскости маятника Фуко» [1,]

К этому вопросу Эйнштейн возвращается в статье «Формальные основы общей теории относительности» 1914 года. [1, т.1, 326-384] О принципе Маха Эйнштейн вспоминает почти в

каждой своей статье, и такое впечатление, что он хочет «встроить» этот принцип в общую теорию относительности, но это ему никак не удаётся.

В современных обозначениях формула (1), полученная Эйнштейном, будет выглядеть следующим образом

$$m' = m + \frac{GmM}{Rc^2} \quad (2)$$

где G – гравитационная постоянная, c – скорость света в вакууме как функция x, y, z .

Замечая, что $GM/R = \Delta\phi$ – гравитационный потенциал, равный разности энергетических потенциалов, создаваемый оболочкой K с массой M на расстоянии R , то есть в точке P , а $GmM/R = m\Delta\phi = E_G$ – гравитационная энергия, получим

$$m' = m + \Delta\phi m/c^2 = m + E_G/c^2$$

Мы знаем, что гравитационный потенциал в данном месте пространства «обнаруживается» для всех движущихся тел, (например, для Луны вокруг Земли, или Земли вокруг Солнца) равным квадрату их скорости, то есть

$$GM/R = \Delta\phi = v^2,$$

и, соответственно, гравитационно-кинетическая энергия этого движущегося тела

$$E_G = m\Delta\phi = mv^2.$$

Тогда инертная масса равна

$$m' = m + \frac{GmM}{Rc^2} = m + \Delta\phi m/c^2 = m + mv^2/c^2 = m(1 + v^2/c^2) = E_0/c^2 + E_G/c^2,$$

(интересно, что $(1 + v^2/c^2) = \gamma^2$ — квадрат фактора Лоренца)

откуда полная энергия равна

$$E = E_0 + E_G = mc^2(1 + v^2/c^2) = E_0(1 + v^2/c^2) = constant. \quad (3)$$

В теории относительности мерой инерции тела является полная энергия тела (системы тел):

$$E^2 = m^2c^4 + p^2c^2 = m^2c^4 + m^2v^2c^2$$

где $p = mv$ – импульс тела, частицы.

$$\text{или } E^2 = m^2c^4(1 + v^2/c^2) = E_0^2(1 + v^2/c^2) = constant, \quad (4),$$

принципиально идентичная формуле (3)

Следовательно, для изолированной системы, какими являются, например, Вселенная, или Солнечная система, машина и атом, при постоянной полной энергии системы E , постоянной скорости света при постоянном гравитационном потенциале Вселенной на данный период времени, при изменении *внутри системы* относительной скорости тела v , и, соответственно, энерго-гравитационного потенциала $v^2 = \Delta\phi$ в этом месте пространства - энергетического поля, при соблюдении закона сохранения энергии, должна меняться «внутренняя» энергия тела

$E_0 = mc^2$, что возможно только при изменении массы тела m (иногда в современной терминологии «масса покоя» m_0). Это возможно только в том случае, когда часть массы переходит в энергию замкнутой системы E при увеличении скорости, увеличивая тем самым энергетический потенциал в этом месте «пространства», и при «торможении», наоборот, - энергия системы переходит в массу. Следовательно, необходимо сделать общий вывод: движение материальных тел осуществляется за счёт энергии их масс. Например, у достаточно замкнутой Солнечной системы при движении вокруг центра Галактики с переменной скоростью должна изменяться инертная масса системы, включая и инертные массы планет и всех тел, из-за изменения гравитационного потенциала, а так называемая масса покоя, равная $E = Mc^2$, должна увеличиваться из-за стока материи к Солнцу и планетам.

Можно грубо сравнить «массу» с «горячим» льдом, плавающим в океане энергии, и представляющим собой ни что иное как «застывшую», конденсированную энергию, и имеющую единственную возможность передвижения в этом океане, не иначе как «оттаивая», превращаясь частично в энергию «тёмной материи», изменяя таким образом энергетическую «температуру» океана.

Обобщая, можно сделать вывод, что для того, чтобы механически «двигаться» внутри системы необходимо «сжигать» массу, превращая её в энергию, и неважно, снаряд это вместе с пушкой, или автомобиль с двигателем, или бегущий человек. Интересен случай свободного падения тела на Земле, который мы каждодневно наблюдаем. Спрашивается, откуда берётся

энергия для ускорения и набора скорости, например, падающего камня? Или для падения воды в электростанциях? Ответ, основывающийся на наших исследованиях, должен быть однозначен: в кинетическую энергию свободно падающего тела превращается масса этого тела.

Тогда возникает следующий вопрос: куда уходит энергия, полученная при «уменьшении» массы? Ответ может быть только один: переходит в энергию поля, повышая его энергетический потенциал и тем самым обеспечивая «механическое» движение материального тела в «пространстве».

А. Эйнштейн в 1955 году в «Автобиографических набросках» вспоминал: «Мах высказал точку зрения, именуемую теперь принципом Маха, согласно которой ...сила инерции, действующая на тело, есть результат гравитационного воздействия на это тело удаленной материи и инертная масса тела определяется всей материей во Вселенной».

С этой точки зрения естественно поставить вопрос, не приведет ли анизотропное распределение материи во Вселенной к тому, что инертная масса сама окажется зависящей от направления, т. е. анизотропной» [7, “Хьюз В. Принцип Маха и эксперименты по анизотропии массы”, с.202]

Если принцип Маха верен, то, согласно современным физическим представлениям, какой бы однородной Вселенная не была в больших масштабах, для нас находящихся на Земле, должна наблюдаться изотропия масс в направлении скопления масс, - например, центра нашей Галактики.

В статье «Сущность теории относительности», опубликованной в 1921 году, Эйнштейн подробно останавливается на идеях Маха и рассматривает теоретические и экспериментальные возможности проверки принципа Маха: «Вопрос о том, является ли Вселенная в целом неэвклидовой, многократно обсуждался с геометрической точки зрения еще до создания теории относительности»

«...согласно общей теории относительности, геометрические свойства тел не задаются сами по себе, а связаны с распределением масс».

Если бы Вселенная была квазиэвклидова, то это означало бы, что Мах был совершенно неправ, полагая, что инерция так же, как и тяготение, зависит от характера взаимодействия между телами...

Физические свойства пространства тогда были бы в общих чертах не связаны с материей, хотя и не были бы полностью независимыми от нее, но были бы обусловлены ею в весьма слабой степени» [1, т.2, с.75]

«...теория относительности дает основания полагать, что Мах был на правильном пути, когда он высказал мысль о зависимости инерции от характера взаимодействия между телами. Ниже мы покажем, что...согласно нашим уравнениям, инертные массы действуют друг на друга в смысле относительности инерции, хотя и очень слабо».

Что мы можем ожидать, если будем следовать идеям Маха?

1. Инерция тела должна возрастать по мере скопления весомых масс вблизи него.
2. Тело должно испытывать ускоряющую силу, когда близлежащие массы ускоряются. Эта сила по направлению должна совпадать с направлением ускорения.
3. Вращающееся полое тело должно создавать внутри себя «поле кориолисовых сил», стремящееся отклонить движущиеся тела в направлении вращения, а также создавать радиальное «поле центробежных сил». [1, т.2, с.75-76]

«Из уравнений движения действительно следует, что:

1. «Инертная масса пропорциональна $I+\sigma$ и поэтому возрастает по мере приближения весомых масс к нашему «пробному телу»
2. «Ускоряющиеся массы оказывают индукционное действие на пробное тело в направлении ускорения...»
3. Материальная точка, движущаяся внутри полого вращающегося тела перпендикулярно оси вращения, отклоняется в направлении вращения (силы Кориолиса).

Упомянутый выше центробежный эффект внутри вращающегося полого тела также следует из теории, как это было показано Тиррингом» [1, т.2, с.77]

«Существование этих эффектов является сильным аргументом в пользу идеи Маха об относительности всех инерциальных воздействий. Последовательно проводя эту точку зрения до конца, мы должны ожидать, что *вся* инерция, т. е. *все* поле $g_{\mu\nu}$, определяется в первую очередь

распределением материи во Вселенной, а не граничными условиями на бесконечности» [1, т.2, с.77]

С целью проверки принципа Маха были выполнены многочисленные эксперименты, основанные на различных физических принципах, например, Коккони и Салпитер [8, 9], Иллинойсская группа [10], В. Хьюз [11], Драйвер [12], по выявлению анизотропии массы в направлении центра Галактики, но все они не выявили её с точностью до $\Delta m/m < 10^{-22} - 10^{-23}$, что даёт основание современной физике сделать вывод, что анизотропии масс, вытекающей из принципа Маха, не существует и, соответственно, объяснение инерции масс невозможно с помощью принципа Маха как результат гравитационного влияния удаленных масс Вселенной.

Дж. Вебер (Weber J.) в своей работе, правда, пишет, что отрицательный результат поисков масс-анизотропии «даёт мощное подтверждение современной формулировки общей теории относительности и не даёт никакого подтверждения принципа Маха в его сильном варианте» [13, с. 197].

Этот вывод об отсутствии анизотропии масс и гравитационного влияния удаленных масс, вытекающие из принципа Маха, без рассмотрения влияния на инертные свойства Земли и тел на Земле такого массивного тела рядом как Луна, нам представляется преждевременным.

Обратим внимание на природную лабораторию — систему: Галактика — Солнце — Земля — Луна (Milky Way Galaxy - Sun - Earth - Moon). Рассмотрим, пока без учёта влияния ядра и диска Галактики и соседних планет, замкнутую систему Солнце — Земля — Луна:

Гелиоцентрические эллиптические орбиты Луны и Земли взаимно возмущаются соответствующими энерго-гравитационными потенциалами Луны, Земли и Солнца. Энерго-гравитационный потенциал Земли на орбите Луны равен

$$\varphi_{EM} = GM_E/R_{EM} = 1,04653 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2 (\Delta v_M = 1023 \text{ м/с}),$$

а энерго-гравитационный потенциал Луны на орбите Земли:

$$\varphi_{ME} = GM_M/R_{ME} = 0,0127569 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2} = 12756,9 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}$$

($\Delta v_E = 112,946 \text{ м/с}$ — это, если можно так сказать, скорость вращения Земли вокруг Луны).

Луна, изменяя энерго-гравитационный потенциал около Земли, то убыстряет, то тормозит Землю, меняя орбитальную скорость Земли на 113 м/с в течение месяца (при расчётах взяты средние значения параметров, не учтён и наклон лунного пути к эклиптике в $5^\circ 09'$, вращение Земли, а также влияние других планет, что не влияет на принципиальные результаты расчёта)

Энерго-гравитационный потенциал Солнца на средней орбите Земли (в данных расчётах приравненной к гелиоцентрической орбите центра масс системы Земля-Луна, без учёта влияния Луны на орбиту Земли, что составляет $4670000 \text{ м} = 4670 \text{ км}$):

$$\varphi_{SE} = GM_S/R_0 = 8,8737229 \cdot 10^8 \text{ м}^2/\text{с}^2 \quad v_E = 29788,8 \text{ м/с},$$

на эквипотенциальных поверхностях вокруг Солнца, + - расстояние от Земли до Луны, дальше и ближе на величину радиуса орбиты Луны:

$$\varphi_{SE+} = GM_S/R_{0+} = 8,8509799 \cdot 10^8 \text{ м}^2/\text{с}^2 \quad v_{E+} = 29750,6 \text{ м/с},$$

$$\varphi_{SE-} = GM_S/R_{0-} = 8,8965831 \cdot 10^8 \text{ м}^2/\text{с}^2 \quad v_{E-} = 29827,1 \text{ м/с},$$

(где $R_0 = 149598261000 \text{ м} = 1,49598261000 \cdot 10^{11} \text{ м}$, $R_{ME} = 384000000 \text{ м} = 3,844 \cdot 10^8 \text{ м}$, $R_{0+} = R_0 + R_{ME} = 1,49982661000 \cdot 10^{11} \text{ м}$,

$R_{0-} = R_0 - R_{ME} = 1,49213861000 \cdot 10^{11} \text{ м}$, взяты средние значения расстояний до Луны и Солнца)

Известная средняя скорость Луны, «летающей» вместе с Землёй вокруг Солнца, относительно Земли на орбите центра масс Земля-Луна равна $\Delta v_M = 1023 \text{ м/с}$,

в положении «Луна в противостоянии с Солнцем» $\Delta v_{M+} = 985 \text{ м/с}$,

в положении «Луна в соединении с Солнцем» $\Delta v_{M-} = 1061 \text{ м/с}$.

Луна из-за «разряжения» в дополнение к солнечному, создаваемого энерго-гравитационным потенциалом Земли, в противостоянии с Солнцем» имеет скорость

$v_{M+} = 29751 + 985 = 30736 \text{ м/с}$, то есть опережает Землю, а в соединении с Солнцем

$v_{M-} = 29827 - 1061 = 28766 \text{ м/с}$ — отстаёт от Земли. Можно утверждать, что Луна движется в направлении уменьшения энерго-гравитационного потенциала, который создают совместно движущиеся Солнце и Земля.

(Интересно, что отношение средней скорости Земли по орбите к средней скорости Луны вокруг Земли почти равно синодическому месяцу: $29,79 \text{ км/с} / 1,023 \text{ км/с} = 29,12$)

В системе «Солнце — Земля — Луна», Луна в положении «Луна в противостоянии с Солнцем» движется относительно Солнца с ускорением

$$a_{M+} = \varphi_{SE+}/R_{0+} = GM_S/R_{0+}^2 = 8,8509799 \cdot 10^8 / 1,49982661000 \cdot 10^{11} \text{ м} = 5,9013354 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$$

а через полмесяца в положении «Луна в соединении с Солнцем» - с ускорением

$$a_{M-} = \varphi_{SE-} = GM_S/R_{0-}^2 = 8,8965831 \cdot 10^8 / 1,49213861000 \cdot 10^{11} \text{ м} = 5,9623034 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$$

при ускорении центра масс «Земли-Луны» относительно Солнца (среднее значение):

$$a_{EM0} = \varphi_{SE} = GM_S/R_0^2 = 8,8737229 \cdot 10^8 / 1,49598261000 \cdot 10^{11} \text{ м} = 5,93170019 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2 \text{ (} 5,9318194 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2 \text{)}.$$

Следовательно, относительно Земли Луна движется то с ускорением $+ 0,0304 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$, то с замедлением $- 0,0304 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$ с периодичностью полмесяца; соответственно, с такой же периодичностью будут меняться и инертные свойства Луны, а именно: масса и энергия покоя.

Солнце, находясь в «рукаве Ориона», обращается вокруг центра Галактики за 220-250 млн. лет и каждый год наша Земля оказывается то между Солнцем и ядром Галактики и, соответственно, за Солнцем. В эти моменты экстремумов также должны наблюдаться периодические изменения инертных характеристик Земли, когда рассматривая систему «Галактика — Солнце — Земля - Луна» аналогичным образом можно определить и движение Земли с ускорением (от афелия к перигелию) и замедлением (от перигелия к афелию) с периодичностью полгода при движении по орбите вокруг Солнца. Действительно, Земля, в первом случае, в перигелии движется со скоростью $v_p = 30,27 \text{ км с}^{-1} = 30270 \text{ мс}^{-1}$, в афелии - $v_a = 29,27 \text{ км с}^{-1} = 29270 \text{ мс}^{-1}$. (Учитывая, что $v^2 = \varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi$, а ускорение $a = v^2/R = \varphi_2 - \varphi_1/R = \Delta\varphi/R$, где R- расстояние от Земли до Солнца в перигелии $R_p = 147,098290 \cdot 10^9 \text{ м}$, в афелии $R_a = 152,098232 \cdot 10^9 \text{ м}$

$v_p^2 = \Delta\varphi_p = 916,2729 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}$ и $v_a^2 = \Delta\varphi_a = 856,732929 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}$) Следовательно, в перигелии энергетическое поле Земли обладает разностью энергетических потенциалов $\Delta\varphi_p = 9,162729 \cdot 10^8 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}$, в афелии - $\Delta\varphi_a = 8,567329 \cdot 10^8 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}$.

При громадном расстоянии до центра Галактики, её влиянием на изменение инертных свойств Земли для наших оценочных расчётов можно пренебречь, - учтём только влияние Луны; тогда изменение ускорения свободного падения с периодичностью полмесяца и, соответственно, веса всех тел на Земле, составит:

$$\Delta g = \Delta a = \Delta\varphi_{ME}/R_{ME} = GM_M/R_{ME}^2 = 12,7569 \cdot 10^3 / 3,844 \cdot 10^8 = 3,31865 \cdot 10^{-5} \text{ м с}^{-2},$$

что при среднем значении ускорения свободного падения на уровне моря $g = 9,8066 \text{ м с}^{-2}$ составит $3,3841 \cdot 10^{-6}$ её часть и, соответственно, веса измеряемого тела, что вполне можно измерить с помощью высокоточных современных электронных весов, например, при весе измеряемого тела в 1000g изменение составит $\Delta P = 3,3841 \text{ мг}$.

Значит, с такой же периодичностью будут меняться инертные свойства самой Земли и тел на Земле, а именно: масса и энергия покоя.

После выхода статьи А. Эйнштейна «Принципиальное содержание общей теории относительности» вскоре выяснилось, что общековариантные уравнения гравитационного поля Эйнштейна «не удовлетворяют постулату «в», так как они допускают решение», что «...из уравнений (1) следует, что может быть G-поле без какой бы то ни было материи, вопреки постулату Маха» [1, т.1, с.614]. Де Ситтер (De Sitter) нашёл решение уравнений тяготения Эйнштейна без материи, не исключаяющее наличие «инерции по отношению к пространству», что прямо противоречит принципу Маха, согласно которому наличие инертной массы у тела является следствием гравитационного взаимодействия его со всей материей Вселенной. В своей вышеуказанной статье Эйнштейн писал: «Иначе обстоит дело с «принципом Маха» «в»; необходимость придерживаться его отнюдь не разделяется другими авторами, но я и сам считаю, что выполнение его не обязательно. По принципу Маха, согласно уравнениям гравитационного поля, не может существовать никакого G-поля без материи. Очевидно, что постулат «в» тесно связан с вопросом пространственно-временной структуры мира как целого, так как в порождении G-поля принимают участие все массы».

О принципе Маха в этой статье Эйнштейн уже пишет, что «выполнение его необязательно». [1, т.1, с.614]. Далее Эйнштейн прогнозирует, что «...нужно ...мысленно сконструировать мир, отвечающий принципу Маха...» [1, т.1, с.615]

Послушаемся Эйнштейна и попробуем «мысленно сконструировать мир, отвечающий принципу Маха», пока только в идейном отношении без математики, в ходе следующего поэтапного мысленного эксперимента.

6. Мысленный эксперимент.

«Почему мы считаем, что физическое тело заканчивается там, где мы его уже не можем наблюдать?»

Эрнст Мах

Наш мир — это материя, движущаяся в пространстве и времени. Движение материи будем описывать как бесконечное однородное изотропное материально-энергетическое физическое поле, которое назовём *Matter and Energy field – ME-field – ME-поле* - Космос. Свойства и характеристики этого поля «сконструируем» таким образом, чтобы они отвечали принципу Маха, принципу относительности и принципу эквивалентности, и, конечно, в конце концов, чтобы излагаемая энергетическая теория отражала и объясняла бы реальный мир.

Постулируемое материально-энергетическое поле, в каком-то смысле как энергетическое состояние материи, априори является источником материального вещества и его движения, так что массы и свойства тел, и их движение, полностью определяются этим *ME-полем*, физическими мерами которого являются четырёхмерное пространство-время с евклидовой геометрией и с

плотностью энергии $\rho = 4 \frac{H^2 c^2}{G}$ [20]. Изменяющееся во времени и пространстве *ME-поле*

характеризуется энергетической напряжённостью поля, энергетическим потенциалом в каждой точке с максимальной возможной разностью потенциалов равным $\Delta\phi_0 = c^2$. Допустим, что это поле не имеет абсолютной структуры, а возникает и исчезает с определённой периодичностью, т. е. осциллирует, флуктуирует, проявляясь для нас только в виде барионной материи, «конденсируясь» из «тёмной материи», приобретая механические свойства в локальных областях, так, что его невозможно рассматривать как абсолютную выделенную материальную систему координат. Тем более, что видимая, ощущаемая барионная материя, составляет только часть от всей материи - Космоса. Таким образом, мы соблюдаем фундаментальный принцип относительности.

На наш взгляд, при том, что энергия барионной материи составляет всего лишь ~6% ($\Omega = 0,0596831$) от всей энергии Вселенной, опрометчиво считать, что метрика пространства-времени, как это делается в ОТО (General relativity), определяется только этой её небольшой частью. Общая теория относительности построена на постулате-принципе эквивалентности инерциальной массы и гравитационной массы тела, или эквивалентности ускорения и поля тяготения. Делая следующий шаг, можно предположить, что поле, создающее ускорение a инерциальной массы, эквивалентно полю, генерирующему гравитационную напряжённость — ускорение свободного падения $g = GM/R^2$. Таким образом, учитывая и поле ускорения (напряжённости) электромагнитного поля, приходим к выводу о существовании только одного поля — энергетического.

Поиск сущности этого физического поля, по совету Галилея, посчитаем «занятием суетным и невозможным», но «это ещё не значит, что нами не могут быть исследованы некоторые их характеристики». Движение этого физического материального поля будем описывать энергетически, т. е. как движение энергии, исключительно как сферический сток и исток энергии в четырёхмерном пространстве-времени, постулируя это как фундаментальный закон природы. Примем так же следующий фундаментальный принцип: *ME-поле* образует барионную материю, т. е. барионная материя — это, если так можно сказать, «конденсированное» состояние *ME-поля* (как лёд, плавающий в воде, — замёрзшее фазовое состояние воды). (в скобках заметим, что с необходимостью должны происходить, конечно, и обратные процессы перехода барионной материи в энергию- «тёмную материю» *ME-поля* при любом движении-изменении барионной материи, а в глобальном масштабе, например, при взрыве сверхновых звёзд, когда почти вся материя звезды переходит в нейтринное излучение, или при слиянии «чёрных дыр» часть барионной материи переходит в «излучение», и другие).

А. Эйнштейн почти подошёл к такому пониманию пространства и материи:

«Мы приходим к странному выводу: сейчас нам начинает казаться, что первичную роль играет пространство; материя же должна быть получена из пространства, так сказать на следующем этапе. Пространство поглощает материю. Мы всегда рассматривали материю первичной, а пространство вторичным» [1, т.2, с.243], но в дальнейшем пошёл по пути объяснения гравитации искривлением пространства под воздействием масс.

А. Эйнштейн допускал существование другого вида материи: «...свет может распространяться там, где отсутствует весома материя, ученые пришли к выводу, что в том случае, когда речь идет о распространении света, необходимо признать существование особого вида материи, отличного от весомой материи. Этот вид материи был назван эфиром» [1, т.1, с.138]

Что касается удовлетворительности нашей гипотезы с точки зрения теории познания в смысле фактической наблюдаемости на опыте пока постулируемого нами материально-энергетического ME -поля, то наблюдаемым (детектируемым, измеряемым) энергетическим потенциалом этого поля в любом месте «пространства» служит квадрат скорости движущихся материальных тел, а напряжённостью поля — ускорение материальных тел.

Поместим в это ME -поле материальную точку 1 исчезающе малых размеров и массы. Говорить о движении, координатах, структуре, энергии этой точки не имеет смысла, - она исчезающе мала во всех смыслах. Мы также ничего не можем сказать на этом этапе о пространстве-времени. Для мысленного наблюдателя, находящегося в этой точке, отсутствуют пространство и время.

Допустим, что к этой точке происходит сток материи-энергии ME -поля с образованием за время T материального барионного сферического тела с радиусом r_1 и массой m_1 , на что будет израсходована энергия $E_{01} = m_1 c^2$:

Рассматривая сток материи как сток энергетического потока в векторном материально-энергетическом поле по формуле Гаусса-Остроградского, конвергенция массы-энергии в сферическом объёме V , определяя массу-энергию как поток напряжённости энергетического поля через замкнутую поверхность сферы S с радиусом R , на которой напряжённость энергии a , составит:

$$\iint a \cdot dS = \iiint \text{div} a \, dV = \iiint 4\pi \rho \tau \, dV, \text{ (когда } \text{div} a = \text{div grad} \varphi = \Delta \varphi = 4\pi \rho)$$

где ρ - плотность энергии ME -поля, $\tau = 4 \frac{Hc^2}{G} = h/t_p = 1,2290434 \cdot 10^{10} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$ - энергия ME -поля в объёме 1 m^3 в 1 s , то есть мощность ME -поля в системе размерностей SI . [20],

$h = 6,626068 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \text{ (kgm}^2 \text{ s}^{-1})$ – постоянная Планка, $t_p = 5,39116 \cdot 10^{-44} \text{ s}$ – время Планка.

Физический смысл этого уравнения — это закон сохранения энергии для процесса движения материи как сферического стока-истока векторного энергетического поля.

Далее, допустим, что для «существования» (пульсации, осцилляции, мерцания) этого тела за время Планка тратится за каждую секунду энергия, пропорциональная массе этого тела, равная

$$E_{t1} = m_1 \mu$$

где $\mu = 16\pi Hc^2 t_p / h = 16\pi Hc^2 / \tau$ [20]

Эта энергия на эквипотенциальной сферической поверхности радиусом R будет создавать напряжённость $a_\tau = E_{t1} / 4\pi R^2 = m_1 \mu / 4\pi R^2$, с другой стороны, согласно современной физике, считается, что материальное тело создаёт вокруг себя гравитационное поле с напряжённостью-ускорением на расстоянии R равным $a_G = Gm_1 / R^2$.

А. Эйнштейн писал, что «...тензор гравитационного поля $\nu_{\mu\nu}$ является источником поля наравне с тензором материальных систем $\Theta_{\mu\nu}$. Исключительное положение энергии гравитационного поля по сравнению со всеми другими видами энергии привело бы к недопустимым последствиям» [1, т.1, с.242]

Естественно предположить, что эти два поля, описывающие один и тот же процесс стока материи, эквивалентны, и напряжённости, создаваемые ими, равны:

$$\begin{aligned} a_\tau &= a_G, \\ m_1 \mu / 4\pi R^2 &= Gm_1 / R^2, \\ \mu / 4\pi &= G, \end{aligned}$$

откуда $\mu = 4\pi G$,

$$G = 4Hc^2 t_p / h = 4Hc^2 / \tau. \tag{5}$$

Примем систему координат $K_1(x, y, z, t)$, связанную с этим телом и с началом координат в центре этого сферического тела. На этом этапе мы можем судить о размерах, массе-энергии и времени образования этого тела, но о поступательном движении или вращении нашего тела мы судить не можем; не потому, что нет системы координат, связанной с материальным телом, относительно которой мы могли бы измерять это движение, а потому, что ничто не побуждает наше тело к изменению своего состояния, то есть к движению. Следовательно, на этом этапе «движение» ещё не появилось и мы не можем говорить о скорости, ускорении и кинетической энергии нашего тела, и ничего не можем сказать об инерции и массе тела; тело обладает только энергией $E_{01} = m_1 c^2$, которая может быть отождествлена с энергией покоя.

Современная физика считает инерцию, т. е. способность сопротивляться изменению скорости, фундаментальным свойством массы. Значит, отсутствие сопротивления изменению скорости говорит об отсутствии массы? Как мы можем судить об инерции материального тела, и соответственно о массе, если удалим все остальные материальные тела? Мы не можем судить о движении «одинокоего» тела, безотносительно к чему-либо. И что, в этом случае, нет и материи? Материя тоже относительна?

Допустим, что, в таких же условиях и таким же образом как первое, образовалось второе тело 2, с радиусом r_2 и массой m_2 на расстоянии R от первого. На образование второго тела, в результате стока материи-энергии в ME -поле, будет затрачена энергия $E_{02} = m_2 c^2$ и, соответственно, на «поддержание существования» (осцилляции) второго тела будет тратиться каждую секунду энергия

$$E_{i2} = m_2 \mu.$$

Для удобства в дальнейшем, в необходимых случаях, будем принимать, что характеристики первого и второго тел равны, то есть $r_1 = r_2 = r$, $m_1 = m_2 = m$, $E_{01} = E_{02} = E_0$ и $E_{i1} = E_{i2} = E_i$ (допустим, что это протоны, которые абсолютно одинаковые). Со вторым телом мы свяжем вторую систему координат K_2 , с началом в центре второго тела и осью x_2 , совпадающей с осью x_1 системы координат K_1 и соединяющей центры сферических тел.

(Теория относительности, создавая и перемещая абстрактные системы отсчёта, как ей удобно, на наш взгляд, вольно обращается с ними, совершенно не беспокоясь, какой энергетической «ценой» это даётся, когда в природе ничего не происходит без совершения работы. ОТО привязывает системы отсчёта к конкретным телам, когда сами барионные тела только «верхушки айсберга» в океане материи, которая полностью определяет образование и движение тел. В геометрической теории тяготения, какой является ОТО, описывающая физический мир, и геометрические системы отсчёта должны отражать физические свойства этого мира)

Удивительно, но с появлением второго тела мы можем наблюдать и изучать движение этих тел относительно друг друга, то есть появляется феномен «движения», которое означает перемещение в «появившихся» пространстве и времени. При появлении второго тела «появляются» скорость, ускорение и масса первого тела, и, соответственно, инертные характеристики второго тела. Что же физически изменилось в нашей системе? Каким образом второе тело повлияло на первое тело и на всю систему с тем, что появилось движение? Ещё до нас Мах и Эйнштейн пришли к выводу, что причина движения тел, а, значит, и материальности, находится вне тел. Значит, второе тело каким-то образом изменило энергетическое ME -поле около первого тела, а первое тело - около второго, благодаря чему тела обрели атрибуты материальности. Что же изменилось с появлением второго тела, кроме появления умозрительной второй системы координат?

Изменились энергетические характеристики материально-энергетического ME -поля, а именно: второе тело, как и первое, конденсируя необходимую материю-энергию для своего образования и «существования» из ME -поля изменяют энергетические характеристики этого поля таким образом, что на расстоянии R от своего центра на эквипотенциальных сферических поверхностях оба тела понижают фоновый энергетический потенциал поля, равный $c^2 = \varphi_0$, на величину

$$\varphi_0 - (\varphi_0 - \Delta\varphi) = \Delta\varphi = c^2 - (c^2 - \Delta\varphi) = m\mu/4\pi R = Gm/R = v^2.$$

где v – скорость первого тела, относительно второго, и наоборот.

Следовательно, для того, чтобы заставить первое тело прийти в поступательное движение, у нас есть только единственный способ, - воздействовать на него с помощью второго тела. Приблизим второе тело на расстояние R к первому телу, и таким образом это тело понизит энергетический потенциал поля на месте первого тела на указанную величину и, соответственно, первое тело изменит энергетический потенциал поля на месте второго тела.

Переходя к реальному миру, необходимо сделать вывод, что источником, «генератором» любого движения, например на Земле, является Солнце и звёзды; если исчезнут звёзды, то движение на Земле не будет возможным.

Пусть мы находимся на первом теле в системе координат K_1 , которая в этом случае будет для нас покоящейся.

Во-первых, вращение тел относительно общего центра масс мы никак воспринять не можем.

Во-вторых, движение тел навстречу друг другу в этом случае мы будем воспринимать только как движение второго тела навстречу нашему, и наоборот, находясь на втором теле, считая уже его покоящимся, мы будем воспринимать это движение тел навстречу друг к другу как движение первого тела навстречу второму.

В-третьих, при вращении тел относительно друг друга вокруг оси $x_1 - x_2$, соединяющей центры тел, мы, находясь на первом теле, будем воспринимать вращение второго тела при покоящимся первом теле, а, находясь на втором теле, соответственно, воспринимая его покоящимся, будем наблюдать вращение первого тела. Как нам известно из опыта, в первом случае, при вращении второго тела из-за центробежных сил оно сплющится, во втором случае, - наоборот, при вращении деформируется первое тело. Такая асимметрия, видимо, появляется только в наших головах и «не свойственна самим явлениям». Как же разрешить эту асимметрию? Мах говорит, что надо посмотреть на «небо далёких звёзд», для нас почти неподвижных, и относительно них, как неподвижных и покоящихся систем отсчёта, определять это вращение. Но ведь звёзды тоже двигаются, они - то появляются, то исчезают; они не могут служить абсолютной системой отсчёта.

Что же может быть абсолютным в нашем мысленном эксперименте? Если примем абсолютное пространство, как Ньютон, или покоящийся «эфир», с которыми свяжем системы отсчёта, то мы выделим эти системы отсчёта из ряда других и тем самым нарушим принцип относительности, в котором не может быть выделенных систем отсчёта. Эйнштейн писал, что «...не может быть приемлемой теория, не учитывающая принцип относительности, - принцип, который не опровергается ни одним экспериментальным фактом» [1, т.1, с.145]

Исследуя этот мысленный опыт, Эйнштейн встаёт на точку зрения Маха: «...мое рассуждение о двух небесных телах, вращающихся одно вокруг другого. Лишь одно из этих тел следует рассматривать как вращающееся в смысле механики Ньютона и потому сплющенное действием центробежных сил. Это устанавливают обитатели этих тел,...» «Ньютон ответил бы на этот вопрос, назвав «реальным» абсолютное пространство, в котором одно тело вращается, а другое нет. Я придерживаюсь мнения Маха, которое на языке теории относительности формулируется так: все массы во Вселенной, вместе взятые, определяют поле $g_{\mu\nu}$, и в системе отсчета, связанной с первым телом, это поле другое, чем в системе второго тела, потому что движения всякой из порождающих поле $g_{\mu\nu}$ масс, описываемые в этих двух системах, будут совершенно разными. На мой взгляд, инерция представляет собой (усредненное) взаимодействие между массами Вселенной в том же смысле, в каком теория Ньютона рассматривает гравитационное взаимодействие». «То обстоятельство, что действие всех остальных (кроме двух рассматриваемых) тел во Вселенной можно приближенно представить как квазипостоянное поле $g_{\mu\nu}$, нельзя подменять утверждением, что эти тела во Вселенной не оказывают влияния на два рассматриваемых тела»

Здесь возникает необходимость, сохраняя фундаментальный принцип относительности, найти какую-то «абсолютную опору» для дальнейшего продолжения нашего эксперимента уже «вместе» с Анри Пуанкаре:

«Если бы небо было всегда покрыто тучами, если бы мы не имели никакого средства наблюдать светила, мы всё-таки могли бы заключить, что Земля вращается; мы узнали бы об этом по её сжатию или — ещё лучше — из опыта с маятником Фуко.

Однако имело ли бы смысл говорить в этом случае, что Земля вращается. Если нет абсолютного пространства, то как можно вращаться, не вращаясь по отношению к чему-либо, а с другой стороны, как могли бы мы принять заключение Ньютона и верить в абсолютное пространство?»

«...густые тучи скрывают светила от людей, которые не могут наблюдать их и даже не знают об их существовании. Как эти люди узнают, что Земля вращается? С еще большей уверенностью, чем наши предки, они будут смотреть на Землю, которая носит их, как на неподвижную и непоколебимую; им придется слишком долго ждать появления Коперника»

[Пуанкаре А. Главы из книги «Наука и гипотеза» М., 1904 (H. Poincare. Science and Hypothesis. Paris. 1902.) из «Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности. М., Атомиздат, 1973, с. 25 »]

Развивая А. Пуанкаре, допустим, что наша Земля оказалась окутанной туманом, и мы живём не видя ни Солнца, ни Луны, ни звёзд, не по Маху — без «неба далёких звёзд». Всё остальное - такое же, как мы наблюдаем сейчас. В ходе развития науки и практики, люди бы выяснили, что Земля не совсем круглая, что маятник Фуко не отклоняется вместе с вращающимися вместе с Землёй окружающими предметами. Всё это как-то надо объяснять! Мысль: объяснить всё это вращением Земли, - если и может кому-нибудь прийти в голову, то относительно чего измерять это вращение? Их вселенная ограничена нижней границей невидимого тумана. Бессмысленно что-то объяснять вращением бесконечной Вселенной вокруг Земли, потому что в принципе нет системы отсчёта, относительно которой можно было бы измерять это вращение; это было бы абсолютным вращением. Допустим, что на этой Земле есть ещё одна «особенность», заключающаяся в том, что механическое движение, в том числе и вращение, осуществляется на планете таким образом, что все материальные тела «двигаются» в пространстве «перескакивая» с места на место, то исчезая, становясь нематериальными, то появляясь в другом месте пространства, как ни в чём ни бывало, допустим, с периодичностью в одну секунду. Видя это, учёные этой планеты, конечно, задаются вопросом: почему тела перемещаются именно таким образом — с одного места на другое, то есть они хотят определить чем одно место отличается от другого. Объяснить движение тел под действием каких-нибудь сил не удаётся, потому что материальная сила не может действовать, когда тело на время исчезает, становясь нематериальным. Наконец, учёные определяют, что они имеют дело с материально-энергетическим полем, одно место которого отличается от другого энергетическими характеристиками, например, энергетическим потенциалом и движение тел находит в этом случае простое объяснение, а именно: они движутся туда, где энергетический потенциал меньше, то есть движение определяется разностью энергетических потенциалов соответствующих «участков пространства». Например, вода падает вниз из-за наличия разности энергетических потенциалов, парусный корабль движется под давлением ветра в сторону меньшего давления, паровой двигатель работает из-за разности температур, электродвигатель крутится из-за разности потенциалов...

Абсолютным является только Материя, - движущаяся, порождающая пространство и время, описываемая нами как изменяющееся энергетическое поле! Движение материи, включая и «тёмную материю», происходит в нашем мире как сферический сток материи. Мы приходим к выводу, что энергия как мера движения материи тоже относительна: мы можем говорить только о разности *относительных* энергетических потенциалов энергетического поля. Для разрешения вышеуказанной асимметрии и проблемы с принципом Маха, принцип относительности необходимо расширить до *принципа относительности энергии*.

Согласно принципу Маха и принципу относительности вращение тела вокруг своей оси относительно Вселенной с «удалёнными звёздами» и вращение Вселенной относительно покоящегося тела, с кинематической точки зрения равнозначны, эквивалентны, но с энергетической точки зрения совершенно некорректны, потому что количества энергии, необходимые в первом случае для вращения тела и во втором для вращения Вселенной несоизмеримы. Значит этот один и тот же случай должен быть объяснён по другому, без привлечения всей Вселенной с «удалёнными звёздами». Говорит ли это о том, что принцип относительности не верен? Скорее всего, здесь проходит граница применимости принципа относительности, как он сейчас понимается только для материальных наблюдаемых тел, которые в

энергетическом измерении составляют всего лишь ~6% ($\Omega=0,0596831$) от всей энергии Вселенной, что диктует расширение принципа относительности до принципа относительности энергии.

Сможем ли мы тогда измерить *вращение* нашего тела относительно этого «абсолютного» энергетического поля, с помощью которого мы описываем движение абсолютной материи? Мы могли бы это сделать измеряя энергетические характеристики этого поля, такие как напряжённость и разность потенциалов. Например, на Земле мы прекрасно измеряем ускорение свободного падения $g=a_G - a_n=GM/r^2 - v^2/r$ (на экваторе), которое как раз и является в нашей энергетической парадигме напряжённостью энергетического поля a у поверхности Земли, а разность энергетических потенциалов $\Delta\varphi=GM/r=v_1^2$ — это квадрат первой космической скорости для Земли. Выделив из значения ускорения свободного падения составляющую от вращения Земли, то есть центробежное (центростремительное) ускорение, равное $a_n=v^2/r$ (на экваторе центробежное ускорение, связанное с вращением Земли, оценивается $a_n=0,034$ м/с²), мы сможем определить скорость вращения Земли вокруг своей оси.

С энергетической точки зрения, спрашивается, откуда берётся энергия для движения материальных космических тел, например, звёзд и планет? Не мы же двигаем космические тела и у них нет «ракетных» двигателей! Из наблюдений мы знаем, например, что Луна при движении по орбите вокруг Земли то ускоряется, то замедляется. Ещё Аристотель учил, что «небо ...содержит в себе причину своего движения» [«О небе», с. 309], а незаслуженно забытый английский философ Джордж Беркли в своём трактате «О движении» [«De motu»] написал: «...причина существования тел является также причиной их движения и покоя».

В нашем случае с двумя телами, причиной «существования» материальных тел является постоянный сток (конденсация) материи в виде материальных тел. Этот процесс энергетически выражается формулой

$$E_i = mh/t_p = m\tau, \quad (6)$$

$$\text{где } \tau = \rho_e T = 4 \frac{H^2 c^2 T}{G} = 4 \frac{Hc^2}{G} = 4 \frac{c^2}{TG} = 1,229085 \cdot 10^{10} \text{ kg m}^{-1} \text{s}^{-1} \quad [17] \quad (7)$$

Процесс стока материи-энергии создаёт на соответствующих эквипотенциальных сферических поверхностях вокруг наших сферических тел напряжённость-ускорение равное:

$$a = mh/t_p S = mh/t_p 4\pi R^2 = Gmh/t_p R^2,$$

сумма энергетического потока через поверхность dS при напряжённости a равна:

$$\iiint a \cdot dS = \iiint \text{div} a \, dV = \iiint 4\pi G \rho \, dV = \iiint 4\pi GM$$

Суммируя, для сферического тела находим, что энергетический сток к центру равен

$$a \cdot S = 4\pi GM,$$

откуда последовательно можно получить

$$a \cdot 4\pi R^2 = 4\pi GM,$$

$$a \cdot R^2 = GM,$$

$$a \cdot R = GM/R = \Delta\varphi$$

$$a = GM/R^2 = Mh/t_p 4\pi R^2$$

$$G = h/t_p 4\pi$$

Законы Ньютона, соединя динамику макромира с квантовым материально-энергетическим полем, запишутся следующим образом

$$F = ma = m \cdot GM/R^2 = m \cdot Mh/t_p 4\pi R^2 = m \cdot M\tau/4\pi R^2 = m \cdot E_i/4\pi R^2$$

7. Движение.

Рассмотрим поступательное движение одного тела к другому.

Энергия, необходимая для поступательного движения одного тела к другому под действием силы тяготения F_G равна

$$E_G = F_G R = GmMR/R^2 = m \cdot \Delta\varphi$$

Ясно, что если мы бесконечно удалим второе тело от первого, то сила тяготения будет равна нулю и никакое движение невозможно. Можем ли мы что-нибудь сказать в отсутствие тяготения о гравитационной массе первого тела? Нет. Ничего не можем сказать и об инертной

массе. Наличие второго материального тела является условием движения. Природа «создаёт» материальные тела для создания движения. Значит, вся история механики — это поиск «второго» тела, чтобы с его помощью как можно эффективнее привести в движение первое тело: рука для камня, падающая с высоты вода для мельничного колеса, ветер для парусов корабля, пар для паровой машины, бензин для двигателя, ракетное топливо для ракеты, электрический ток для электродвигателя.

«Для чего движущая рука должна прикасаться к камню? ...» [19, «Мах Эрнст. Механика. Историко-критический очерк её развития, «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевск, 2000» с.444]

Что общее для всех этих случаев движения материи? По какой причине возникает движение? Для ответа на эти вопросы продолжим наш эксперимент.

Рассмотрим два наших тела с одинаковой массой m , движущихся относительно друг друга со скоростью v , только нас и интересующий в этом мире, с энергетической точки зрения. Пусть с первым телом с энергией $E_1 = mc^2$ связана покоящаяся система координат, то тогда второе тело со второй системой отсчета движется относительно первого со скоростью v и имеет энергию относительно первого тела $E_2 = mc^2 + mv^2$. А если мы примем за покоящееся второе тело, то уже первое тело относительно него будет иметь энергию $E_1 = mc^2 + mv^2$. Как такое возможно? Принцип относительности энергии? Что меняется в телах при смене системы отсчёта? Физически в телах ничего не меняется. Значит, этот случай необходимо рассматривать как систему из двух тел в материально-энергетическом поле, в которой «кинетическая» составляющая энергии тел, определяющая движение, не принадлежит ни одному телу, а является «принадлежностью» поля, а именно: определяется разностью энергетических потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi_{1-2} = v^2$ между областями поля, где «находятся» эти тела, как материальные «сгущения» этого поля. Необходимо сделать вывод, что тела не обладают собственной сущностью, они нелокальны, их движение полностью определяется разностью энергетических потенциалов Космоса. Движение возникает при разности энергетических потенциалов.

Рассмотрим другой, более привычный нам случай: находясь на первом теле, мы всё-таки хотим двинуть его в поисках других тел, и с этой целью построим ракетный двигатель и, сжигая топливо-массу первого тела, попробуем придать первому телу ускорение a . Удастся ли нам это сделать? Нет, как бы мы не старались, в этом случае об ускорении и движении первого тела мы ничего сказать не можем. Ускорение также относительно, и без второго тела говорить об ускорении невозможно. Можем ли мы что-нибудь сказать в отсутствие ускорения об инертной массе первого тела? Нет.

Скорость относительна, ускорение относительно, масса относительна, энергия тоже относительна. Движение порождается не телами, а полем, движение может возникнуть только в том случае, когда меняются энергетические характеристики поля.

Может ли наше тело изменить энергетическое поле вокруг себя? Нет. Характеристики энергетического поля может изменить только второе тело!

При движении с ускорением масса уменьшается, при торможении — увеличивается.

Движение под действием сил тяготения ничем не отличается от движения под действием других сил, - отсюда необходимо сделать вывод, что силы гравитации и инерции имеют одинаковую сущность, не зависят от природы тела и физическая природа любого движения одинакова. Причина движения тела находится вне тела. Любое движение происходит за счёт уменьшения-увеличения массы тел.

«...современная теория относительности основана на разделении физической реальности на метрическое поле (гравитацию), с одной стороны, и на электромагнитное поле и вещество-с другой. В действительности пространство, вероятно, должно быть единым по своему характеру, и современную теорию следует рассматривать лишь как предельный случай» [3, т.2, с.611]

Продолжая наш мысленный эксперимент, отметим, что для того, чтобы заставить первое тело прийти в поступательное движение, у нас есть только единственный способ, - воздействовать на него с помощью второго тела. Приблизим второе тело на расстояние R к первому телу, и таким образом это тело понизит энергетический потенциал поля на месте первого тела на величину i , соответственно, первое тело — на месте второго тела.

С точки зрения энергетической теории инерциальные системы отсчета — это системы отсчета с одинаковым, не меняющимся во времени и пространстве, энергетическим потенциалом, или точнее, с разностью энергетических потенциалов между энергетическим потенциалом Космоса и энергетическим потенциалом системы отсчета, то есть

$$\Delta\varphi = \varphi_0 - \varphi_1$$

В нашем мире $\varphi_0 = c^2$, а $\varphi_1 = c^2 - v^2$, тогда можно записать

$\Delta\varphi = c^2 - (c^2 - v^2) = v^2$, и, соответственно, фактор Лоренца (преобразования Лоренца) при переходе из покоящейся системы отсчета к произвольной другой, принимает «энергетический» вид:

$$\gamma = c^2 - v^2 / c^2 = 1 - v^2 / c^2 = (\varphi_0 - \Delta\varphi) / \varphi_0$$

Ясно, что не имеет смысла говорить об абсолютном значении энергетического потенциала Космоса, есть смысл говорить только о разнице энергетических потенциалов между различными областями поля Космоса, например, максимально возможная разность энергетических потенциалов весомой, видимой барионной материи равна c^2 .

Принцип относительности, являющийся фундаментальным законом природы и принципом симметрии, приведший Эйнштейна к геометризации пространства-времени, при обобщении на системы отсчета с различными энергетическими характеристиками при постоянстве энергетического потенциала, приводит, при отсутствии механического движения материи и эквивалентности всех видов энергии, к идее энергетизации «пространства-времени», то есть описания движения материи как движения энергии.

Задавая систему координат, привязанную к материальному телу, находящемуся в состоянии покоя или имеющему определенную скорость v , - а только так мы можем её и задать, мы в тоже время однозначно «привязываемся» к энергетическому полю, имеющему разность потенциалов, равную квадрату скорости этого тела $v^2 = \Delta\varphi = GM/r$. Фактически, наше тело и энергетическое поле — это одно и то же, они имеют одну и ту же сущность. Развивая Г. Минковского, мы должны заявить, что *«Отныне [материя сама по себе], пространство само по себе и время само по себе должны обратиться в фикции и лишь некоторый вид соединения [всех четырёх в единый Космос] должен еще сохранить самостоятельность»* [21, с.181]

Системы отсчета и, соответственно, координаты тел в пространстве-времени должны быть дополнены энергетической характеристикой материи-поля — разностью энергетических потенциалов $\Delta\varphi = GM/r = v^2$, например: $(x, y, z, t, \Delta\varphi)$

После вывода о равноценности поля тяготения и равноускоренного движения, необходимо сделать вывод об одинаковой физической природе движения под действием гравитационного поля и равноускоренного движения тел, далее — любого механического движения, и в конце концов, любого движения материи. Зная из опыта, что скорость движения Земли по орбите вокруг Солнца равна корню квадратному из гравитационного потенциала, создаваемого Солнцем на орбите Земли, что наблюдается для всех космических тел, необходимо сделать вывод, что скорость любого движущегося тела равна корню квадратному из энерго-гравитационного потенциала, создаваемого в «пространстве» на месте материального тела, физическая природа которого не влияет на процесс движения.

Из письма Эйнштейна Маху: «Для меня является абсурдом приписывать «пространству» физические свойства. Совокупность масс порождает некоторое $G_{\mu\nu}$ - поле (гравитационное поле), которое, в свою очередь, управляет течением всех процессов, включая распространение световых лучей и поведение масштабов и часов. События относятся прежде всего к четырем совершенно произвольным пространственно-временным переменным. Эти переменные затем при условии выполнения законов сохранения энергии и импульса должны быть специализированы таким образом, чтобы только (и все) линейные преобразования переводили одну допустимую систему отсчета в другую. Система отсчета, так сказать, приспособливается к существующему миру с помощью закона сохранения энергии и утрачивает тем самым свою туманную априорную [изначальную] сущность» [из 6, с.410]

В нашем симметричном мире, если «совокупность масс порождает некоторое $G_{\mu\nu}$ – поле», то и некоторое материальное поле (*Matter field*), видимо, может порождать совокупность барионных масс, и этот процесс движения материи, происходящий в природе, который в самом общем виде мы можем описывать как движение энергетического $E_{\mu\nu}$ - поля, на наш взгляд,

является основным и определяющим. Движение материи, описываемое нами энергетически, управляет течением всех процессов как образования пространства и течения времени, так и сознания. При этом процессе с помощью закона сохранения энергии создаётся и живёт существующий мир.

Гравитационное и механическое движения материальных тел под действием соответствующих сил объясняется физической наукой различным образом, но, видимо, такая асимметрия не свойственна самой природе. На наш взгляд, ещё большую «эвристическую» ценность имеет наряду с эквивалентностью тяжёлой и инертной масс, лежащей в основе ОТО, энергетическая эквивалентность гравитационной и всех других видов энергии.

Из математических лабиринтов ОТО, на наш взгляд, можно выйти только её дальнейшим, насколько возможно в современных условиях, идейным обобщением и расширением, то есть принцип эквивалентности тяжёлой и инертной масс обобщить до принципа эквивалентности гравитационной и механической энергии, и, соответственно, эквивалентности всех видов энергии. Тогда принцип эквивалентности масс превращается в частный случай принципа эквивалентности энергии.

8. Заключение.

Принцип относительности является фундаментальным законом нашей природы потому, что в нашем мире нет и не может быть абсолютных значений энергии материи, а имеет значение только разность относительных энергетических потенциалов материи. Энергия как мера движения материи тоже относительна: мы можем говорить только о разности *относительных* энергетических потенциалов материально-энергетического поля. В результате движения материи от большей разности энергопотенциалов к меньшей и возникает наш мир: материя, сознание, пространство, время...

Приходим к выводу, что принцип Маха, когда инертные свойства тел в первоначальной формулировке определяются всей материей Вселенной, можно встроить в физическую теорию таким образом, что инертные свойства каждого физического тела будут определяться движением материи (в том числе и «тёмной материи»), описываемую как движение материально-энергетического поля, а источником инерции является напряжённость-ускорение a этого поля, то есть:

$$\iint \mathbf{a} \cdot d\mathbf{S} = \iiint \operatorname{div} a \, dV = \iiint 4\pi\rho_e \tau \, dV = \iiint 4\pi\rho_e h/t_p \, dV = \iiint 4\pi G \rho \, dV = \iiint 4\pi GM$$

Движение материальных тел возникает при разности энергетических потенциалов материально-энергетического поля. Движение порождается не телами, а полем, движение может возникнуть только в том случае, когда меняются энергетические характеристики поля.

Все законы нашего мира, то есть законы движения материи, суть законы сохранения энергии во времени.

Спрашивается, чем наш мир, на настоящей Земле, отличается от того мира на нашей воображаемой гипотетической планете, «сконструированной» в ходе эксперимента? Остаётся сделать «мерцание» тел с периодичностью $5,39116 \cdot 10^{-44} \text{ s} = t_p$ и разогнать туман! Мы увидим поразительную картину звёздного неба над головой! И скоро поймём, что звёзды не только для красоты и души, - они породили нас и образуют энергетическое поле с разностью энерго-гравитационных потенциалов c^2 , в котором мы живём и без которого не было бы движения.

То, что мы описали выше и попытались объяснить, — не наш ли это мир?!

Список литературы

- [1] Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.; Наука, 1965, 1966.
- [2] Мах Э. Механика. Историко-критический очерк её развития. Ижевск: редакция журнала «Регулярная и хаотическая динамика», 2000.
- [3] Принцип относительности. М.; Атомиздат, 1973.
- [4] Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989.
- [5] Визгин В.П. Релятивистская теория тяготения. (Истоки и формирование. 1900-1915 гг.). М.: Наука, 1981.
- [6] Визгин В.П., Смородинский Я.А. От принципа эквивалентности к уравнениям тяготения. УФН, т.128, в.3, июль 1979 г.

- [7] Гравитация и относительность. Под редакцией Х. Цзю и В. Гоффмана. М.: Мир, 1965.
- [8] Cocconi G., Salpeter E. E., Nuovo Cimento, 10, 646 (1958).
- [9] Cocconi G., Salpeter E. E., Phys. Rev. Lett., 4, 176, (1960).
- [10] Sherwin C. W., Frauenfelder H., Garwin E. L., Phys. Rev. Lett., 4, 399, (1960).
- [11] Hughes V., W., Robinson H. G., Beltran-Lopes V., Phys. Rev. Lett., 4, 342, (1960).
- [12] Drever R. W. P., Phil. Mag., 6, 683 (1961).
- [13] Weber J, General Relativity and Gravitational Waves, New York, 1961, p.162. рус. пер.: Дж. Вебер, Общая теория относительности и гравитационные волны, М., 1962, с. 197.
- [14] Зельдович Я Б, Новиков И Д *Релятивистская астрофизика* М., Наука, 1967.
Zeldovich Ya B, Novikov I D *Relativistic Astrophysics* Vols 1, 2 (Chicago: Univ. of Chicago Press, 1971, 1983)
- [15] Зельдович Я Б, Новиков И Д *Строение и эволюция Вселенной* М.: Наука, 1975
- [16] Аристотель. Сочинения в 4-х томах. М.; Мысль, 1981
- [17] Ньютон Исаак. Математические начала натуральной философии. Перевод А.Н. Крылова. М.: Наука, 1989.
- [18] Беркли Д. трактат «О движении» («De motu»)
- [20] Никитин А. П. «Квантовая метафизика: Атом водорода — сердце Вселенной?», 2015.
<http://www.rusphysics.ru/files/Nikitin.Metaphisika.pdf>
- [21] Принцип относительности. Г. А. Лоренц. А. Пуанкаре. А. Эйнштейн. Г. Минковский. Сборник работ классиков релятивизма под редакцией В.К. Фредерикса и Д.Д. Иваненко. – М.-Л.: ОНТИ, 1935.
- [22] Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница–Маха. *Метафизика*, 2016, №3 (21), с.69 -85.
- [23] Мах Э. Познание и заблуждение. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. с. 417.
- [24] Паули В. Теория относительности. М.; Наука, 1991.