

Потехин А.Ф.

## ОБ ЭВОЛЮЦИИ ПРИНЦИПА ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ОТ КОПЕРНИКА ДО ЭЙНШТЕЙНА

Одесский государственный морской университет.  
270029, Одесса, ул. Мечникова 34. УКРАИНА

Перевод с англ.

Статья напечатана в сборнике научных статей  
**FUNDAMENTAL OPEN PROBLEMS IN SCIENCE  
AT THE TURN OF THE MILLENNIUM**  
Hadronic Presss (USA). Vol II, 1999 pp.627 – 644

и в этом же году перепечана периодическим научным журналом (США)  
**Hadronic Journal Supplement, 14, 297-313 (1999)**

Проведен анализ и разорван замкнутый круг логической ловушки Пуанкаре-Эйнштейна, связанной с взаимной подменой таких понятий как *динамический принцип относительности, кинематический принцип относительности, инвариантность и ковариантность уравнений движения*. Это обуславливает необходимость пересмотра физического содержания исходных принципов СТО и ОТО Эйнштейна.

### **ВВЕДЕНИЕ.**

Прочитав данную статью, можно подумать: “Все то, о чем здесь говорится, тривиально и давно уже известно“. Чтобы убедиться в том, что это не так, советуем вначале прочитать вопросы приложения 1 к данной статье и подчеркнуть те ответы на них, которые вы считаете правильными. Затем вернитесь к вашим ответам после прочтения данной статьи. Как будет показано далее, даже такие выдающиеся ученые как Пуанкаре и Эйнштейн с удивлением обнаружили бы, что они с ответами на эти вопросы заблуждались.

### **ОТ КОПЕРНИКА ДО НЬЮТОНА.**

Механическая форма движения есть перемещение тел в пространстве с течением времени друг по отношению к другу. Уже из самого этого определения следует, что механическое движение есть понятие относительное в том смысле, что для его задания необходимо указать то тело (связанную с ним систему отсчёта), по отношению к которому рассматривается движение других тел. Но механическое движение относительно и в другом смысле: из утверждения, что тело А движется относительно тела В, следует равносильное ему противоположное утверждение, что тело В движется относительно тела А. Поэтому в кинематике, в которой только и рассматриваются пространственно-временные взаимоотношения тел, выбор тела отсчёта произволен – любое из тел рассматриваемой механической системы может быть выбрано в качестве “неподвижного”. Эти положения были известны давно. Так, уже Вергилий (I в. до н. э.) писал: “*В море из порта идем, и отходят и земли и грады*”. Однако, как руководящая идея научной системы, *кинематический принцип относительности* был провозглашен и применен Коперником (1473-1543). Суть этого принципа такова: “*Взаимное движение тел не зависит от того, по отношению к какому из них это движение рассматривается, но восприниматься и описываться данное движение будет при этом различным образом*”. Так, например, в системе мира Птолемея (II в. н. э.) принимается, что неподвижна Земля и все небесные тела движутся по отношению к ней, а в гелиоцентрической системе мира Коперника рассматривается движение всех небесных тел по отношению к неподвижному Солнцу. И если в геоцентрической системе Птолемея планеты движутся по слож-

ным петлеобразным траекториям, то согласно Копернику эти планеты движутся по концентрическим окружностям вокруг Солнца. Очевидно, с кинематической точки зрения обе эти системы отсчёта равноправны в том смысле, что от изменения “точки зрения” взаимное движения небесных тел не изменится. Но система мира Коперника предпочтительнее, если руководствоваться эвристическим “принципом простоты” описания процесса, провозглашенным позже Пуанкаре (1854 - 1912) и явившимся руководящим принципом для Эйнштейна (1879 - 1955). В обоснование кинематического принципа относительности Коперник приводит следующий пример: *“Так, при движении корабля в тихую погоду все находящиеся вне представляется мореплавателям движущимся, как бы отражая движение корабля, а сами наблюдатели, наоборот, считают себя в покое со всем с ними находящимся. Это же, без сомнения, может происходить и при движении Земли, так что мы думаем, будто вокруг нее вращается вся Вселенная”* [1].

Определить с помощью кинематического принципа относительности, какое из тел “истинно покоится” невозможно. Это понимал уже Птолемей, поэтому, опровергая мнение о возможности движения Земли (Гераклит, IV в. до н. э. и др.) относительно Солнца и сферы удаленных звезд, он приводит следующие доводы: если бы Земля вращалась вокруг своей оси и Солнца, то её поверхность перемещалась бы с огромной скоростью; все неровности и здания были бы снесены; облака и птицы остались далеко позади; камень, брошенный с башни, не упал бы у её подножия и т.д. А так как этого не происходит, говорит Птолемей, то именно Земля покоится и является центром мира. Однако, в процессе борьбы за гелиоцентрическую систему мира, Галилей (1564-1642) убедительно опроверг эти доводы. Пусть в каюте без иллюминаторов покоящегося корабля проводятся некоторые опыты. *“Заставьте теперь корабль двигаться с любой скоростью, - пишет Галилей, - и тогда (если только движение будет равномерным и без качки в ту и другую стороны) во всех названных явлениях вы не обнаружите ни малейшего изменения и не по одному из них не сможете установить движется ли корабль или стоит неподвижно.. И причина согласованности всех этих явлений заключается в том, что движение корабля общее всем находящимся на нем предметам, так же и воздухом”*

Эти опыты Галилея в замкнутой каюте корабля принципиально отличаются от наблюдений за явлениями вне корабля у Коперника и позволили сформулировать *динамический принцип относительности*: *“Никакими механическими опытами внутри замкнутых физических лабораторий нельзя обнаружить их поступательное, равномерное и прямолинейное движение друг относительно друга”*. Заметим сразу, что динамический принцип относительности, как и кинематический, не даёт возможности выявить “истинно покоящиеся” системы отсчёта.

Динамический принцип относительности не только опроверг доводы сторонников Птолемея против гелиоцентрической системы мира, но вплоть до Ньютона был руководящим принципом при доказательстве тех или иных положений механики. Проследим, например, за тем, как Гюйгенс (1629-1695), используя оба принципа относительности, развивает теорию удара в мемуаре “О движении тел под влиянием удара” [3]. Вначале вводится гипотеза *“Если два одинаковых тела, движущихся с одинаковой скоростью навстречу друг другу, сталкиваются прямым ударом, то каждое из них отскакивает назад с той же скоростью, с какой ударилось”*. Затем используется динамический принцип относительности, сформулированный Гюйгенсом в виде следующей гипотезы: *“Если пассажир корабля, движущегося равномерно, вызовет удар двух шаров с одинаковыми, опять таки по отношению к пассажиру и кораблю, скоростями, то эти шары отскочат с одинаковыми по отношению к пассажиру и кораблю скоростями, со всем так, как если бы пассажир вызвал удар этих шаров на неподвижном корабле или берегу”*. Наконец, применяется кинематический принцип относительности: за ударом и взаимным движением указанных выше шаров на движущемся корабле наблюдает также человек на берегу. Если шары движутся вдоль корабля, а корабль плывет со скоростью одного из шаров, то для наблюдателя на берегу получается доказанным положение: *“Если с покоящимся телом соударяется одинаковое с ним тело, то ударившее тело приходит в состояние покоя, а покоящееся тело приходит в движение со скоростью ударившегося о него”*. Аналогично Гюйгенс доказывает и ряд других положений теории удара упругих шаров. По сравнению с Коперником Гюйгенс, с одной стороны, сужает кинематический принцип относительности, так как относит его только к вза-

имным поступательным, равномерным и прямолинейным движениям систем отсчёта. С другой стороны, расширяет его, так как относит этот принцип не только к взаимному движению тел наблюдаемой системы, но и к их механическому взаимодействию.

Ньютон, обобщая и развивая накопленные его предшественниками знания, создал цельную теорию о механических движениях и механических взаимодействиях тел [4]. Его теория включает в себя, конечно, как кинематический, так и динамический принципы относительности. Необходимости прибегать к этим принципам для доказательства тех или иных положений механики после Ньютона больше не было, так как они, будучи включенными в нее в основных понятиях, определениях и законах, получаются как следствия. ***Чтобы вырваться из лабиринта равноправных в кинематическом отношении систем отсчёта, он выделил одну, привилегированную систему отсчёта, названную им абсолютной.*** С достаточно большой точностью она моделируется гелиоцентрической системой отсчёта Коперника, привязанной к сфере удаленных звезд, относительно которой Ньютон и формирует свои законы.

Применяя законы Ньютона, можно описать любые механические взаимодействия в этой абсолютной системе отсчёта. Для того же чтобы узнать, как будут выглядеть и описываться эти же явления в любой другой системе отсчёта, достаточно выполнить формально-математическую операцию преобразования координат и времени от одной системы отсчёта к другой. Согласно кинематическому принципу относительности, физический процесс не зависит а) от того, в какой форме записано уравнение, описывающее какой-либо механический процесс; б) относительно какой из систем отсчёта рассматривается этот процесс.

Если уравнения движения при некотором преобразовании систем отсчёта сохраняют свой вид, но не сохраняют выражения для входящих в них функций, то говорят, что эти уравнения движения ***ковариантны*** относительно данного преобразования. Если же уравнения движения при некотором преобразовании сохраняют не только свой вид, но и выражения для входящих в них функций, то говорят, что они ***инвариантны*** относительно данного преобразования.

Лишь с эвристической точки зрения “просты записи” уравнений движения, можно отдать предпочтение таким формам их записи и таким системам отсчёта, что преобразования пространственных и временной координат при переходе от одной из них к другой оставляют эти уравнения инвариантными. Ход течения механического процесса безразличен к нашему субъективному восприятию этого процесса - выбору системы отсчёта и формы записи уравнений, описывающих данный процесс.

Так обстоит дело с кинематическим принципом относительности в классической механике Ньютона. Что же касается динамического принципа относительности Галилея, то он заложен в первом законе Ньютона, законе инерции: ***физические свойства пространства - времени таковы, что движение изолированной материальной частицы не зависит: ни от того, где она находится по отношению к сфере удаленных звезд; ни от того, как ее движение ориентированно по отношению к сфере удаленных звезд; ни от того, какова у нее величина скорости по отношению к ним и, наконец, ни от того, в какой момент времени это движение началось.*** Отсюда ясно, что взаимное движение системы взаимодействующих между собой материальных частиц не будет зависеть от их общего движения с одной и той же переносной скоростью. Это положение сформулировано у Ньютона в Следствии У после изложения его законов: ***“Относительные движения друг по отношению к другу тел, заключенных в каком-либо пространстве, одинаковы, – покоится ли это пространство или движется равномерно и прямолинейно без вращения”.*** При этом следует учесть следующее замечание Ньютона: ***“тело движущееся в подвижном пространстве участвует и в движении этого пространства, поэтому тело, движущееся от подвижного места, участвует в движении своего места”.*** Следствие У Ньютон заключает таким комментарием: ***“Это подтверждается обильно опытами. Все движения на корабле совершаются одинаково, находится ли он в покое или движется равномерно и прямолинейно”.*** Это следствие чрезвычайно важно, т.к. оно позволяет применять законы Ньютона не только к “абсолютной” системе отсчёта, привязанной к сфере удаленных звезд, но и ко всем физическим лабораториям (системам отсчёта), которые движутся поступательно, равномерно и прямолинейно по отношению к сфере удаленных звезд (следовательно, и по отношению друг к другу).

Все эти системы отсчёта получили название инерциальных. Следовательно, инерциальные системы отсчёта выделены не кинематическим, а динамическим принципом относительности - *это такие системы отсчёта, в каждой из которых идентичные механические процессы протекают одинаково.*

Если именно так определять понятие инерциальных систем отсчёта, то уже Ньютону было ясно, что существует, помимо определенных выше, еще один класс инерциальных систем отсчёта. Это все системы отсчёта, связанные с физическими лабораториями, которые “падают” ускоренно в однородном гравитационном поле и о которых Ньютон говорит в Следствии YI: *“Если несколько тел, движущихся как бы то ни было друг относительно друга, будет подвержено действию равных ускоряющих сил направленных по параллельным между собой прямым, то эти тела будут продолжать двигаться друг относительно друга также, как если бы сказанные силы на них не действовали.”* В обосновании этого принципа Ньютон ссылается на равенство инертной и гравитационных масс и свои законы динамики.

В “падающих” системах отсчёта из уравнений движения материальных частиц “выпадает” общая для всех них сила тяготения. Определение же силы тяготения при “падении” всех планет на Солнце, а Луны и “яблока” на Землю, т.е. формулировка закона всемирного тяготения, была одной из основных целей Ньютона. Поэтому этот класс инерциальных систем отсчёта Ньютон далее явно не использует.

Обращает на себя внимание идентичность формулировок и доказательств, а также следование друг за другом Следствий Y и YI. Это не случайно. Следствием YI есть *обобщение динамического принципа относительности* Галилея: *“Никакими механическими опытами внутри замкнутых физических лабораторий нельзя обнаружить не только их поступательное, равномерное и прямолинейное движение друг относительно друга, но также и “падение” с общим ускорением в однородном гравитационном поле.”* Отсюда сразу следует, что не только “абсолютную” скорость, но и “абсолютное” ускорение по механическим опытам внутри “падающих” замкнутых физических лабораторий обнаружить нельзя. Поддаются измерению лишь скорости и ускорения тел друг относительно друга.

Из всего сказанного выше можно сделать следующие выводы о том принципиальном различии, которое существует между динамическим и кинематическим принципами относительности.

*Динамический принцип относительности есть объективный закон протекания процессов в природе, а кинематический принцип относительности есть субъективный акт восприятия и описания этих процессов.*

*В динамическом принципе относительности рассматриваются по отдельности идентичные процессы в разных физических лабораториях, движущихся друг относительно друга поступательно равномерно и прямолинейно, а в кинематическом - один и тот же процесс относительно разных физических лабораторий, движущихся друг относительно друга, вообще говоря, произвольным образом.*

*Динамический принцип относительности, являясь экспериментальным фактом и отражая объективный закон природы, требует применения одних и тех же уравнений движения при одних и тех же начальных условиях для описания идентичных процессов в каждой из физических лабораторий, движущихся друг относительно друга поступательно равномерно и прямолинейно. Кинематический же принцип относительности связан с формально-математическим преобразованием уравнений движения и начальных условий, описывающих один и тот же процесс, при переходе от одной системы отсчёта к другой. В частности, эти уравнения движения могут быть инвариантными или ковариантными относительно некоторых преобразований.*

Динамический принцип относительности является понятием физическим и его выполнение никак не связано с формой записи уравнений движения, в частности, он вовсе не требует написания этих уравнений в инвариантной или ковариантной форме по отношению к тем или иным преобразованиям систем отсчёта. Динамический принцип относительности, как объективный закон природы, не может измениться от изменения формы записи уравнений, описывающих тот или

иной процесс, а также от изменения формул преобразования при переходе от одной системы отсчёта к другой,

Инвариантность и ковариантность уравнений движения по отношению к некоторым преобразованиям есть понятия *математические*. Даже если некоторый процесс описывается уравнениями в инвариантной форме, это еще не обозначает его одинаковость в движущихся друг относительно друга системах отсчёта, по отношению к которым эти уравнения инвариантны. Более того, можно *a priori* утверждать, что в разных системах отсчёта этот процесс не будет выглядеть одинаково, (вспомните опыты Гюйгенса с шарами) так как их взаимное движение не позволит сформулировать одинаковые начальные условия в этих системах отсчёта, по крайней мере, по начальным скоростям. Лишь эксперимент может показать выполняется или не выполняется динамический принцип относительности в смысле Галилея-Ньютона. Являясь утверждением (в доступных для экспериментов части Вселенной) о физических свойствах пространства и времени или, что одно и то же, о физических свойствах того физического поля, в котором “падает” наша Земля вместе с нашей Солнечной системой, вместе с нашей Галактикой, вместе с нашей группой Галактик и.д., динамический принцип относительности логическому, формально-математическому доказательству не подлежит.

Итак, из динамического принципа относительности не следует инвариантность уравнений движения по отношению к тем или иным преобразованиям систем отсчёта, а из их инвариантности не следует динамический принцип относительности. Это просто разные понятия – см. приложение 2 .

К сожалению, эти элементарные, на первый взгляд, истины не были четко вычленены. И когда 200 лет спустя после выхода “Математических начал натуральной философии” Ньютона необходимо было с позиций принципа относительности осмыслить накопленные результаты в той области знаний, которая не была охвачена классической механикой - в электродинамике, то ученые оказались к этому не готовы. И с этим принципом произошла удивительная метаморфоза

## ОТ ПУАНКАРЕ ДО ЭЙНШТЕЙНА.

Подводя итоги всех попыток обнаружить “абсолютное движение” с помощью оптических опытов, Пуанкаре заключает: *“На первый взгляд кажется, что aberrация света и связанные с ней оптические и электрические явления дают нам средство для определения абсолютного движения Земли или, вернее, ее движения не по отношению к другим небесным телам, а по отношению к эфиру, На самом деле это не так ... и Майкельсон, придумавший опыт, в котором становятся уже заметными члены, зависящие от квадрата aberrации, в свою очередь, потерпел неудачу. Невозможность обнаружить движение Земли, представляет, по видимому, общий закон природы”*[5 ]. И далее: *“Мы естественной приходим к тому, чтобы принять этот закон, который мы назовем постулатом относительности”* [6].

Итак, развитие науки привело к необходимости распространить динамический принцип относительности классической механики и на электромагнитные процессы. Пуанкаре был первым, кто сделал это обобщение. Но, к сожалению, Пуанкаре был также первым, кто отождествил динамический принцип относительности с кинематическим и сформулировал принцип согласно которому: *“...Законы физических явлений должны быть одинаковыми для неподвижного наблюдателя и для наблюдателя, совершающего равномерное поступательное движение, так что мы имеем и не можем иметь никакого способа определить, находимся ли мы в подобном движении или нет”* [ 7 ]. И, наконец, Пуанкаре был первым, кто отождествил динамический принцип относительности с инвариантностью уравнений движения относительно преобразования пространственно - временных координат при переходе от одной системы отсчёта к другой: *“Пуанкаре получил инвариантность уравнений электродинамики и сформулировал “постулат относительности” – термин, впервые введенный им”* [8].

Вход в логическую ловушку подмены понятий *динамический принцип относительности - кинематический принцип относительности - инвариантность* был открыт. И вслед за Ло-

ренцем (1853 - 1928) в эту ловушку незаметно для себя попадает А. Эйнштейн и окончательно заводит в нее науку XX века.

*“Уже поверхностный анализ процессов, - пишет Эйнштейн, - называемых нами движением, учит нас, что можно воспринимать только относительные движения предметов. Сядем в железнодорожный вагон, и будем смотреть на движущийся мимо нас (по соседнему пути) другой вагон... Наблюдатель, находящийся в “движущемся” железнодорожном вагоне, с совершенно таким же правом может сказать, что вагон покоится, а земля или же телеграфные столбы движутся” [9].*

Мы, конечно узнаем в этом высказывании пример, иллюстрирующий кинематический принцип относительности. Но продолжим цитирование.

*“Представим себе опять равномерно движущийся по прямолинейному пути вагон. Пусть его окна не пропускают воздух и свет; рельсы и колеса пусть будут абсолютно гладкими. Пусть в вагоне находится физик, вооруженный всеми мыслимыми приборами. Тогда мы знаем, что все опыты, проделываемые физиком, проходят точно так, как если бы вагон покоился или двигался с другой скоростью, Это и есть, в сущности, то утверждение, которое физики называют “принципом относительности”. В несколько более общей формулировке этот принцип можно высказать и так: “Законы природы, которые замечает наблюдатель, оказываются независимыми от его состояния движения” [9].*

Конечно же, в этом последнем высказывании Эйнштейн дает совершенно верную формулировку динамического принципа относительности. Но, оказывается, для Эйнштейна оба приведенные выше высказывания о движущихся вагонах выражают один и тот же принцип относительности:

*“Это утверждение звучит безобидно и естественно. Оно никогда не взволновало бы людей, если бы законы распространения света, к которым привело новейшее развитие электродинамики, не казались не совместными с этим принципом. Дело в том, что явления оптики движущихся сред привели к выводу, что свет распространяется в пустоте с постоянной скоростью, совершенно не зависимой от движения источника света. Однако этот результат выглядит противоречащим только что изложенному принципу относительности” [9].*

Прервемся. Какому принципу относительности противоречит указанное явление оптики, Если динамическому, то это неверно, так как подобно тому, как в опытах Галилея скорость движения бильярдного шарика относительно каюты не зависит от переносного, равномерного и прямолинейного движения корабля, так и в опыте Майкельсона скорость света относительно Земли не зависит от её переносной скорости. Или иначе - не только механические, но и оптические опыты не позволяют обнаружить “абсолютной” скорости движения Земли, т.е. оптический опыт Майкельсона не противоречит динамическому принципу относительности, а подтверждает его. Тогда, если утверждение *“свет распространяется в пустоте с постоянной скоростью совершенно независимой от движения источника света”* противоречит *принципу относительности*, то Эйнштейн имеет здесь в виду именно кинематический принцип относительности: *“Ибо если луч света распространяется с постоянной скоростью относительно некоторого наблюдателя, то кажется, что относительно другого наблюдателя, который сам движется в направлении распространения света, скорость луча света должна быть меньше, чем относительно первого наблюдателя” [9].*

И затем следует образец неверного логического заключения, когда одно понятие (динамический принцип относительности) подменяется другим (кинематический принцип относительности): *“Но если бы это было так, то в противоречии с изложенным выше принципом относительности (очевидно, что динамическим - А.П.) закон распространения света в пустоте не был бы одинаковым для наблюдателей (а согласно кинематического принципа относительности он и не должен быть одинаковым - А.П.), равномерно движущихся относительно друг друга” [9].*

Итак, постулат постоянства скорости света, если его понимать как требование постоянства скорости света, исходящего от одного из того же источника света, относительно всех наблюдателей, движущихся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно, безуслов-

но, противоречит кинематическому принципу относительности классической механики. Но этот постулат Эйнштейна еще требует более точного экспериментального подтверждения, так как высокоточный опыт Майкельсона - Морли к этому постулату не имеет никакого отношения [10] и др.

Далее Эйнштейн все более расширяет свое толкование понятия *принцип относительности* и отождествляет его с инвариантностью: *“Если какая-нибудь общая физическая теория формулируется в системе  $K$ , то с помощью уравнений преобразования... получится система уравнений, отнесенная к системе  $K'$ . В соответствии с принципом относительности (? – А. П.) эта система уравнений должна точно совпадать с системой уравнений, отнесенной к системе  $K$ ”* [11]. Но в таком случае: *“Тогда возникает вопрос, ограничивается ли этот принцип равномерным движением. Может быть законы природы устроены так, что они одинаковы и для двух наблюдателей, движущихся относительно друг друга не равномерно? В последние годы выяснилось, что такое обобщение теории относительности возможно и оно приводит к общей теории относительности”* [9]. Таким образом, пишет Эйнштейн, *“под общим принципом относительности мы подразумеваем утверждение, что все тела отсчёта  $K$ ,  $K'$  и т.д. эквивалентны в отношении описания природы (формулирования общих законов природы), каким бы ни было их состояние движения”* [12]. Здесь принцип относительности отождествлен уже с ковариантностью, т.е. с формально - математическим требованием записывать уравнения движения физических процессов в ковариантной форме относительно произвольных преобразований при переходе от одних систем отсчёта к другим.

К необходимости формулировки законов природы в ковариантной форме Эйнштейн приходит и с другой стороны – через принцип эквивалентности сил инерции и гравитации и *“в этом отношении опыт Этвеша (1848-1919) играет роль, сходную с ролью опыта Майкельсона в вопросе о возможности физически обнаружить равномерное движение... То обстоятельство, что в неускоренных системах отсчёта тела ведут себя при наличии поля тяжести в точности также, как если бы система отсчёта была ускоренной, принуждает нас к попытке распространить принцип относительности на случай ускоренных систем отсчёта”* [13]. С таким утверждением Эйнштейна нельзя не согласиться, т.к. это есть лишь другая формулировка обобщенного динамического принципа относительности Ньютона, сформулированного в Следствии VI [4]. Но, к сожалению, далее Эйнштейн проводит ту же линию на отождествление динамического принципа относительности с кинематическим и далее с ковариантностью: *“С математической точки зрения это сводится к тому, что к уравнениям, выражающим законы природы, мы предъявляем требования ковариантности не только относительно линейных ортогональных преобразований, но и относительно более общих, в особенности нелинейных, преобразований, поскольку лишь нелинейные преобразования соответствуют переходу к относительно ускоренным системам”* [13].

Из этого логического лабиринта взаимной подмены понятий *динамический принцип относительности - кинематический принцип относительности - инвариантность - ковариантность* Эйнштейн так и не смог выбраться до конца своей жизни. И в этот лабиринт до сих пор заводит все новые и новые поколения современная научная и учебная литература, несмотря на то, что критических замечаний на сей счет было предостаточно. Чтобы убедиться в этом, достаточно обратиться к широко известным физическим энциклопедиям “Курс теоретической физики” Ландау и Лифшица (“Теория поля”, и др.), “Фейнмановский курс лекций”, “Берклевский курс лекций” и др. Даже критически настроенные к теории Эйнштейна авторы не замечают, что они являются пленниками этого лабиринта.

Пространство - время того физического мира, в котором мы “падаем”, однородно и изотропно. От этого факта никуда не деться, поэтому возврат на направление Ньютона-Максвелла в этом плане неизбежен. Фундамент для такого возврата, на наш взгляд, в области СТО заложил Н.Е. Wilhelm [14-15], а в области ОТО А. А. Логунов [16]. Не последнюю роль должен сыграть и предложенный нами альтернативный эксперимент [17, 18]

Следует ли, что в силу всего сказанного выше, от СПЕЦИАЛЬНОЙ И ОБЩЕЙ ТЕОРИЙ Эйнштейна надо отказаться? Безусловно, нет. И преобразования в плоском и искривленном про-

странствах сохраняются как эффективный и полезный математический инструмент в физике - [19, 20] и др. Но всё то, что в этих теориях Эйнштейна есть рационального, должно быть еще вычлениено и переосмыслено с непредвзятой точки зрения. И это будет одной из основных задач науки нового XXI века.

### ВЫВОДЫ.

1. В основе СТО Эйнштейна лежит формально - математическое требование инвариантности формулировок законов природы в инерциальных системах отсчёта, что вынужден был признать и сам Эйнштейн: ***“Все содержание специальной теории относительности заключено в постулате: законы природы инвариантны относительно преобразований Лоренца”*** [21].
2. В основе ОТО Эйнштейна лежит формально - математическое требование ковариантности формулировок законов природы в произвольных системах отсчёта, что вынужден был признать и сам Эйнштейн: ***“Она (ОТО - А.П.) представляет собой чисто формальную точку зрения, а не какую - то определенную гипотезу о природе. Ибо всякую систему законов, вообще имеющую смысл, можно выразить в общековариантном виде”*** [22].
3. Ни специальный принцип относительности Эйнштейна (инвариантность) ни его общий принцип относительности (ковариантность) не имеют никакого отношения, как к динамическому принципу относительности Галилея, так и к обобщенному динамическому принципу относительности Ньютона. Поэтому опыты, подтверждающие принцип относительности Галилея-Ньютона, не являются экспериментально - физической основой ни для СТО, ни для ОТО Эйнштейна.
4. Из опыта Майкельсона - Морли не следует, что свет, испущенный одним и тем же источником света, распространяется с постоянной по величине скоростью относительно всех систем отсчёта, движущихся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно. Поэтому опыт Майкельсона - Морли не является экспериментально - физической основой для СТО Эйнштейна.
5. Из опыта Этвеша не следует, что ***“для объяснения равенства инертной и тяготеющей масс в теории необходимо допустить нелинейные преобразования четырех координат”***, т.е., что ***“уравнения, выражающие законы природы должны быть ковариантны по отношению ко всем непрерывным преобразованиям координат”***, [23]. Поэтому опыт Этвеша не является экспериментально - физической основой для ОТО Эйнштейна.
6. Не существует экспериментально - физической основы, которая могла бы подтвердить требование СТО Эйнштейна формулировки всех законов природы в Лоренц-инвариантной форме относительно систем отсчёта, которые движутся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно.
7. Не существует экспериментально-физической основы, которая могла бы подтвердить требование ОТО Эйнштейна формулировки всех законов природы в ковариантной форме относительно систем отсчёта, произвольно движущихся друг относительно друга.

**ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ  
НА ЗНАНИЕ ПРИНЦИПА ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ  
КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ  
И ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В СТО И ОТО ЭЙНШТЕЙНА.**

( Подчеркните Ваш ответ на вопрос ).

Сальвиати. *Я не хочу ничего, кроме того, чтобы вы говорили или отвечали только то, что сами достаточно знаете.*

Симпличио. *Я буду отвечать то, что знаю, и уверен, что затруднений у меня будет мало [2].*

1. Существует ли различие между динамическим и кинематическим принципами относительности? ( Да Нет. )
2. Принцип относительности Галилея, красочно им описанный по явлениям на двух кораблях, один из которых движется поступательно равномерно и прямолинейно относительно другого, есть принцип динамический или кинематический? ( Динамический. Кинематический).
3. Какой принцип относительности (динамический или кинематический) выражают преобразования Галилея  $\mathbf{r} = \mathbf{r}' + \mathbf{v}t$ ;  $t = t'$  при переходе от одной системы отсчёта к другой, движущейся относительно первой поступательно, равномерно и прямолинейно? (Динамический. Кинематический).
4. Основное уравнение динамики относительного движения материальной точки имеет вид  $m\mathbf{a}^{\text{отн}} = \mathbf{F} + \mathbf{N} + \mathbf{J}^{\text{пер.}} + \mathbf{J}^{\text{кор.}}$ . Правильно ли утверждение, что отсюда, как частный случай, следует принцип относительности Галилея? ( Да Нет.).
5. Оптический опыт Майкельсона-Морли позволил обобщать принцип относительности классической механики Ньютона на электродинамические процессы. Какой принцип относительности при этом обобщается - динамический или кинематический? (Динамический. Кинематический).
6. Можно ли утверждать, что из оптического опыта Майкельсона-Морли следует, что электродинамические уравнения Максвелла должны быть инвариантны относительно некоторого преобразования пространственно -временных координат при переходе от одной системы отсчёта к другой, движущихся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно? (Да. Нет.).
7. Уравнения Максвелла не инвариантны относительно преобразований Галилея при переходе от одной системы отсчёта к другой, движущихся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно. Следует ли отсюда вывод, что электродинамика Максвелла не удовлетворяет динамическому принципу относительности, обобщенному на все физические процессы? (Да. Нет.)
8. Уравнения Максвелла инвариантны относительно преобразований Лоренца при переходе от одной системы отсчёта к другой, движущихся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно. Следует ли отсюда вывод, что электродинамика Максвелла удовлетворяет динамическому принципу относительности, обобщенному на все физические процессы? (Да. Нет.).
9. Одним из принципов, постулированных Эйнштейном при построении СТО, является принцип относительности. Какой принцип относительности при этом фактически используется- динамический или кинематический? (Динамический. Кинематический.).
10. Какой экспериментальный факт лежит в основе того принципа относительности, который фактически используется в СТО? (Опыт Майкельсона -Морли. Другие опыты.)
11. В оптическом опыте Майкельсона-Морли источник и приемник света неподвижны относительно Земли (аналогично механическим опытам Галилея относительно движущегося корабля). Можно ли из этого эксперимент сделать вывод, что скорость света, испущенного одним источ-

ником, есть постоянная величина относительно всех систем отсчёта, движущихся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно, (Да. Нет)

12. Какой экспериментальный факт лежит в основе того принципа постоянства скорости света, который фактически используется в СТО? (Опыт Майкельсона- Морли. Другие опыты).
13. Экспериментально установлено, что внутри всех замкнутых физических лабораторий (связанных с ними инерциальных системах отсчёта), движущихся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно, идентичные физические процессы протекают одинаково. Следует ли отсюда вывод, что уравнение, описывающее один и тот же физический процесс, должно быть инвариантно относительно всех систем отсчёта, движущихся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно? (Да. Нет.).
14. Из экспериментального факта равенства инертной и гравитационной масс, Ньютон сделал вывод, что внутри падающих лифтов (связанных с ними системах отсчёта), идентичные механические процессы протекают одинаково. Следует ли отсюда вывод, что уравнение, описывающее один и тот же физический процесс, должно быть ковариантно относительно всех систем отсчёта, произвольно движущихся друг относительно друг, в частности, ускоренно? (Да. Нет.).
15. Из экспериментального факта равенства инертной и гравитационной масс, Эйнштейн сделал вывод о тождественной эквивалентности гравитационного поля и поля сил инерции в ускоренной системе отсчёта и продемонстрировал это на следующем примере [24]: абсолютно гладкий шарик на абсолютно гладком столе устремится от оси вращения, если стол начнет вращаться. Подтверждает ли эксперимент последнее утверждение Эйнштейна? (Да. Нет.)

**Сравнительная характеристика двух принципов относительности  
в классической механике.**

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП

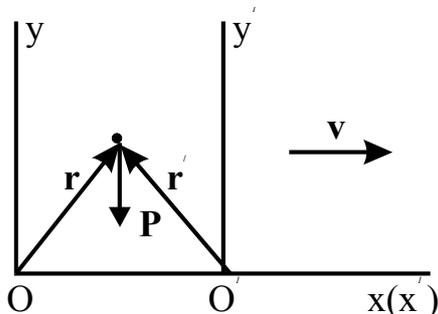


Рис.1 Один и тот же процесс в разных системах отсчёта.

ДИНАМИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП

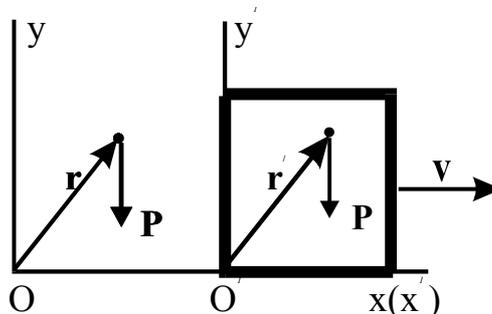


Рис.2 Идентичные процессы в разных физических лабораториях

Число систем отсчёта (СО):

Две и более.

Две и более.

Число наблюдаемых явлений:

Одно, общее для всех СО.

В каждой СО свое.

Характер взаимного движения СО:

$v = \text{const.}$

$v = \text{const.}$

Преобразование пространства -времени:

Преобразование Галилея

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}' + \mathbf{v}t; \quad t = t'$$

$\mathbf{r}, t$  должно быть заменено

на  $\mathbf{r}', t'$

Дифференциальные уравнения движения:

Инвариантно, как следствие структуры основного уравнения динамики точки.

Одинаковы, если явления идентичны, как следствие эксперимента.

Начальные условия:

Взаимосвязаны и не могут быть одинаковыми в разных СО, как следствие преобразований Галилея.

Могут быть заданы независимо для каждого явления в своей СО, в частности, одинаково.

Законы движения в каждой СО:

Не могут быть одинаковыми, например, если в одной СО тело падает вер-

Одинаковы, если явления идентичны (включая начальные условия), как след-

тикально, то в другой СО - это движение по параболической траектории. | ствие эксперимента.

### Список литературы.

1. Коперник Н.О. вращение небесных сфер. ( М.: Наука, 1964).
2. Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира - Птолемеевой и Коперниковой. (М.: Гос-техиздат, 1948).
3. Гюйгенс Х. Три мемуара по механике. (М.: Изд-во АН.СССР, 1951)
4. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. (М.: Наука, 1989).
5. Пуанкаре А. Избранные труды. Т.III (М.: Наука, 1974.). С. 429.
6. Там же. С. 433.
7. Там же. С. 562.
8. Лоренц Г. В сб. Принцип относительности. (А.А. Тяпкин) (М.: Атомиздат, 1973)
9. Эйнштейн А. Собрание научн. тр.. Т. I. (М.: Наука, 1965). Сс. 395 -398.
10. Wilhelm H. E. Physics Essays (1993). 6, pp.420 -435.
11. Эйнштейн А. Собрание научн. тр.. Т. I. Сс. 420-421.
12. Там же. Т. 1. Сс. 560-561.
13. Там же. Т. 1. С. 284.
14. Wilhelm H. E. Z.Naturforschung, (1990). 45a, pp.736- 748.
15. Wilhelm H.E. Hadronic Journal, ( 1996 ). 19, pp. 1-39.
16. Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации. (М.: Наука, 1987).
17. Потехин А.Ф. Известия вузов. Физика. (1991). № 5, сс. 15-18.
18. Potjehhin A.F. Chinse J. of Systems Eng, and Electronics.(1995). - Vol. 6, no 4. -Pp. 107-114.
- 19 R.M.Santilli, Isotopic Genezelezations of Galilei's and Einstein's Relativities , I & II. (Kiev.:Ukraine Academy of Sciences, 1995).
- 20 R.M.Santilli, Elements of Hadronic Mechanics, I & II. (Kiev.:Ukraine Academy of Sciences, 1995).
21. Эйнштейн А. Собрание научн. тр.. Т. II. (М.: Наука, 1965). С. 753.
22. Там же. Т. II. С. 344.
23. Там же. Т. II. С. 724.
24. Там же. Т. IV. С. 453.

Примечание. Когда автор писал эту статью, он ещё не выявил ошибочности оптического эксперимента Майкельсона-Морли – см. далее У чёт этого обстоятельства значительно усилил бы аргументацию выводов данной статьи. Однако автор даёт эту статью в том виде, в каком она была опубликована.