SIMILARITY THEORY BASED SOLUTIONS OF THE POINCARE PROBLEM ON TWO INERTIAL OBSERVERS

GRISHA FILIPPOV

Email address: filgri@mail.ru

ABSTRACT

In 1900, Poincare discussed the following problem about the two inertial observers:

“I suppose that observers placed in different points set their watches by means of optical signals; that they try the correct these signals by the transmission time, but that, ignoring their translational motion and thus believing that the signals travel at the same speed in both directions, they content themselves with crossing the observations, by sending one signal from A to B, than another from B to A.”

Poincare further argued that as a result of such procedure of exchange of light signals to establish time t' for observer B and time t for observer A: $t' = t - \upsilon x/c^2$, where υ - velocity of observer B, c – speed of light in vacuum, x - space coordinate of A.

However, Poincare did not provide a derivation of this statement. How to write J. Regnier (2005): “History has alas proven that he was wrong in doing so, because he then let the door open to the possibility that any one else would publish it later under his own name.”

In 1905 in the door came A Einstein, who gave the solution of the Poincare Problem in the form of the Lorentz transformations (see Appendix A).

Einstein proceeded from the Principle of relativity that both inertial observers are equivalent and one of them, he suggested to consider the stationary and the other moving uniformly relative to him. However, this choice makes observers are not equivalent: they are similar.

From the point of view of Similarity theory, the Lorentz transformations are Similarity transformations and can be represented as:

$$x' = x\alpha_{KK'} ; t' = t\alpha_{KK'} ,$$

Where $\alpha_{KK'}$ - coefficient of similarity: $\alpha_{KK'} = \sqrt{\dfrac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}}$.

Moreover, according to Similarity theory can be other solutions of the Poincare problem, including the following two:

$$x' = x\alpha_{KK'}^{2} ; t' = t\alpha_{KK'}^{2}$$
$$x' = x\alpha_{KK'}^{-2} ; t' = t\alpha_{KK'}^{-2}$$

The first of them is very close to Lorentz transformations. On his existence indicated Levy-Leblond (1976) and author (2006). The existence of the second – announced A. Denisov (2006). Both of these transformations also arise in the Anisotropic theory of relativity (See Appendix B).

Category: Relativity and Cosmology.

ЗАДАЧА ПУАНКАРЕ О ДВУХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАБЛЮДАТЕЛЯХ, ОБМЕНИВАЮЩИХСЯ СВЕТОВЫМИ СИГНАЛАМИ И ЕЕ РЕШЕНИЕ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ

Г.Г. ФИЛИППОВ

(Electronic address: filgri@mail.ru)

«Гораздо труднее увидеть проблему, чем найти ее решение »

Дж. Бернал

Инерциальные наблюдатели, как синонимы инерциальных систем отсчета появились на рубеже 19-го и 20-го веков в докладе А. Пуанкаре на юбилейных торжествах по случаю 25-ой годовщины научной деятельности Г.А. Лоренца [1]. Фрагмент текста этого доклада, относящийся к инерциальным наблюдателям, в переводе А.А. Тяпкина звучит следующим образом [2]:

«Я предполагаю, что наблюдатели расположенные в различных точках регулируют свои часы с помощью световых сигналов, что они подправляют эти сигналы на время передачи игнорируя при этом поступательное движение, в котором они находятся, и считая вследствие этого, что сигналы распространяются одинаково быстро в обоих направлениях они ограничиваются тем, что проводят перекрестные наблюдения, посылая сигналы из A в B, затем – из B в A. Местное время t' есть время, отмечаемое часами, отрегулированными таким образом».

Местное время t', о котором здесь идет речь – это время, формально введенное Г.А. Лоренцом в 1892 г в работе «Электромагнитная теория Максвелла и ее применение к движущимся телам». Лоренц рассмотрел три системы отсчета: систему $S_0(t_0, x_0)$ - неподвижную относительно эфира; систему $S(t,x)$ - равномерно движущуюся, относительно эфира со скоростью υ и вспомогательную систему $S'(t',x')$, движущуюся относительно эфира также как S, но в которой уравнения Максвелла имеют туже форму, что в S_0.Предложенное им в этой работе преобразования времени и координаты, от неподвижной в эфире системы отсчета S_0 к равномерно движущейся относительно нее со скоростью υ системе S' имеют вид:

$$x' = x = x_0 - \upsilon t_0; t' = t_0 - \upsilon x / c^2 \ldots\ldots\ldots (1)$$

Пуанкаре повторно вернулся к обсуждению попыток наблюдателей синхронизировать свои часы в знаменитом докладе “Настоящее и будущее математической физики» на Конгрессе искусства и науки в Сент Луисе (сентябрь 1904г.). При обсуждении идеи местного времени Лоренца он опять обратился к задаче о двух инерциальных наблюдателях [3]:

"…Представим себе двух наблюдателей, которые хотят выверить свои часы с помощью оптических сигналов. Они обмениваются сигналами, , но, так как им известно, что распространение света не мгновенно, они посылают их перекрестно. Когда в пункт В приходит сигнал из пункта А, то находящиеся в нем часы должны показывать не то время, которое показывали часы пункта А в момент отправления сигнала, а время, увеличенное на постоянную, равную длительности передачи. Предположим, например, что пункт А посылает свой сигнал, когда его часы показывают 0, а пункт В принимает его, когда его часы показывают время t. Часы отрегулированы, если запаздывание, равное t, представляет собой длительность передачи, для проверки чего пункт В посылает в свою очередь сигнал, когда его часы показывают время 0. Пункт А должен получить его, когда его часы показывают время t. После этого часы отрегулированы. И действительно, они показывают одинаковое время в один и тот же физический момент но при одном условии, что оба пункта - неподвижны. В противном случае длительность передачи будет не одной и той же в двух направлениях, поскольку пункт А , например, движется навстречу оптическому возмущению, исходящему из В, а пункт В движется впереди возмущения испущенного из А. Часы отрегулированные таким образом, не будут показывать истинное время. Они показывают так называемое *местное время.* Одни из них отстают…..»

В обеих этих публикациях Пуанкаре, к сожалению, ограничился только словесным описанием ситуации обмена световыми сигналами и не привел каких либо математических соотношений подтверждающих его утверждение о физическом смысле местного времени. В современной литературе существует много попыток реконструкций хода его мыслей [4,5,6]. Например, Дарригол полагает, что Пуанкаре мог рассуждать следующим образом [4]: Пусть x и x' - координаты наблюдателей А и В относительно неподвижного эфира и υ их скорость относительно эфира. Пусть на момент времени когда наблюдатель А находится в начале координат, а наблюдатель В имеет координату $x' = b$ он обнуляет свои часы и посылает световой сигнал наблюдателю В. Когда В получает сигнал от А, он также обнуляет свои часы и немедленно посылает обратный сигнал к А. Наблюдатель А получает сигнал от В в момент времени τ и устанавливает на своих часах время $\tau/2$. При этом он допускает ошибку $\delta = \tau/2 - t_{BA}$, где $t_{BA} = \dfrac{b}{c+\upsilon}$ - реальное время затраченное сигналом на достижение наблюдателя А. Если $t_{AB} = \dfrac{b}{c-\upsilon}$- время затраченное на достижения наблюдателя, то эта ошибка найдется из следующего соотношения:

$$\delta = \frac{t_{AB} + t_{BA}}{2} - t_{BA} = \frac{t_{AB} - t_{BA}}{2} = \frac{b\upsilon}{c^2\left(1 - \upsilon^2/c^2\right)} \ ,$$

и в полном согласии с теорией местного времени Лоренца, с точностью до первого порядка по υ/c равняется $\upsilon b/c^2$ со знаком минус.

Однако, как мы уже отмечали выше, сам Пуанкаре такого рода математических обоснований в цитированных докладах не привел. Тем самым он, как образно выразился Жан Ренье, «оставил открытой дверь для возможности любому опубликовать их под своим собственным именем» [5].Этой возможностью и воспользовался А. Эйнштейн, который в 1905 г дал решение текстовой Задачи Пуанкаре для одного частного случая движения наблюдателей [7].

Эйнштейн поместил каждого наблюдателя Пуанкаре в начало систем отсчета K и K'. Далее он заставил их двигаться из одной общей точки с нулевыми значениями координат и времени вдоль одной общей прямой – оси X - считая одного из них условно неподвижным (K), а другого (K') - движущимся с относительной скоростью υ. Какого наблюдателя выбрать в качестве « условно неподвижного» - не имеет значения, так как согласно Принципу относительности Пуанкаре, оба наблюдателя полностью эквивалентны.

При ряде предположений, ключевое из которых (КП) состояло в том, что время прихода светового сигнала от условно неподвижного наблюдателя к равномерно движущемуся наблюдателю можно найти как среднее арифметическое от времени отправки сигнала и временем возврата этого сигнала, Эйнштейн получил следующую связь между координатами и временем в этих двух системах отсчета:

$$x' = \gamma(x - \upsilon t); t' = \gamma\left(t - \upsilon x/c^2\right); y' = y; z' = z, \ldots\ldots\ldots\ldots\text{(2)}$$

где $\gamma = 1/\sqrt{1 - \upsilon^2/c^2}$ - т.н. релятивистский множитель.

При $\gamma = 1$ эти соотношения переходят в соотношения (1) а при указанном выше значении $\gamma(\upsilon)$ - совпадают с Преобразованиями Лоренца , найденные Лоренцом в 1904г в качестве преобразований сохраняющих вид уравнений Максвелла в инерциальных системах отсчета.

Здесь важно отметить, что в преобразованиях (2) штрихованные величины – это не величины, измеренные в системе K' движущимся наблюдателем, а величины которые назначает условно неподвижный наблюдатель для того, чтобы выполнялось КП Эйнштейна. Такая точка зрения следует из самой постановки Задачи Пуанкаре, так как либо А либо В по отдельности, а не вместе , принимают решение какое значение приписать времени получения сигнала наблюдателем В или А. Кстати сказать КП, принятое Эйнштейном

Пуанкаре считал правильным только в случае, когда оба наблюдателя условно неподвижны.

В 20- годы 20-го столетия, когда немного улеглась эйфория по поводу Решения Эйнштейна, было осознано что КП всего лишь частный случай более общей связи между временем отправки t_{AB} и временем получения t_{BA} светового сигнала наблюдателем А. Например, Рейхенбах показал, что время t_B получения сигнала наблюдателем В можно представить в общем виде следующим соотношением [8]:

$$t_B = t_{AB} + \varepsilon\left(t_{BA} - t_{AB}\right),$$

в котором параметр ε принимает любое значение в интервале от нуля до единицы (КП Эйнштейна соответствует значение $\varepsilon = 1/2$).

Такого рода идеи в дальнейшем привели к разработке т.н. Анизотропной теории относительности. "Кратко, но подробно" решение Эйнштейна и связанную с ним Специальную теорию относительности (СТО) мы рассмотрим в Приложении А. В Приложении В - приведены основные результаты Анизотропной теории.

Помимо обобщения КП Эйнштейна, право на существование имеет еще один подход к решению Задачи Пуанкаре, основанный на уточнении Принципа относительности. Сам Эйнштейн привел следующую формулировку [7]:

«Законы, по которым изменяются состояния физических систем не зависят от того к какой из двух координатных систем находящихся относительно друг друга в равномерном поступательном движении, эти изменения относятся»

Однако в Задаче Пуанкаре наблюдатели не изучают изменений какого-либо состояния, поэтому в современных исследованиях относительного движения часто принимается другая формулировка Принципа относительности:

«Все инерциальные системы отсчета эквивалентны».

Это означает, что безразлично, какого из двух наблюдателей принять за условно неподвижного, а какого считать движущимся. Однако сам акт выбора приводит к тому, что условно неподвижный наблюдатель становится «наиболее эквивалентным» и именно он приписывает те или иные штрихованные значения времени и координате движущемуся наблюдателю.

Такого рода ситуация характерна для Теории подобия, в которой рассматривается класс подобных систем. Выбор одной из них в качестве прототипа позволяет с помощью коэффициентов подобия вычислить параметры любой другой системы, принадлежащей данному классу. С этой точки зрения инерциальные системы отсчета после выбора условно неподвижного наблюдателя становятся не эквивалентными, а – подобными и Преобразования Лоренца – это Преобразования подобия.

Действительно, если в Преобразованиях Лоренца (2) учесть связь $x = ct$ между координатой и временем в системе K, то получим в качестве Преобразования подобия, следующие соотношения:

$$x' = x\alpha_{KK'}; t' = t\alpha_{KK'};$$
$$\text{где} \qquad \qquad \dots\dots\dots\dots(3)$$
$$\alpha_{KK'} = \gamma\left(1 - \frac{\upsilon}{c}\right) = \sqrt{\frac{1 - \upsilon/c}{1 + \upsilon/c}}$$

Сразу нужно сказать, что такая анаморфоза Преобразований Лоренца хорошо известна в Специальной теории относительности (СТО), но не интерпретируется как Преобразование подобия.

Сама возможность представить Преобразования Лоренца как Преобразования подобия с коэффициентом подобия $\alpha_{KK'}$ обусловлена тем, что наблюдатель по сути дела – это система единиц. Если, например, наблюдатели в системах K и K' используют в качестве основных величин время T, скорость V и массу M с масштабами единиц измерения (μ_T, c, μ_M), то скорость света c и масса M в обеих системах будут одинаковы. Различны будут только результаты измерения времени, которые согласно (3) связаны между собой:

$$n'\mu_T = n\mu_T\alpha_{KK'},$$

где n' и n - число периодов эталона времени в системах K' и K, соответственно. Поэтому для этих систем достаточно иметь лишь один коэффициент подобия $\alpha_{KK'} = n'/n$.

Если ввести в рассмотрение штрихованный масштаб времени: $\mu_t' = \mu_t\alpha_{KK'}^{-1}$ то преобразование Лоренца для времени можно рассматривать как переход от одной единицы измерения заданной масштабом μ_t - к другой единице измерения, заданной масштабом μ_t'; как переход от обычной секунды к штрихованной секунде:

$$n'\mu_t' = n\mu_t.$$

Аналогичным образом преобразование Лоренца для координаты можно рассматривать как переход от обычного метра – к штрихованному метру:

$$n'\mu_l' = n\mu_l.$$

При этом как штрихованная секунда, так и штрихованный метр по своему размеру больше, чем обычная секунда и обычный метр.

В подобных системах единиц, отличающихся лишь по одному коэффициенту подобия, все физической величины связаны между собой через коэффициент подобия. Важный пример – это относительная скорость движущегося наблюдателя. Если в системе K эта скорость имеет значение υ, то для системы K' она будет иметь значение $\upsilon' = \upsilon\alpha_{KK'}$, в то время как в стандартной теории относительности принимается, что $\upsilon' = -\upsilon$. Там это условие используется для вывода «обратного» преобразования Лоренца путем изменения знака скорости в «прямых» преобразованиях (2). Прямые и обратные преобразования затем используются совместно при выводе релятивистских эффектов замедления времени и сокращения длины. В теории подобия относительного движения эти эффекты следуют непосредственно из (3) без обращения к обратным преобразованиям.

Существо дела состоит в том, что для стандартной конфигурации относительного движения наблюдателей (общая точка отсчета), принятой при выводе (2) имеем: $x = \Delta x, x' = \Delta x', t = \Delta t, t' = \Delta t'$. Поэтому (3) можно представить следующим образом:

$$\Delta x' = \Delta x \alpha_{KK'}; \Delta t' = \Delta t \alpha_{KK'}.$$

Отсюда следует, что в штрихованной системе координат длина уменьшается, а время замедляется так как $\alpha_{KK'} \leq 1$. Однако, в действительности никакого физического сокращения длины и замедления времени не происходит, так речь идет о представлении одной и той величины в разных единицах измерения. Это обстоятельство, вне связи с Теорией подобия, неоднократно отмечалось и ранее [9].

Знаменитые Парадоксы теории относительности возникают лишь тогда, когда после выбора условно неподвижного наблюдателя мы продолжаем считать движущегося наблюдателя равноправным с ним. В действительности же в результате такого выбора движущийся наблюдатель делегирует все свои права условно неподвижному наблюдателю и тот решает, какие значения следует приписать штрихованным длине и времени, для того чтобы выполнялись те или иные исходные предположения.

Как показал опыт изучения тернарных систем единиц с фундаментальными физическими постоянными в качестве масштабов основных величин, если для любой *ij*- пары таких систем (отличающихся друг от друга только по одному из масштабов), известен коэффициент подобия типа $\alpha_{ij} = (\alpha_i \alpha_j)^{1/2}$, то существует целый класс подобных систем, для которых значение измеряемой величины B_i связано со значением этой величины B_j следующим соотношением [10]:

$$B_{in} = B_j \alpha_{ij}^n; n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm \ldots \ldots \ldots \ldots (4)$$

Из этого класса систем, как правило, физически реализуемыми являются системы, для которых $n = \pm 1, \pm 2$.

Применительно к Задаче Пуанкаре это означает, что помимо решения (3), отвечающему случаю $n=1$ существует еще, как минимум, пара решений с $n=2$ и $n=-2$:

$$n=+2: x'=x\left(\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}\right); t'=t\left(\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}\right).$$

$$\ldots\ldots(5)$$

$$n=-2: x'=x\left(\frac{1+\upsilon/c}{1-\upsilon/c}\right); t'=t\left(\frac{1+\upsilon/c}{1-\upsilon/c}\right).$$

На существование первого из них было указано Леви-Леблоном [11], который привел его в виде

$$x'=\frac{x-\upsilon t}{1+\upsilon/c}; t'=\frac{t-\upsilon x/c^2}{1+\upsilon/c}.$$

Оно также было получено автором в [12] как иллюстративный пример прикладного значения теории размерностей. Второе из них приведено в работе [13] в качестве промежуточного результата при выводе Преобразований Лоренца. Наконец, оба эти решения, как показано в Приложении В, появляются и в Анизотропной теории относительности.

Обычно считается, что среди любых математически возможных преобразований физический смысл имеют только Преобразования Лоренца. Однако, преобразования Леви-Леблона при малых значениях υ/c практически неотличимы от них, так как $\sqrt{\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}} \cong \frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}$. Более того, для обоих этих преобразований не отличаются и Правила сложения скоростей.

Действительно, Правило сложения скоростей можно вывести исходя из групповых свойств Преобразований Лоренца. Усложним Задачу Пуанкаре введя в рассмотрение третьего наблюдателя С. Пусть все три наблюдателя начинают движение из начальной точки стандартной конфигурации Эйнштейна. Скорость наблюдателя В относительно А положим равной υ, а скорость движения наблюдателя С относительно В – равной u.

В этом случае преобразование координаты, связывающее А и С можно найти в два этапа. Сначала находим преобразование от А к В: $x_B=x_A\sqrt{\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}}$, затем преобразование от В к С: $x_C=x_B\sqrt{\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}}$. Объединяя эти два преобразования получим:

$$x_C=x_A\sqrt{\frac{1-u/c}{1+u/c}}\sqrt{\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}}.$$

В то же время должно существовать и прямое преобразование от А к С:

$$x_C = x_A \sqrt{\frac{1 - w/c}{1 + w/c}} ,$$

где w - скорость С относительно А.

Теперь потребуем, чтобы результат двухступенчатого преобразования совпал с результатом прямого преобразования:

$$\sqrt{\frac{1-u/c}{1+u/c}} \cdot \sqrt{\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}} = \sqrt{\frac{1-w/c}{1+w/c}} \ldots\ldots(6)$$

Решение этого уравнения относительно скорости w носит название «Правило сложения скоростей» и имеет следующий вид:

$$w = \frac{u+\upsilon}{1+u\upsilon/c^2} .$$

Действуя аналогичным образом в случае преобразования Леви-Леблона, мы так же получим уравнение (6), но уже без радикалов и, следовательно, - к тому же Правилу сложения скоростей.

Таким образом, рассмотрение Задачи Пуанкаре в рамках Теории подобия позволяет взглянуть на проблему относительного движения с новой точки зрения и указать на существование других, помимо Преобразований Лоренца, решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Poincare H.: Archives Neerland. 5, 252, 1900. (The Theory of Lorentz and The Principle of Reaction. www.physicsinsights.org/Poincare-1900.pdf)

2. Тяпкин А.А.: Об истории возникновения «теории относительности». Дубна, ОИЯИ, 2004.< www.h-cosmos.ru/papers/thist.htm>.

3. Пуанкаре А.: Настоящее и будущее математической физики. В Сб.: «Принцип относительности». Москва, АТОМИЗДАТ, 1973, 27 – 44.

4. Darrigol O.: The Genesis of the Theory of Relativity. Seminaire Poincare, 2005. www.bourbaphy.pr/darrigol2.pdf.

5. Reignier J.: Poincare synchronization: From the local time to the Lorentz group. Proceedings of the Symposium Henri Poincare (Brussels, 8 – 9 October 2004). www.ulb.ac.bl >ProceedingsHP>Regnier.

6. Логунов А.А.: Анри Пуанкаре и Теория относительности. Москва, НАУКА, 2004, 256.

7. Эйнштейн А.: К электродинамике движущегося тела. В Сб.: «Принцип относительности». Москва, АТОМИЗДАТ, 1973, 97 – 117.

8. Reichenbach H.: Axiomatic der relativistischen Raum–Zeit-Lehre. Braunschweig, FR. Vieweg & Sohn, 1924. См. также: Рейхенбах Г.: Философия пространства и временю Москва, URSS, 2003, 322.

9. Galetzki G.: Special relativity heel of Achilles:The units of measurements. www.helmut-hille.de/units.html

10. Филиппов Г.Г.: Естественные системы единиц и характерные параметры физических взаимодействий. Москва, URSS, 2012, 80.

11. Levy-Leblond J-M.: One more derivation of the Lorentz transformation. American Journal of Physics. 44, 3, 1976, 271.

12. Филиппов Г.Г.: Теория размерностей и *LTM* -физика. 2-е изд. Москва, URSS, 2009, 114.

13. Денисов А.А., Теплицкий Э.Ш.: Построение преобразований Лоренца на базе стандартов частоты. Успехи физических наук. 176, 8 , 2006, 857.

ПРИЛОЖЕНИЕ А:

ЗАДАЧА ПУАНКАРЕ, РЕШЕНИЕ ЭЙНШТЕЙНА, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.

Не может быть никакого сомнения в ответе на вопрос о том, как нам квалифицировать знаменитую статью А. Эйнштейна 1905 года: конечно, это решение Текстовой задачи Пуанкаре для одного частного случая движения инерциальных наблюдателей. Собственно говоря, этот ответ уже признанный научным сообществом факт (См. Список литературы к основной части: [2],[4-6]). Даже самые закоренелые апологеты Эйнштейна вынуждены констатировать, что Пуанкаре в ряде своих работ, предшествующих статье 1905 года, представил метод синхронизации часов, основанный на обмене световыми сигналами, который по существу совпадал с методом Эйнштейна (сказать по другому, что Эйнштейн использовал метод Пуанкаре, видимо язык не поворачивается).

Когда то Р. Фейнман в защиту тезиса, что физики тоже люди привел следующий пример:

«Если кому-нибудь нужны доказательства, что физики не лишены человеческих слабостей, то вот вам одно из них – идиотическое изобилие единиц для измерения энергии».

На наш взгляд, гораздо более убедительный пример дает нам история создания специальной теории относительности.

Задача Пуанкаре и ее решение в виде Преобразований Лоренца подобно Задаче Ферма о сумме квадратов двух чисел формулируются на языке элементарной алгебры и вполне доступна для критического анализа любым человеком со школьным образованием. Поэтому неудивительно, что осмыслению статьи Эйнштейна 1905 года посвящено огромное число публикаций, содержащих как восторженную оценку, так и суровую критику.

Эйнштейн, как и Лоренц, преодолел пропасть между преобразованиями Галилея и преобразованиями Лоренца в два прыжка: сначала он получил преобразования (1) , затем уточнил их до второго порядка точности. Однако, избранный Эйнштейном способ вывода Преобразований Лоренца содержит ряд противоречивых моментов и, мягко говоря, не имеет дидактического значения [A1].

Простой эвристический вывод Преобразований Лоренца в контексте Задачи Пуанкаре можно осуществить на основании того обстоятельства, что нам известны Преобразования Лоренца 1892 года (1), имеющие первый порядок точности по малому параметру $\beta = \upsilon/c$. Попытаемся уточнить их до второго порядка точности по этому параметру путем введения множителей k_x и k_t:

$$x' = k_x(x - \upsilon t), t' = k_t(t - \upsilon x/c^2). \qquad \text{(A1)}$$

Решив эти уравнения относительно x и t, найдем:

$$x = k_x(x' + \upsilon t'), t = (t' + \upsilon x'/c^2). \qquad \text{(A2)}$$

Перемножив (A1) и (A2), с учетом соотношений $x = ct, x' = ct'$ получим:

$$x'x = xx'k_x^2(1 - \upsilon^2/c^2), t't = tt'k_t^2(1 - \upsilon^2/c^2).$$

Отсюда сразу следует:

$$k_x^2 = k_t^2 = \frac{1}{(1 - \upsilon^2/c^2)} = \gamma^2, \gamma = \frac{1}{\sqrt{(1 - \upsilon^2/c^2)}}.$$

Подстановка γ в (П.1) дает нам Преобразования Лоренца:

$$x' = \frac{(x - \upsilon t)}{\sqrt{(1 - \upsilon^2/c^2)}}, t' = \frac{(t - \upsilon x/c^2)}{\sqrt{(1 - \upsilon^2/c^2)}}.$$

Итак, «мышь» - Задача Пуанкаре – «родила гору» - Преобразования Лоренца и вместе с ними грандиозную идею всеобщей Лоренц-инвариантности Законов Природы. Этой идеи еще нет в статье Эйнштейна 1905 года. Она была высказана в статье Пуанкаре в 1906 году [A2] и в докладе Минковского на 80-м Съезде немецких естествоиспытателей и врачей в Кельне 21 сентября 1908 года [A3].

Дату Доклада Минковского можно рассматривать как начало новой эры в физике – Эры геометризации физики. С этой даты человечество перестало жить в трехмерном Мире Ньютона с его абсолютным временем, а оказалось в четырехмерном Мире Минковского:

«Отныне пространство само по себе, и время само по себе должны обратиться в фикции, и лишь некоторый вид соединения обоих должен еще сохранить самостоятельность» [А3]

В 4D Мире   центр тяжести смещается от систем отсчета (наблюдателей) к точкам этого пространства - событиям и к «интервалу» между событиями (некая квадратичная форма от координат и времени). В этом Мире нет места наблюдателям Пуанкаре – они всего лишь пройденный этап становления Специальной теории относительности (СТО) и о них можно говорить, не стесняясь в выражениях следующим образом [А4]:

«…по дискуссиям на интернет-форумах видно, что логика СТО понимается плохо. Отсюда путаница, мнимые «парадоксы», забавные «опровержения». Суть дела пролетает мимо, а в голове застревают ребяческие «мысленные эксперименты», «покоящиеся и движущиеся наблюдатели» и прочая чепуха».

В задачу автора не входит рассмотрение современного состояния СТО, однако не все в ней в отсутствии наблюдателей так просто и понятно как нам хочет представить С. Гаврилов в [А4]. По-видимому, общепринятый сейчас стандартный формализм СТО - это тоже только очередной этап развития, - это всего лишь средний член триады Гегеля:

«ТЕЗИС - АНТИТЕЗИС - СИНТЕЗ»

Если под «тезисом» понимать механику Ньютона, под «антитезисом» - 4D-формализм, то в качестве “антитезиса» все более явственно заявляет о себе 3+1-формализм [А5].

Наконец, имеется еще один вопрос, тесно связанный со статьей Ейнштейна 1905 года – это вопрос о существовании Мирового Эфира – среды, в которой распространяется свет. Считается, что Эйнштейн в этой статье «провозгласил отсутствие Эфира в Природе». Однако ели обратиться к тексту статьи, а не к истолкованиям текста, то сразу становится ясно, что ничего такого Эйнштейн не «провозглашал», а просто констатировал, что он не использовал концепцию Эфира:

«…в предлагаемой теории не вводится «абсолютно покоющееся пространство» наделенное особыми свойствами».

Согласитесь читатель, что если вы чего-то не используюте, например, очки для чтения, то это вовсе не означает, что очки в Природе не существуют. Сам Эйнштейн, когда обратился к исследованию гравитации, заявил что без эфира физике не обойтись. Собственно говоря, рудимент существования эфира имеется и в самой СТО – это скорость света, определенная по отношению к вакууму, современному синониму Эфира.

Сама же возможность исключить эфир из рассмотрения возникает в Задаче Пуанкаре вследствие того, что в ней фигурируют именно два наблюдателя. Если каждый из них перемещается по определенному закону относительно эфира независимо друг от друга, то с помощью математики мы можем исключить эфир из этих законов и получить закон движения одного наблюдателя – относительно другого. Именно таким путем и были получены Преобразования (1). Для одного наблюдателя этот трюк уже не проходит. Мир одного наблюдателя - это Мир Ньютона и Шредингера. Мир двух наблюдателей – это мир СТО. Оба эти Мира не исключают, а дополняют друг друга.

Ну и последний вопрос: что же у нас в «сухом остатке»?

Да, действительно, Эйнштейн нашел неожиданное решение Задачи Пуанкаре в виде Преобразований Лоренца. Его статья, опубликованная в престижном научном журнале, несомненно, повлекла за собой признание всеобщего характера преобразований Лоренца и способствовала становлению СТО в ее современном виде. Однако делать из Эйнштейна по этому поводу Икону нет никакой необходимости. Представьте себе вариант развития событий, если бы, следуя канонам научной этики, Эйнштейн начал бы свою статью словами:

« А. Пуанкаре в [1] предложил интересную задачу о двух инерциальных наблюдателях, обменивающихся световыми сигналами, но, к сожалению, не нашел ее решения с точностью до второго порядка малости по параметру υ/c …..»

В этом случае он сразу бы лишился ореола первооткрывателя и перешел бы из категории гениев в категорию подающих надежду исследователей. Все дело в том, что в науке постановка задачи важнее ее решения: Задача – вечна, решение - преходяще.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ПРИЛОЖЕНИЮ А.

А1. Оффре Жан-Поль.: Эйнштейн и Пуанкаре: по следам теории Относительности, 2005. WEB: Lev – Verkhovsky/ru>uploads>2015/08.

А2. Пуанкаре А.: О динамике электрона. В Сб.: «Принцип относительности», Москва, АТОМИЗДАТ, 1973, 118 -161.

А3. Минковский Г.: Пространство и время. Там же, 167 – 182.

А4. Гаврилов С.П.: FAQ по специальной теории относительности. WEB: expert-eather.nethouse.ru.

A4. Starke R.et all: Covariant response theory and the boost transform of the dielectric tensor. Arxiv: 1702.06985 (physics.class.ph), 26.

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

АНИЗОТРОПНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.

Как мы отметили в основном тексте, уже в первой половине 20-го века появились работы по аксиоматике теории относительности, направленные на поиск решения Задачи Пуанкаре без обращения к ключевому предположению Эйнштейна – равенству промежутков времени прохождения светового сигнала от наблюдателя А к наблюдателю В и обратно. К настоящему времени накопилось множество результатов в этой области исследований, получившей название Анизотропной теории относительности.

Наиболее интересные результаты, на наш взгляд, получены в рамках Финслерова пространства, частным случаем которого является пространство Минковского [B1,B2]. “Финслеровы преобразования”, обобщающие Преобразования Лоренца в наших обозначениях имеют вид:

$$x' = \left(\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}\right)^{r/2} \frac{x-\upsilon t}{\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}}; t' = \left(\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}\right)^{r/2} \frac{t-\upsilon x/c^2}{\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}} \quad \ldots.(B1)$$

С использованием соотношения $x = ct$ (B1) можно переписать следующим образом:

$$x' = x\sqrt{\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}}^{\,r+2}; t' = t\sqrt{\frac{1-\upsilon/c}{1+\upsilon/c}}^{\,r+2} \quad \ldots.(B2)$$

Преобразования Лоренца (3) следуют из (В2) при значении $r = -1$.

Преобразования подобия (5) также формально вписываются в класс Финслеровых преобразований: первое при значении $r = 0$, второе - при значении $r = -4$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ПРИЛОЖЕНИЮ В.

В1.Богословский Г.Ю.: Финслерова модель пространства-времени. Физика Элементарных частиц и атомного ядра (ЭЧАЯ), 24, 1993, 813-877.

В2. Goenner H.: On the history of geometrization of space-time: From Minkowski To Finsler geometry. Arxiv:0811.4529(gr-qc), 24.