УДК 303.732.4:332.1

Г.В. Аверин, д-р техн. наук, профессор
(ГВУЗ «ДонНТУ»)

СУЩНОСТЬ ЛОГИЧЕСКИХ ПАРАДОКСОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Г.В. Аверін, д-р техн. наук, професор
(ДВНЗ «ДонНТУ»)

СУТНІСТЬ ЛОГІЧНИХ ПАРАДОКСІВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ

G.V. Averin, Dr. Sc. (Tech), Professor
(SHEE «DonNMU»)

THE ESSENCE OF LOGICAL PARADOXES OF SPECIAL RELATIVITY THEORY

Аннотация. Наиболее известными парадоксами специальной теории относительности (СТО) являются сокращение движущихся масштабов в направлении движения и замедление хода движущихся часов. Предложен вариант модельного описания четырехмерного пространства-времени, в котором логические парадоксы СТО отсутствуют. В данной модели при переходе от «неподвижной» к «движущейся» системе координат и обратно используются только преобразования Галилея, а не преобразования Лоренца. Показано, что логические парадоксы СТО связаны с противоречием, возникающим между реальным физическим явлением и предложенной моделью этого явления, а также некорректным определением понятия времени. Установлено, что координатное и собственное время СТО являются математическими выражениями, определяющими криволинейную координатную сетку четырехмерного пространства-времени.

Ключевые слова: специальная теория относительности, логические парадоксы, четырехмерное пространство-время, преобразования Галилея и Лоренца.

Введение. Одна из самых актуальных задач современной науки связана с изучением сущности модельных представлений времени. Любая модель – это упрощенное описание объекта моделирования, которое отражает уровень наших знаний о явлении или процессе. Здесь сразу возникает противоречие между сложностью явления и условной простотой модели. И. Пригожин отмечал, что законы физики должны учитывать возможность [1]. Следует отметить, что в физике при построении моделей процессов возможность учитывается, однако понимается она в узком смысле – как равновозможность, причем это касается также и представлений о времени. Современные представления о природе времени связаны с физической теорией пространства-времени, которая учитывает существующую между ними взаимосвязь геометрического характера. Специальная теория относительности (СТО) в современной физике является наиболее проработанной теорией, отражающей геометрическую модель реальности. Однако, специальной теории относительности присущ ряд серьезных парадоксов, на которые обращают внимание многие критики теории Эйнштейна.

Первый парадокс, в общем случае, является следствием второго парадоксального вывода. Из положений СТО вытекает, что события одновременные относительно неподвижной координатной системы, не одновременны при рассмотрении из координатной системы, движущейся относительно исходной системы [2, 3]. Данный вывод вытекает из уравнений Лоренца и является основным логическим парадоксом СТО, который получил название «парадокса часов». Уравнения Лоренца в теории относительности получают, представляя фронт распространения светового сигнала в «неподвижной» XYZ и движущейся $X'Y'Z'$ системах отсчета. В первом случае уравнение движения волны имеет вид:

$$c^2 \cdot t^2 = x^2 + y^2 + z^2, \tag{1}$$

где c – скорость света; x, y, z – координаты пространства; t – время.

В системе $X'Y'Z'$, которая движется вдоль оси Ox системы XYZ со скоростью υ, уравнение (1) с учетом аналогичных обозначений имеет вид:

$$c^2 \cdot t'^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2. \tag{2}$$

В теории относительности величины t и t' определены как время, регистрируемое соответственно в системе XYZ и системе $X'Y'Z'$.

В результате из условий однородности и изотропности пространства и времени, а также принципа постоянства скорости света $c = c'$ в обеих системах XYZ и $X'Y'Z'$, следует вывод для преобразований координат и времени в разных инерционных системах [4]. Согласно этого известного вывода показывают, что уравнение распространения света (2) преобразуется в (1) при переходе $X'Y'Z' \to XYZ$ только в случае, когда координата x и время t связаны с координатой x' и временем t' движущейся системы $X'Y'Z'$ соотношениями [4, стр. 32]:

$$x' = \frac{x - \upsilon \cdot t}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}}; \quad t' = \frac{t - \dfrac{\upsilon}{c^2} \cdot x}{\sqrt{1 - \upsilon^2 / c^2}}. \tag{3}$$

Данные соотношения используются совместно с уравнениями для координат $y' = y$ и $z' = z$. Известно, что (3) образуют группу лоренцовых преобразований, из которой получаются все практически важные следствия СТО.

Во втором уравнении (3) наличие в числителе члена $(\upsilon \cdot x)/c^2$ приводит к выводу о нарушении одновременности событий в движущейся системе, если они отделены расстоянием. В своей работе А. Бергсон, автор известной концепции времени, уделил много внимания данному парадоксу, который вытекает из противоречивости исходных положений специальной теории относительности [5]. Позиция Бергсона и основные результаты его работы достаточно ясно и кратко представлены Г. Аксеновым в статье [6]. Гипотетический «парадокс часов», распространенный на живые организмы, породил известный в популярной литературе «парадокс близнецов». Популяризация СТО привела к множеству проблематичных образов и утверждений, которые поражают воображение, однако слабо обоснованы, так как прямой опыт их подтверждения отсутствует.

А. Эйнштейн определил время очень просто – «время есть то, что измеряется часами». Это утверждение не является определением и никак не раскрывает природу времени. Здесь возникает обширный предмет обсуждения, начиная от вопроса – что это за «часы»?, до вопроса – а можно ли вообще измерять «особое время» в движущейся координатной системе, где присутствует наблюдатель? Ведь мы пока не можем поставить такой опыт с материальным телом, имеющим скорость, соизмеримую со скоростью света. Эйнштейн утверждал, что «всякая система отсчета имеет свое особое время», однако, он не дал ответа на вопросы – в чем суть понятия времени; каким образом оно характеризуется, как и чем измеряется в разных системах; как задаются и сравниваются шкалы времени; тождественны ли шкалы «особого» (собственного) времени во множестве различных координатных систем с физическим временем явлений; почему, привносимые наблюдателем извне «часы» (например, атомные), должны отражать собственное время системы и замедляться в движущейся системе; эффект замедления времени – это физическая реальность или модельная абстракция; если это физическая реальность, то какова природа замедления времени.

Образно, суть данной проблемы мы видим в том, что из логических и математических моделей, которые с определенным приближением описывают некоторое физическое явление, установлено, что «нечто», как говорил А. Пуанкаре, подчинено определенной закономерности, например, преобразованиям Лоренца. В нашей реальной действительности (в области опыта и практики) это «нечто» с определенным допущением можно связать с некоторой величиной, которая условно называется временем и характеризуется измерительной шкалой, общепринятой в хронометрии, например, атомной шкалой, а также широко применяется в практической деятельности человека для измерения моментов и длительностей событий с помощью системы измерений, основанной на атомных часах. Причем данная величина отражает только отдельные особенности всей необъятной проблемы, связанной с феноменом времени. В гипотетической ситуации движущейся материальной системы со скоростью, соизмеримой со скоростью света, принимается гипотеза (которую, нельзя на данном этапе развития науки и практики подтвердить прямым опытом), что это «нечто» является той же самой величиной с той же самой шкалой измерения и теми же самыми часами для измерения длительностей («нечто» и величина тождественно равны). Естественно, что в процессе моделирования следствием этого является то, что модельная закономерность явления в одних условиях для одной величины переносится на другую величину в совсем иных условиях. В результате, как итог модельного описания, возникает парадокс замедления хода движущихся часов, который переносится на реальность физических явлений.

В данном случае прав А. Бергсон: Эйнштейн принял способ описания систем за действительность, а результат описания – за реальность, уверяя всех, что так устроен мир, что время в нем зависит от скорости перемещения [5].

Постановка задачи. Цель статьи – раскрыть сущность логических парадоксов специальной теории относительности. Логические парадоксы СТО, скорее всего, связаны с противоречием, возникающим между реальным физическим явлением и предложенной моделью этого явления, а также некорректным определением понятия времени.

Покажем, что можно предложить варианты модельных описаний четырехмерного пространства-времени, в которых логические парадоксы СТО полностью отсутствуют. Будем придерживаться взглядов А. Бергсона на всю проблему СТО и представлений А. Пуанкаре о принципе относительности. Оба ученых полностью исключали присутствие наблюдателей в движущихся координатных системах. Будем также четко отделять само физическое явление от модельного представления этого явления, предполагая всегда, что любая модель – это по своей сути упрощенное представление о реальном объекте или явлении.

Примем постулаты, которые используются в теории относительности, относятся к окружающему пространству, времени и физическим явлениям и являются общепринятыми феноменологическими фактами, связанными с наблюдениями физических систем:

1. Пространство является изотропным в связи, с чем все пространственные направления равноправны.
2. Пространство и время однородны, т.е. наблюдается независимость свойств пространства и времени от выбора начальных точек отсчета (начала координат и начала отсчета времени).
3. Соблюдается принцип относительности – полное равноправие всех инерционных систем отсчета (физические явления в инерционных системах протекают одинаково).

Предположим, что изучается множество движущихся пространственных инерциальных трехмерных систем (объектов), которые мы признаем равноправными, исходя из сформулированного принципа относительности. Выделим из данного множества произвольную систему XYZ, которую будем считать неподвижной. Предположим, что наблюдение за состоянием систем осуществляется из системы XYZ, причем окружающее физическое пространство отнесем к системе прямоугольных координат x, y, z. Начало отсчета координат разместим в точке O, которую свяжем непосредственно с системой XYZ, считая, что координаты точки O равны: $x = 0$, $y = 0$ и $z = 0$.

Следуя представлениям Бергсона, будем считать, что наблюдатель присутствует в неподвижной системе XYZ и отслеживает течение времени, используя общепринятые и стандартизированные процедуры измерения времени с помощью часов. Как утверждал Бергсон, наблюдатель является носителем «дления», которое можно оценивать часами, причем куда бы наблюдатель не переносил систему отсчета, он всегда несет систему принятого измерения времени с собой. Поэтому, пусть в системе XYZ расположены неподвижные часы, для измерения времени, например, атомные часы. Течение времени будем измерять по шкале абсолютного времени в виде стандартизированной равномерной величины τ, которая оценивается этими часами. Начало наблюдений примем за начальное событие для изучаемой группы объектов, которое будем считать началом отсчета времени $(\tau = 0)$ по шкале времени τ. Также как и в СТО, определим понятие события местом (т.е. тремя координатами x, y, z в неподвижной системе отсчета), где оно произошло, и временем τ, когда оно произошло. Например, факт наблюдения объекта есть событие, которое происходит в четырехмерном пространстве, причем пространственные координаты определяют положение точки, где произошло событие, а время определяет момент наблюдения события по времени системы XYZ.

Относительно неподвижной системы XYZ построим систему четырехмерных координат пространства-времени $\{\tau, x, y, z\}$, тогда множество движущихся объектов может быть представлено точками в четырехмерном абсолютном пространстве координат τ, x, y, z (рис. 1). Системы будет осуществлять процесс равномерного и прямолинейного движения в трехмерном пространстве $\{x, y, z\}$ с постоянной скоростью, при этом координаты будут описывать процесс движения $x(\tau)$, $y(\tau)$, $z(\tau)$.

Практический опыт человечества показывает, что наблюдаемое физическое пространство в неподвижной системе координат является эвклидовым.

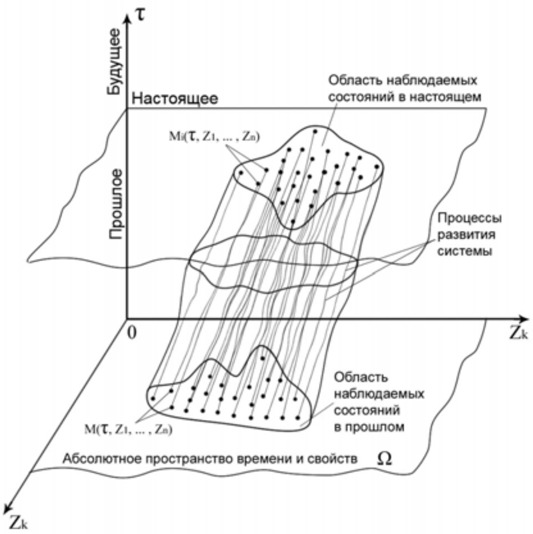

Рисунок 1 – Абсолютное пространство свойств в ретроспективе абсолютного времени

Поэтому примем описанное выше абстрактное четырехмерное пространство-время за основную среду моделирования. Учитывая четырехмерное обобщение эвклидовой геометрии, введем в рассмотрение абсолютный индекс S, который равен квадрату инварианта пространственно-временного интервала:

$$S = \rho^2 = \tau^2 + x^2 + y^2 + z^2 . \tag{4}$$

Пока мы не говорим о единицах измерения величин τ, x, y, z, так как нас интересует математический формализм получения модельного описания.

Таким образом, пусть имеется пространство наблюдаемых состояний системы Ω_4, где координатные оси соответствуют абсолютному времени τ и пространственным координатам x, y, z четырехмерного абсолютного пространства свойств Ω, которое включает Ω_4. Пространство Ω_4 будем рассматривать как многомерное пространство точек M, каждая из которых соответствует некоторому состоянию системы. Каждой точке $M(\tau, x, y, z)$ данного пространства состояний системы поставлено в соответствие значение абсолютного индекса S

согласно (4). В данном пространстве как результат опыта наблюдаются процессы прямолинейного и равномерного движения N систем.

Введем в рассмотрение следующие аксиомы, которые относятся к пространству как среде моделирования.

1. Пусть в пространстве состояний системы Ω_4 каждой точке M поставлено в соответствие действительное число S, которое будем называть индексом пространства-времени.

2. Величина $S(M)$ является функцией точки и образует скалярное поле, которое является непрерывным в области Ω_4.

Известный ученый А. Пуанкаре утверждал, что в природе «…существует нечто остающееся постоянным. Даная формулировка охватывает как закон сохранения энергии, так и закон сохранения массы. Это «нечто» представляет собой математическую функцию, физический смысл которой интуитивно не ясен» [7]. Исходя из этого, рассмотрим некоторую функцию состояния системы, которую представим в виде $W = W(\tau, x, y, z)$. Предположим, что скалярная функция W существует, причем пока не будем останавливаться на природе этой величины. Просто считаем, что существует однозначная связь данной величины с фактами физического опыта, которые отражают результаты движения системы. Для величины W примем следующую аксиому.

3. Если в окрестности точки M объект осуществляет физическое движение, то для траектории движения l, справедливо соотношение $dW = c_l \cdot dS$, при этом величина c_l является функцией процесса.

Согласно данной аксиомы, в окрестности точки M имеем соотношения:

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = c_\tau \frac{\partial S}{\partial \tau}, \quad \frac{\partial W}{\partial x} = c_s \frac{\partial S}{\partial x}, \quad \frac{\partial W}{\partial y} = c_s \frac{\partial S}{\partial y}, \quad \frac{\partial W}{\partial z} = c_s \frac{\partial S}{\partial z}. \tag{5}$$

При обозначении величины c_s принято, что физическое пространство является изотропным, в связи с чем $c_s = c_x = c_y = c_z$. Кроме того, величины c_s и c_τ можно принять константами, исходя из однородности пространства-времени.

Учитывая, что индекс S является однородной функцией второй степени вида $\alpha^2 \cdot S = S(\alpha \cdot \tau, \alpha \cdot x, \alpha \cdot y, \alpha \cdot z)$, из уравнений(5), а также свойств однородной функции и уравнения Эйлера получим следующее соотношение:

$$\frac{\tau}{2 \cdot c_\tau} \cdot \frac{\partial W}{\partial \tau} + \frac{x}{2 \cdot c_s} \cdot \frac{\partial W}{\partial x} + \frac{y}{2 \cdot c_s} \cdot \frac{\partial W}{\partial y} + \frac{z}{2 \cdot c_s} \cdot \frac{\partial W}{\partial z} = S, \tag{6}$$

откуда характеристики уравнения определяются системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$2 \cdot c_\tau \frac{d\tau}{\tau} = 2 \cdot c_s \frac{dx}{x} = 2 \cdot c_s \frac{dy}{y} = 2 \cdot c_s \frac{dz}{z} = \frac{dW}{S} = ds. \tag{7}$$

Из данных уравнений легко определить энтропию системы:

$$ds = \frac{1}{2} \cdot \left(c_\tau \frac{d\tau}{\tau} + c_s \frac{dx}{x} + c_s \frac{dy}{y} + c_s \frac{dz}{z} \right). \tag{8}$$

Известно, что уравнение (6) приводит к уравнению Пфаффа:

$$\frac{\tau}{c_\tau} d\tau + \frac{x}{c_s} dx + \frac{y}{c_s} dy + \frac{z}{c_s} dz + 2 \cdot S \cdot dW = 0. \tag{9}$$

Если рассматривать поверхность уровня для величины $W = W(\tau, x, y, z)$, то $dW = 0$ и уравнение (9) приводится к полному дифференциалу, для которого общий интеграл будет иметь вид:

$$U(\tau, x, y, z) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\tau^2}{c_\tau} + \frac{x^2}{c_s} + \frac{y^2}{c_s} + \frac{z^2}{c_s} \right). \tag{10}$$

Здесь принято, что $U(0{,}0{,}0{,}0) = 0$. Уравнение (10) представляет поверхность в четырехмерном пространстве-времени Ω_4 и, следовательно, решениям уравнения Пфаффа соответствует потенциальное семейство поверхностей, ортогональных векторным линиям энтропии s. Можно показать, что при сформулированных допущениях величина W образует скалярное поле. Поэтому поверхности (10) представляют собой поверхности уровня $W = const$ для скалярного поля величины $W = W(\tau, x, y, z)$, причем через каждую точку M пространства Ω_4 проходит одна поверхность уровня.

Так как величина W образует скалярное поле, то ее значение в каждой точке пространства не зависит от выбора системы координат. В свою очередь, величина $U = U(\tau, x, y, z)$ является математической функцией, описывающей криволинейную координатную сетку, поэтому математические выражения для описания поверхностей уровня зависят от выбора системы координат.

Теперь выберем из множества систем произвольную систему $X'Y'Z'$, которая движется равномерно и прямолинейно со скоростью υ вдоль оси OX системы XYZ, и будем считать ее «неподвижной» системой отсчета с началом координат в точке O' и четырехмерными координатами τ', x', y', z'. Также считаем, что в начальный момент времени $\tau = 0$ начало координат и направления всех осей системы $X'Y'Z'$ совпадали с началом координат и направлениями осей системы XYZ. Тогда, общий интеграл U' системы $X'Y'Z'$ для случая изотропного и однородного пространства-времени, будет иметь вид, аналогичный (10):

$$U'(\tau', x', y', z') = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\tau'^2}{c_\tau} + \frac{x'^2}{c_s} + \frac{y'^2}{c_s} + \frac{z'^2}{c_s} \right). \tag{11}$$

Здесь также принято, что $U'(0{,}0{,}0{,}0) = 0$, так как в начальный момент времени точки O и O' совпадают.

Так как после изменения системы отсчета наблюдатель находится в точке

O', то время τ' в системе $X'Y'Z'$ измеряется по той же самой шкале, что и в системе XYZ, поэтому $\tau' = \tau$. Исходя из этого, для систем XYZ и $X'Y'Z'$ преобразования координат связаны между собой взаимно однозначным соответствием, которое осуществляется по формулам:

$$\tau' = \tau ; \quad x' = x - \upsilon \cdot \tau ; \quad y' = y ; \quad z' = z . \tag{12}$$

Известно, что данные формулы являются преобразованиями Галилея, которые преобразуют координаты материальной точки при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой.

Различные координатные сетки систем отсчета лишь по-разному отображают одно и тоже пространство, где задано скалярное поле величины $W = W(M)$. Поэтому связь между ортогональной криволинейной координатной сеткой в одной «неподвижной» системе координат с ортогональной криволинейной сеткой в другой «движущейся» системе координат не может быть произвольной. Определим эту связь для $U = U(\tau, x, y, z)$ и $U'(\tau', x', y', z')$, учитывая формулы преобразования координат (12). Так как рассматриваем одни и те же поверхности уровня $(dW = 0,\ W = const)$ для величины $W = W(M)$ в различных системах координат, то уравнение Пфаффа для системы $X'Y'Z'$ будет иметь вид:

$$\frac{\tau'}{c_\tau} d\tau' + \frac{x'}{c_s} dx' + \frac{y'}{c_s} dy' + \frac{z'}{c_s} dz' = 0 . \tag{13}$$

Интегрирование (13) приводит к выражению (11). В свою очередь, заменяя в (13) переменные и учитывая, что из (12) $d\tau' = d\tau$, $dx' = d(x - \upsilon \cdot \tau)$, $dy' = dy$ и $dz' = dz$, получим общий интеграл в виде:

$$U(\tau, x, y, z) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\tau^2}{c_\tau} + \frac{(x - \upsilon \cdot \tau)^2}{c_s} + \frac{y^2}{c_s} + \frac{z^2}{c_s} \right). \tag{14}$$

Делая обратную замену переменных согласно (12), получаем естественно опять (10). Таким образом, при переходе от «неподвижной» к «движущейся» системе координат и обратно мы используем только преобразования Галилея.

Теперь ясно видна суть логического парадокса «часов» специальной теории относительности. Раскроем сущность этого парадокса, используя для наглядности следующие обозначения:

$$U = t^2, \quad U' = t'^2 \ \text{ и } \ c_s = c^2/2, \ \text{ а также } \ \lambda = c_s/c_\tau = c^2/(2 \cdot c_\tau), \tag{15}$$

тогда уравнения (10) и (11) будут иметь вид:

$$\lambda \cdot \tau^2 + x^2 + y^2 + z^2 - c^2 \cdot t^2 = 0 , \tag{16}$$

$$\lambda \cdot \tau'^2 + x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2 \cdot t'^2 = 0 . \tag{17}$$

В частном случае, когда значения скалярного поля величины $W = W(M)$ не зависят явно от абсолютного времени τ, величина $c_\tau \to \infty$, откуда $\lambda = 0$. Из (16) и (17) имеем следствия в виде выражений, которые в СТО являются исходными уравнениями движения фронта световой волны (1) – (2) и из которых получают известные преобразования Лоренца. В специальной теории относительности величина t называется координатным временем, величина t' – собственным временем, которое измеряется часами жестко связанными с движущейся системой, а величина абсолютного времени τ вообще не принимается во внимание.

В соответствии с известным выводом, который приводится во многих учебниках (например, в книге [4], стр. 32), из уравнений (1) – (2) достаточно просто получают преобразования Лоренца, которые представляются формулами (3) и связывают между собой координатное и собственное время системы.

На самом деле в процессе движения в уравнениях (1) – (2) координаты x, y, z являются функциями абсолютного времени τ, а координаты x', y', z' – функциями абсолютного времени τ', при этом шкалы τ и τ', которые отражают принятый в хронометрии способ измерения времени, абсолютно тождественны между собой при переходе из одной системы отсчета к другой.

В процессе построения теории Эйнштейн практически принял ошибочную гипотезу, что математические функции $U = t^2$ и $U' = t'^2$, которые описывают поверхности уровня некоторой величины, являются наблюдаемым координатным и собственным временем системы. При этом принято, что данные математические функции однозначно характеризуют физическое время любых явлений и отражают изменение свойств систем с течением времени. При разработке теории необходимо было доказать на опыте, что координатное и собственное время, в том виде в каком эти величины приняты в СТО, однозначно отражают природу времени.

Вторая логическая ошибка СТО состоит в том, что абсолютные времена в системах XYZ и $X'Y'Z'$ (величины τ и τ', которые регистрируются наблюдателем и отражают физику периодических процессов часов) не взаимно тождественны. Эйнштейном практически принято предположение, что величина τ тождественна координатному времени, а величина τ' тождественна собственному времени системы. Образно говоря принято, что «модель первична, а реальность вторична».

Указанные выше две логические ошибки приводят к тому, что закономерности, полученные на модели, переносятся на реальность физических явлений и считается, как говорил А. Бергсон, что так устроен мир, что время в нем зависит от скорости перемещения.

Отметим, что мы пока ведем дискуссию практически только на этапе разработки математической модели системы и еще даже не подошли к этапу адаптации параметров модели по результатам опыта и тем более проверки ее адекватности и достоверности путем сравнения результатов моделирования с опытными данными. Также при построении исходной модели не привлекался постулат о постоянстве скорости света. Вывод был основан только на том, что величина $c_s = c^2/2$ постоянна в связи с изотропностью пространства, однако отсюда абсолютно не следует то, что постоянная, которая обозначена значком c, это скорость света. Привлечение данной величины осуществляется при выборе единиц измерения и создании шкал времени и расстояния. Определяя секунду, как время равное 9192631770 периодам излучения соответствующего перехода между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия 133, а метр – как путь, проходимый светом в вакууме за время в 1/299792458 секунды, устанавливается соответствие между расстоянием и временем и в модель вводится скорость света. Построение шкал измерений является первым шагом при адаптации параметров модели по результатам опыта. Создание модели также должно быть связано с обоснованием на основе опытных данных справедливости принятых гипотез, например, проверки факта существования функции W, оценки допущения о постоянстве параметров модели, разработкой систем оценки и измерения величин и т.д. Однако, мы не ставим таких задач, так как целью статьи было теоретически оценить справедливость логических парадоксов специальной теории относительности.

Таким образом, в предложенном варианте четырехмерного пространства-времени отсутствуют логические парадоксы СТО. Все сказанное выше указывает на то, что данные парадоксы – результат принятого Эйнштейном при моделировании способа описания систем и логических ошибок, вытекающих из некорректного представления времени. Естественно, что никакого замедления хода обычных часов в движущейся координатной системе не будет. Наши математические абстракции не могут изменять реальную действительность. Кроме того, на данном этапе развития науки и практики, данные парадоксы во многом являются следствием невозможности проведения прямого опыта по проверке положений СТО и осуществления сравнения результатов моделирования с результатами этого опыта. Только этим можно объяснить тот удивительный факт, что парадоксы СТО присутствуют в естествознании уже более ста лет, прочно вошли в формализм современной науки и воспринимаются догматически, несмотря на обширную критику некоторых исходных положений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пригожин, И. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы / И. Пригожин – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 208 с.

2. Ейнштейн, А. О специальной и общей теории относительности. –Пг.: Научное книгоиздательство, 1923. – 123 с.

3. Эйнштейн, А. Сущность теории относительности. – М.: Иностранная литература, 1955. – 160 с.

4. Терлецкий, .П. Парадоксы теории относительности. – М.: Наука, 1966. – 120 с.

5. Бергсон, А.. Длительность и одновременность (по поводу теории Эйнштейна). – Пг.: Академия, 1923. – 154 с.

6. Аксенов, Г.П. К истории понятий деления и относительности. – Электр. ресурс, URL: www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/ aksyonov_spor_o_prirode.html (5.01.14).

7. Пуанкаре, А. О науке / Пер. с франц. – М.: Наука, 1983. – 560 с.

REFERENCES

1. Prigozhin, I. (2000), *Konets opredelennosti. Vremya, khaos i noviye zakony prsrody* [End of definiteness. Time, chaos and new natural laws], NIC «Regularnaya and khaouicheskfya dinamika», Izhewsk, Russia.

2. Einstein, A. (1923), *O specialnoy i obshcyey teorii otnositelnosti* [About the special and general theory of relativity], – Nauchnoye knigoizdatelstvo, Pg, Russia.

3. Einstein, A. (1955), *Sushchnost teorii otnositelnosti* [Essence of theory of relativity], Inostrannaya literatura, Moscjw, SU.

4. Terletsky, Ya. P. (1966), *Paradoksy teorii otnositelnosti* [Paradoxes of theory of relativity], Nauka,

Moscow, SU.

5. Bergson, A. (1923), *Dlitelnost i odnovremennost (po povodu teorii Einshteina)* [Duration and simultaneity (concerning the theory of Einstein)], Akademiya, Pg., Russiya.

6. Aksenov, G.P. *K istorii ponyatiy deleniya i otnositelnosti* [To history of concepts of division and relativity], Elektr. resourse, URL: www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/ aksyonov_spor_o_prirode.html (5.01.14).

7. Puankare, A. (1983), *O nauke* [About science], Nauka, Moscow, SU.

Об авторе

Аверин Геннадий Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой компьютерных систем мониторинга Государственного высшего учебного заведения «Донецкий национальный технический университет» (ГВУЗ «ДонНТУ»), Донецк, Украина, averin@donntu.edu.ua

About the author

Averin Gennadiy Viktorovich, Doctor of Technicel Sciences (Dr.Sc.), Professor, State higher educational establishment «National technical university» of Donetsk (SHEE «DonNTU») of Ministry of Education and Sciense of Ukraine (NMU), Ukraine, averin@donntu.edu.ua

---

Анотація. Найбільш відомими парадоксами спеціальної теорії відносності (СТВ) є скорочення рухомих масштабів у напрямку руху та уповільнення ходу рухомих годин . Запропоновано варіант модельного опису чотиривимірного простору-часу, в якому логічні парадокси СТВ відсутні. У даній моделі при переході від « нерухомої » до « рухомої» системи координат і назад використовуються тільки перетворення Галілея, а не перетворення Лоренца . Показано, що логічні парадокси СТО пов'язані з протиріччям, що виникають між реальним фізичним явищем і запропонованою моделлю цього явища, а також некоректним визначенням поняття часу. Встановлено, що координатний і власний час СТО є математичними виразами, що визначають криволінійну сітку координат чотиривимірного простору-часу.

Ключові слова: спеціальна теорія відносності, логічні парадокси, чотиривимірний простір-час, пер **Abstract.** The most well-known paradoxes of the special relativity theory (SRT) are reduction of the moving scales in direction of the movement and dilation of the rate of the going clock. A variant of a model for the 4D space-time description is proposed with no logical paradoxes of the SRT. In this model, when a fixed coordinate system transforms into the moving coordinates only the Galilean transformations are used instead of the Lorentz transform. It is shown that the logical paradoxes of the SRT are associated with the conflicts between a real physical phenomenon and the proposed model of this phenomenon and with improper definition of a concept of time. It is stated that a coordinate time and an intrinsic time of the SRT are mathematic expressions which specify a curvilinear coordinate grid of the 4D space-time description.

Keywords: special relativity theory, logical paradoxes, 4D space-time description, Galilean and Lorentz transformations.

етворення Галілея і Лоренца.

Abstract. The most well-known paradoxes of the special relativity theory (SRT) are reduction of the moving scales in direction of the movement and dilation of the rate of the going clock. A variant of a model for the 4D space-time description is proposed with no logical paradoxes of the SRT. In this model, when a fixed coordinate system transforms into the moving coordinates only the Galilean transformations are used instead of the Lorentz transform. It is shown that the logical paradoxes of the SRT are associated with the conflicts between a real physical phenomenon and the proposed model of this phenomenon and with improper definition of a concept of time. It is stated that a coordinate time and an intrinsic time of the SRT are mathematic expressions which specify a curvilinear coordinate grid of the 4D space-time description.

Keywords: special relativity theory, logical paradoxes, 4D space-time description, Galilean and Lorentz transformations.

Статья поступила в редакцию 23.01. 2014
Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук В.И. Дырдой

УДК 622.831.312 : 622.817

А. Ф. Булат, акад. НАНУ, д-р техн. наук, професор,
И.Н. Слащев, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Е.А. Слащева, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
(ИГТМ НАН Украины)

ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ЭМИССИЕЙ ГАЗА МЕТАНА И ПРОДУКТОВ РАСПАДА РАДОНА В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

А. Ф. Булат, акад. НАНУ, д-р техн. наук, професор,
І.М. Слащов, канд. техн. наук, ст. наук. співр.,
О.А. Слащова, канд. техн. наук, ст. наук. співр.
(ІГТМ НАН України)

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІ МІЖ ГЕОМЕХАНІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ І ЕМІСІЄЮ ГАЗУ МЕТАНУ ТА ПРОДУКТІВ РАСПАДУ РАДОНУ В ГІРНИЧІ ВИРОБКИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

A. F. Bulat, Acad. NASU, D. Sc. (Tech.), Professor,
I.N. Slashchev, Ph.D. (Tech.), Senior Researcher,
E.A. Slashcheva, Ph.D. (Tech.), Senior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine)

INTERDEPENDENCIES BETWEEN GEOMECHANICAL PROCESSES AND EMISSION OF METHANE AND RADON DECAY PRODUCTS INTO UNDERGROUND WORKINGS OF THE COAL MINES

Аннотация. В статье решена актуальная задача по оценке условий фильтрации в породном массиве газа метана совместно с продуктами распада радона и изменения их физических параметров в горных выработках угольных шахт.

Предложена методика численного моделирования перемещения потоков газа метана и изотопов радона из областей повышенного горного давления через трещины в зонах сдвигов и растяжений пород в горные выработки. Для описания процесса газопереноса использована интегральная форма закона Дарси для случая радиального установившегося потока. В шахтных условиях исследованы взаимосвязи между содержанием метана и изотопов радона в атмосфере горной выработки. Для оценки условий совместного газопереноса метана и аэрозолей радона через породы предложено использовать минимальные главные деформации элементов геомеханической модели и девиатор тензора деформаций, определяющие параметры сжатия, сдвига и растяжения порово-трещинного пространства. Впервые установлен ряд физических особенностей эмиссии в горные выработки метана совместно с дочерними продуктами распада радона, согласно с которыми: концентрация α-излучения Po^{218} возрастает в зависимости от расстояния до забоя штрека, а его интенсивность в 2-4 раза превышает интенсивность изотопов Pb^{214} и Bi^{214}; существует устойчивая взаимосвязь между динамикой изменений концентрации метана и приведенной концентрацией продуктов распада радона в диапазоне отклонений от среднего значения ± 20 %, при этом скачкообразные всплески в диапазоне выше 40 % объясняются различными источниками формирования и скоростями переноса потоков метана и аэрозолей радона через поры и трещины в тектонически нарушенных зонах массива; эмиссия радионуклида Po^{218} слабо связана с выделениями α-частиц Pb^{214} и