ПОЛНАЯ ИМИТАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ СРЕДСТВАМИ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

V. N. Matveev and O. V. Matvejev
Sinerta Closed Joint-Stock Company: Vilnius, Lithuania
matwad@mail.ru
www.theoryrelativity.com

На базе доэйнштейновской классической механики построена теоретическая модель, описывающая поведение в жидкой среде объектов, которые ведут себя по формальным законам специальной теории относительности. Модель воспроизводит лоренцевское сокращение, замедление времени, относительность одновременности, эффект Доплера в его симметричной «релятивистской» форме, эффекты парадокса близнеца. Модель позволяет получить преобразования Лоренца и сымитировать четырехмерное пространство-время Минковского.

Все эффекты, имитирующие аналогичные эффекты специальной теории относительности, оказываются абсолютными по содержанию, но релятивистскими по форме. Релятивистский характер модели и относительность физических эффектов в рамках предлагаемой модели достигается путем отказа от учета наличия среды и введения дополнительных условий. Одним из таких условий является замена факта неравенства скорости распространения информации в противоположных направлениях в движущейся среде допущением равенства этих скоростей.

1. ВВЕДЕНИЕ

С момента своего появления [1] и по настоящее время эйнштейновская специальная теория относительности не рассматривалась как прямое следствие классической механики, и по этой причине не предпринималось серьезных попыток построения специальной теории относительности на принципах классической механики. Правда, в книге [2] были показаны формальные приемы – манипуляции или подтасовка, как их называет сам автор книги, – позволяющие получить преобразования Лоренца в акустике. В представленной нами работе показано, что значительная часть релятивистских эффектов без манипуляций и подтасовок может быть сымитирована в среде, причем элементарными средствами классической механики.

2. ИМИТАЦИЯ ЗАМЕДЛЕННОСТИ ВРЕМЕНИ НА ДВИЖУЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТАХ

Рассмотрим мысленно со стороны группу R барж, покоящихся на поверхности плоскодонного водоема глубиной h. Пусть на каждую из барж скоростным подводным челноком, обладающим скоростью V, доставляется со дна водоема песок. Времена забора песка со дна на лодку и его выгрузки с лодки на баржу будем считать пренебрежимо малыми по сравнению со временем движения челнока от баржи к дну и обратно. Тогда время Δt, необходимое для доставки на баржу k челноков песка, задается простой формулой $\Delta t(k) = 2kh/V$.

Предположим, что на поверхности водоема находится также группа R' барж, плывущих по воде в одном направлении со скоростью v ($v < V$). На каждую из плывущих барж также кратчайшим путем скоростным челноком доставляется песок со дна. В этом случае вертикальная составляющая V_Z (скорость погружения и всплытия челнока) скорости V задается формулой $V_Z = V\sqrt{1-(v/V)^2}$, и для доставки k' лодок песка на идущую со скоростью v баржу требуется время:

$$\Delta t(k') = \frac{2k'h}{V\sqrt{1-(v/V)^2}} . \qquad (1)$$

Из (1) ясно, что скорость доставки песка на движущиеся со скоростью v баржи в $1\big/\sqrt{1-(v/V)^2}$ раз меньше скорости доставки песка на покоящиеся баржи.

Пусть на баржах размещены счетчики поступивших на баржи количеств песка и одинаковые часы с одинаковыми циферблатами. Часы приводятся в действие от счетчиков количества песка так, что «тикают» с частотой, пропорциональной частоте движения челнока. Стрелки часов на плывущих со скоростью v баржах движутся в $1\Big/\sqrt{1-(v/V)^2}$ раз медленнее, чем стрелки часов на покоящихся баржах. Будем считать, что скорость движения стрелок часов на покоящихся баржах равна скорости движения стрелок наших «земных» часов – часов сторонних наблюдателей, – т. е. время t, включая его числовые значения, у нас и на покоящихся баржах течет одинаково. При этом мы допускаем, что показания часов на разных покоящихся баржах в один и тот же момент времени могут отличаться друг от друга (подобно тому, как могут отличаться показания «земных» часов в разных часовых поясах) до тех пор, пока эти показания не синхронизированы. Показание часов на отдельной покоящейся барже r будем обозначать, символом t_r. Время, задаваемое показаниями часов на движущихся со скоростью v баржах, в отличие от нашего времени t и времени t на покоящихся баржах, будем называть сымитированным временем и обозначать его буквой t' (со штрихом). О сымитированном времени t' на плывущих баржах будем говорить, что оно течет медленнее времени t покоящихся барж. Показание t' часов на отдельной движущейся барже r' будем обозначать символом $t'_{r'}$ (со штрихами), полагая, что, как в случае покоящихся барж, показания часов на других плывущих баржах до момента их синхронизации могут отличаться друг от друга и от показания $t'_{r'}$.

Предположим, что сигналы от счетчиков количества песка в виде синхроимпульсов поступают не только на часы, но и на все без исключения технические средства, размещенные на баржах, задавая тем самым темп их действий. Тогда темп действий (быстродействие) всех технических средств на движущихся баржах оказывается меньше темпа действий технических средств на покоящихся баржах в $1\Big/\sqrt{1-(v/V)^2}$ раз.

Пусть на покоящихся и на движущихся баржах в качестве единиц измерения времени используются промежутки $\Delta t(\Delta n_{time})$ и $\Delta t'(\Delta n'_{time})$ времени, в течение которых показания счетчиков количества песка увеличиваются соответственно на Δn_{time} и $\Delta n'_{time}$, такие, что, будучи едиными и стандартными, $\Delta n_{time} = \Delta n'_{time}$. В этом случае для любой пары движущихся друг относительно друга барж промежуток Δt времени и промежуток $\Delta t'$ сымитированного времени между двумя одними и теми же зарегистрированными нами событиями, по результатам наших наблюдений, оказываются связанными соотношениями

$$\Delta t' = \Delta t\sqrt{1-(v/V)^2} \quad \text{и} \quad \Delta t = \Delta t'\Big/\sqrt{1-(v/V)^2} \qquad (2)$$

Если единица $\Delta t(\Delta n_{time})$ измерения времени на покоящихся баржах имеет то же наименование, что и единица $\Delta t'(\Delta n'_{time})$ сымитированного времени на движущихся баржах, например, если обе единицы называются минутой, то можно говорить, что по нашим наблюдениям минута сымитированного времени на движущихся баржах длится в $1\Big/\sqrt{1-(v/V)^2}$ раз дольше минуты времени на покоящихся баржах.

Пусть достоверная документальная (на материальных носителях) информация о показаниях часов на одной из барж передается на другую баржу либо непосредственно при встрече барж, либо скоростными вспомогательными лодками, которые со скоростью V плавают по водной поверхности.

Предположим, что одна из задач технических средств на баржах r и r' состоит в том, чтобы, не контактируя с водной средой и обладая информацией о замедленности процессов на движущейся в водной среде барже, путем сравнения течения времени или темпов действия технических средств на баржах r и r' экспериментально подтвердить факт движения баржи r'. Как это ни странно, решить эту, казалось бы, простую задачу при указанных условиях оказывается невозможным.

Прежде всего, никакими приборами, входящими в состав технических средств на каждой из движущихся баржах в силу синхронности действий этих приборов с действиями других приборов и устройств невозможно выявить замедленность темпа действий на движущейся барже. Невозможно выявить замедленность, и документально отслеживая с покоящейся баржи процессы на движущейся барже, когда для передачи с баржи на баржу документальной информации о действиях используется скоростная лодка. Если баржи инерциальны и либо вообще не встречаются непосредственно, либо встречаются только однажды, то, по меньшей мере, один раз необходима передача информации на расстоянии с помощью лодки. Однако из-за конечности скорости лодки происходит задержка поступающей с другой баржи информации, и документ с указанием, например, показания часов на другой барже поступает на данную баржу тогда, когда показание часов на той, другой барже уже не такое, каким оно было в момент отправления от нее лодки. Следствие этого влияния таково, что при передаче информации лодкой возможно получение только симметричных результатов, не позволяющих обнаружить разницу темпа хода часов на покоящейся r и на движущейся r' баржах. Например, если, сделав одну из барж r и r' неинерциальной, обеспечить баржам повторную встречу, то замедление времени произойдет на неинерциальной барже, которой может быть и баржа r, и однозначно не подтвердит факта движения баржи r'. Или, если с баржи r с частотой f_r отправлять лодки на баржу r', а с баржи r' с частотой $f'_{r'}$ (в сымитированном времени), численно равной частоте f_r , лодки отправлять на баржу r, то, как нетрудно показать, при сближении барж частоты $f'_{r'\leftarrow r}$ и $f_{r\leftarrow r'}$ прибытия лодок соответственно на баржи r' и r задаются симметричными формулами $f'_{r'\leftarrow r} = f_r\sqrt{1+v/V}/\sqrt{1-v/V}$ и $f_{r\leftarrow r'} = f'_{r'}\sqrt{1+v/V}/\sqrt{1-v/V}$. Будучи аналогичными формулам релятивистского доплеровского эффекта, эти формулы не позволяют обнаружить разницу хода часов на баржах r и r'.

3. ИМИТАЦИЯ СОКРАЩЕНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ДВИЖУЩИМИСЯ ЭЛЕМЕНТАМИ

Свяжем с покоящейся R и движущейся R' группами барж соответственно декартовые системы Σ и Σ' координат с взаимно параллельными осями X и X', Y и Y', Z и Z'. Оси Z и Z' систем направим перпендикулярно поверхности воды, оси X и X' – в сторону движения движущейся группы R', а оси Y и Y' проведем перпендикулярно к осям X, X' и Z, Z', как это принято делать в прямоугольных декартовых системах координат. Предположим, что технические средства каждой из барж, в состав которых входят и прикрепленные к каждой барже лодки, способны самостоятельно, без участия технических средств других барж и без синхронизации часов на разных баржах, измерять расстояния от данной баржи до отдельных точек связанной с ней системы координат. Расстояние измеряется без использования длинных линеек и рулеток. Пусть в системе координат Σ техническими средствами баржи r, находящейся в начале координат O, расстояние от начала координат O до некоторой произвольно расположенной точки a в системе Σ определяется следующим способом. От баржи r в точке O отправляется скоростная лодка, которая, доплыв до точки a, возвращается обратно в точку O. По показаниям часов на барже r в моменты отплытия и возвращения лодки определяется время Δt_{OaO} плавания лодки туда и обратно, а затем по выражению $\frac{1}{2}\tilde{V}\Delta t_{OaO}$, где $\tilde{V}$ - средняя скорость лодки на пути от точки O к точке a и обратно, рассчитывается расстояние. Понятно, что в системе Σ средняя скорость $\tilde{V}$ равна скорости V. Расстояние между точкой O и точкой a, измеренное таким образом техническими средствами баржи r, обозначим символом $l(½\Delta t_{OaO})$. То же расстояние, но измеренное или рассчитанное нами со стороны любым доступным образом, будем обозначать символом l_{Oa} . Расстояние $l(½\Delta t_{OaO})$ и расстояние l_{Oa} отличаются друг от друга лишь способом и местом их определения.

Предположим, что в системе координат Σ' техническими средствами баржи r', находящейся в начале координат O', расстояние от начала координат O' до точки a' системы Σ' определяется точно так же, как это делается в системе Σ. Пусть измеренным таким образом расстоянием $l'(½\Delta t'_{O'a'O'})$ в данном случае по определению считается величина, равная произведению $\frac{1}{2}\tilde{V}'\Delta t'_{O'a'O'}$. Здесь $\tilde{V}'$ - сымитированная, т.е. выраженная через сымитированное время t', средняя скорость лодки на пути от точки O' к точке a' и обратно, численно равная скорости $\tilde{V}$, а, следовательно, и скорости V, а $\Delta t'_{O'a'O'}$ - сымитированное время движения лодки по пути $O'a'O'$. Определенное таким образом техническими средствами баржи r' расстояние будем называть сымитированным расстоянием $l'(½\Delta t'_{O'a'O'})$.

Если межу точкой O' и лежащей на оси Y' точкой с координатой y' (назовем эту точку точкой y'), по оси Y' движется скоростная лодка, то фиксируемая нами со стороны составляющая V_Y (скорость перемещения лодки вдоль отрезка прямой, соединяющего точки O' и y') скорости V

лодки, равна $V\sqrt{1-(v/V)^2}$. Обычное фиксируемое нами расстояние $l_{O'y'}$ между точками O' и y' движущейся системы Σ' по нашим расчетам равно $\frac{1}{2}V\sqrt{1-(v/V)^2}\Delta t_{O'y'O'}$, а сымитированное расстояние $l'(½\Delta t'_{O'y'O'})$ между точками O' и y' по данным технических средств баржи r' равно $\frac{1}{2}\tilde{V}'\Delta t'_{O'y'O'}$. Так как согласно (2) $\Delta t'_{O'y'O'} = \Delta t_{O'y'O'}\sqrt{1-(v/V)^2}$, а $\tilde{V}'$ по определению равно V, то

$$l'(\tfrac{1}{2}\Delta t'_{O'y'O'}) = l_{O'y'}\,. \qquad (3)$$

При движении скоростной лодки между точкой O' и лежащей на оси X' точкой с координатой x' (точкой x'), скорости движения лодки относительно этих точек в противоположные стороны по нашим данным равны $V - v$ и $V + v$. При обычном расстоянии между точками O' и x', равном $l_{O'x'}$, время $\Delta t_{O'x'O'}$ движения лодки от точки O' до точки x' и обратно равно $l_{O'x'}/(V - v) + l_{O'x'}/(V + v)$, т. е.

$$\Delta t_{O'x'O'} = \frac{2l_{O'x'}}{V(1-v^2/V^2)}\,. \qquad (4)$$

Обычная средняя скорость $\tilde{V}_{X'}$ движения лодки вдоль оси X' относительно точек O' и x' на пути туда и обратно равна $2l_{O'x'}/\Delta t_{O'x'O'}$, или с учетом предыдущего равенства

$$\tilde{V}_{X'} = V(1-v^2/V^2)\,. \qquad (5)$$

Обычное расстояние $l_{O'x'}$ между точками O' и x' движущейся системы Σ' по нашим рассчетам равно $\frac{1}{2}\tilde{V}_{X'}\Delta t_{O'x'O'}$, а сымитированное расстояние $l'(½\Delta t'_{O'x'O'})$ между ними по расчетам технических средств на барже r' равно $\frac{1}{2}\tilde{V}'\Delta t'_{O'x'O'}$. Так как согласно (5) $\tilde{V}_{X'} = V(1-v^2/V^2)$, а $\Delta t_{O'x'O'}$ согласно (2) равно $\Delta t'_{O'x'O'}\big/\sqrt{1-(v/V)^2}$, то

$$l'(\tfrac{1}{2}\Delta t'_{O'x'O'}) = l_{O'x'}\big/\sqrt{1-(v/V)^2}\,. \qquad (6)$$

4. СИНХРОНИЗАЦИЯ ЧАСОВ ГРУПП *R* И *R′* (СИСТЕМ Σ И Σ')

Представим себе, что показания часов группы R синхронизированы таким образом, что в любой момент t нашего времени они одинаковы. Обозначим время группы R, задаваемое такими одинаковыми для всех барж группы R показаниями, символом t_R. Пусть часы группы R' также синхронизированы таким образом, что, обеспечивается одинаковость показаний часов на разных баржах группы R' в любой момент нашего времени. Синхронизированное время группы R' обозначим символом $t'_{R'}$. К тому же предположим, что в момент времени, когда начала координат O и O' систем Σ и Σ' находятся в одной точке, часы всех барж обеих групп имеют нулевое показание. Тогда из (2) следует, что в любой последующий момент времени показания часов групп R и R' в любой точке водоема связаны друг с другом соотношениями

$$t'_{R'} = t_R\sqrt{1-(v/V)^2} \quad \text{и} \quad t_R = t'_{R'}\big/\sqrt{1-(v/V)^2} \qquad (7)$$

Показания t_R и $t'_{R'}$, не завися от координат и однозначно соответствуя друг другу, обеспечивают однозначность («абсолютность») одновременности в обеих группах барж. При наличии в группах R и R' синхронизированных часов в каждой из этих групп возможно измерение расстояний, длин и координат не только псевдолокационным способом, но и обычным путем их совмещения и сравнения друг с другом или с собственными единицами длины. Учитывая, что

$l(O'x') = x–vt$, где x - координата точки x' в системе Σ, и считая $l'(½\Delta t'_{O'x'O'}) = x'$, из равенства (6) получаем прямое преобразование координат

$$x' = (x - vt_R)\Big/\sqrt{1-(v/V)^2} \qquad (8)$$

Сымитированная скорость v' точки O в системе Σ' равна $-x'_O/t'_{R'}$, где x'_O – координата точки O в системе Σ'. Отсюда, беря из (7) и (8) x' и , $t'_{R'}$, получаем соотношение $v' = v/(1-v^2/V^2)$. Подставляя $v = v'(1-v^2/V^2)$ в (8), получаем преобразование

$$x\Big/\sqrt{1-(v/V)^2} = x' + v't'_{R'}. \qquad (9)$$

Пусть в покоящихся и в движущихся группах R и R' в качестве единиц измерения расстояния используются соответственно расстояния $l(½\Delta t_{space})$ и $l'(½\Delta t'_{space})$ эталонов, сооруженных из пар барж. Предположим, что для прохождения каждого из этих расстояний туда и обратно скоростной лодкой требуются промежутки Δt_{space} и $\Delta t'_{space}$ времен, такие, что числовые значения этих промежутков стандартизированы и равны друг другу.

Если единица $l(½\Delta t_{space})$ расстояния покоящегося эталона имеет то же наименование, что и единица $l'(½\Delta t'_{space})$ сымитированного расстояния движущегося эталона, например, если обе единицы называются километром, то по аналогии с (3) и (6) сымитированный и обычный поперечные километры равны друг другу, а сымитированный движущийся продольный километр в $1\Big/\sqrt{1-(v/V)^2}$ раз короче покоящегося обычного километра.

5. ИМИТАЦИЯ СИММЕТРИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭФФЕКТОВ

Чтобы обеспечить условия синхронности, принятые в специальной теории относительности, необходимо сымитировать синхронизацию часов группы R' (системы Σ') таким образом, чтобы скорости движения лодки из начала координат O' в точку x' и обратно в начало координат O' были одинаковыми. Нетрудно показать, что равенство скоростей лодки в противоположных направлениях в системе Σ' может быть достигнуто в том случае, если в момент $t'_{R'}$ прибытия лодки в точку x' показание часов в этой точке будет равно не $t'_{R'}$, а $t''_{R'}$, на $x'v/V^2$ меньшее, чем $t'_{R'}$, т.е. если обеспечивается равенство $t''_{R'} = t'_{R'} – x'v/V^2$. При этом выраженные через время $t''_{R'}$ скорости v'' и V'' оказываются соответственно равными скоростям v и V , т.е. $v'' = v$ и $V'' = V$. Учитывая это, из (9) и предыдущих рассуждений легко получить преобразования

$$x = (x' + v''t''_{R'})\Big/\sqrt{1-(v''/V'')^2}\,;\ y = y';\ t_R = (t''_{R'} + x'v''/V''^2)\Big/\sqrt{1-(v''/V'')^2}\,, \qquad (10)$$

а затем и преобразования

$$x' = (x - vt)\Big/\sqrt{1-(v/V)^2}\,;\ y' = y\,;\ t''_{R'} = (t_R - xv/V^2)\Big/\sqrt{1-(v/V)^2}\,. \qquad (11)$$

Преобразования (10) и (11) симметричны и не отличаются от преобразований Лоренца, давая все вытекающие отсюда последствия. Технические средства групп R и R', воспринимающие свой собственный продольный километр и свою собственную секунду как образцовые, воспринимают геометрические размеры объектов другой группы, включая и размеры эталона километра, как сокращенные, а время как замедленное.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная в настоящей работе модель-имитация специальной теории относительности показывает возможность использования основ классической механики для моделирования в среде релятивистских законов, описываемых с использованием конструкций, отвязанных от мировой среды. Вопрос о существовании самой мировой среды в настоящей работе не ставится, поскольку сама по себе возможность моделирования релятивистских явлений безэфирного мира в среде не служит доказательством существования эфира.

REFERENCES

1. Albert Einstein, Zur Elektrodynamik bewegter Körper, Annalen der Physik, IV. Jg. 17, S. 891–921 (1905)
2. Босс В. Лекции по математике. Том 11: Уравнения математической физики. Изд. «Книжный дом «Либроком», Москва, 2008.