

Рубрика: математическая физика.

Тематика: специальная теория относительности.

Кочетков Виктор Николаевич  
главный специалист ФГУП «Центр эксплуатации  
объектов наземной космической инфраструктуры»  
(ФГУП «ЦЭНКИ»)

## **КРАТКИЕ КОММЕНТАРИИ ПО ВОПРОСУ ПРИМЕНИМОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОТСЧЕТА**

В данной статье обобщаются материалы по вопросу применимости специальной теории относительности для инерциальных систем отсчета.

### **I. Специальная теория относительности**

Специальная теория относительности оперирует на постулаты:

- принцип относительности: **в любых инерциальных системах отсчета все физические явления при одних и тех же условиях протекают одинаково,**
- принцип инвариантности скорости света: **скорость света в вакууме не зависит от движения источника света.**

Условием применимости специальной теории относительности для инерциальных систем отсчета является симметрия пространства и времени (пространство - однородно и изотропно, время - однородно).

Предположим, что имеются две инерциальные системы отсчета неподвижная  $O_1x_1y_1z_1$  и подвижная  $O_2x_2y_2z_2$ , изображенные на рис.1 и у которых:

- сходные оси декартовых координат систем  $O_1x_1y_1z_1$  и  $O_2x_2y_2z_2$  попарно параллельны и одинаково направлены;
- система  $O_2x_2y_2z_2$ , движется относительно системы  $O_1x_1y_1z_1$  с

постоянной скоростью  $V$  относительно оси  $Ox_1$ ;

- в качестве начала отсчета времени ( $t_1=0$  и  $t_2=0$ ) в обеих системах выбран тот момент, когда начала координат  $O_1$  и  $O_2$  этих систем совпадают.

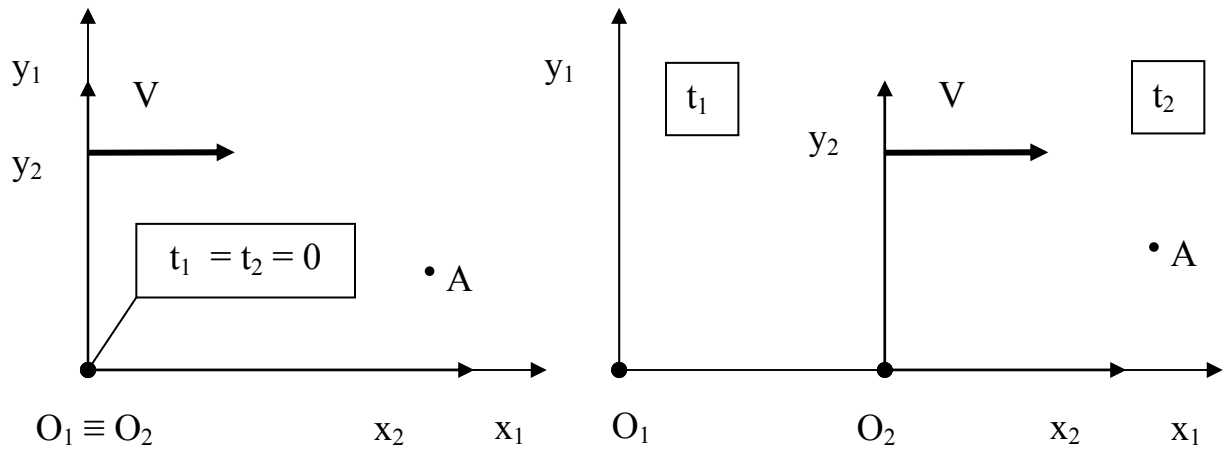


Рис. 1

## II. Основные формулы специальной теории относительности

Исходя из принципов относительности и постоянства скорости света  $c$  в специальной теории относительности связь между координатами и временем одного и того же события в двух инерциальных системах отсчета

$O_1x_1y_1z_1$  и  $O_2x_2y_2z_2$  выражается преобразованиями Лоренца:

$$x_1 = [x_2 + (V \cdot t_2)] / [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2} \quad (1)$$

$$x_2 = [x_1 - (V \cdot t_1)] / [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2} \quad (2)$$

$$y_1 = y_2 \quad (3)$$

$$z_1 = z_2 \quad (4)$$

$$t_1 = \{t_2 + [(V \cdot x_2) / c^2]\} / [(1 - V^2 / c^2)^{1/2}] \quad (5)$$

$$t_2 = \{t_1 - [(V \cdot x_1) / c^2]\} / [(1 - V^2 / c^2)^{1/2}] \quad (6)$$

Причем коэффициент перехода ("релятивистский" множитель)  $\beta_c$  в специальной теории относительности определяется формулой:

$$\beta_c = 1 / \{[1 - (V^2 / c^2)]^{1/2}\} \quad (7)$$

и всегда  $\beta_c \geq 1$ .

Исходя из формул (1) -:- (6) связь между проекциями скоростей

движения одной и той же точки в двух инерциальных системах отсчета  $O_1x_1y_1z_1$  и  $O_2x_2y_2z_2$  может быть записана в виде:

$$v_{x1} = (v_{x2} + V) / \{1 + [(V \cdot v_{x2}) / c^2]\} \quad (8)$$

$$v_{x2} = (v_{x1} - V) / \{1 - [(V \cdot v_{x1}) / c^2]\} \quad (9)$$

$$v_{y1} = \{v_{y2} \cdot [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2}\} / \{1 + [(V \cdot v_{x2}) / c^2]\} \quad (10)$$

$$v_{y2} = \{v_{y1} \cdot [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2}\} / \{1 - [(V \cdot v_{x1}) / c^2]\} \quad (11)$$

$$v_{z1} = \{v_{z2} \cdot [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2}\} / \{1 + [(V \cdot v_{x2}) / c^2]\} \quad (12)$$

$$v_{z2} = \{v_{z1} \cdot [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2}\} / \{1 - [(V \cdot v_{x1}) / c^2]\} \quad (13)$$

В специальной теории относительности зависимости массы  $M(V)$ , импульса  $P(V)$  и кинетической энергии  $E_k(V)$  материальной точки, движущейся со скоростью  $V$ , выражаются формулами:

$$M(V) = M_0 / [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2} \quad (14)$$

$$P(V) = (M_0 \cdot V) / [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2} \quad (15)$$

$$E_k(V) = M_0 \cdot c^2 \cdot \{1 / [1 - (V^2 / c^2)]^{1/2} - 1\} \quad (16)$$

где:  $M_0$  - масса этой материальной точки в состоянии покоя.

Следует отметить, что специальная теория относительности была создана в первую очередь, как попытка устранения противоречий между механикой и электродинамикой, а также как вариант объяснения результатов экспериментов, незарегистрировавших присутствие "эфирного ветра".

### III. Специальная теория относительности в общем виде

Предположим, что пространство - однородно и изотропно, а время - однородно (т.е. имеется симметрия пространства и времени).

При рассмотрении используем только принцип относительности.

Исходя из симметрии пространства и времени связь между координатами и временем одного и того же события в двух инерциальных системах отсчета неподвижной  $O_1x_1y_1z_1$  и подвижной  $O_2x_2y_2z_2$  выражается:

$$x_1 = \beta \cdot (x_2 + V \cdot t_2) \quad (17)$$

$$x_2 = \beta \cdot (x_1 - V \cdot t_1) \quad (18)$$

$$y_1 = y_2 \quad (3)$$

$$z_1 = z_2 \quad (4)$$

$$t_1 = \{[(\beta^2 - 1) \cdot x_2] / (\beta \cdot V)\} + (\beta \cdot t_2) \quad (19)$$

$$t_2 = \{[(1 - \beta^2) \cdot x_1] / (\beta \cdot V)\} + (\beta \cdot t_1) \quad (20)$$

где:  $\beta$  - коэффициент перехода, предположительно зависящий от скорости  $V$ .

Значение коэффициента перехода  $\beta$  может находиться в двух диапазонах  $\beta \geq 1$  и  $0 < \beta < 1$ .

При нахождении значения коэффициента перехода  $\beta$  в диапазоне  $\beta \geq 1$  зависимость  $\beta$  от скорости  $V$  выглядит следующим образом:

$$\beta^2 = 1 / [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)] \quad (21)$$

А при нахождении значения коэффициента перехода  $\beta$  в диапазоне  $0 < \beta < 1$  зависимость  $\beta$  от скорости  $V$  принимает вид:

$$\beta^2 = 1 / [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)] \quad (22)$$

где:  $v_{\text{хкр}1}$  и  $v_{\text{хкр}2}$  - действительные постоянные величины, имеющие размерность скорости и независящие от величины скорости  $V$  (т.е. инвариантные к выбору инерциальной системы отсчета).

#### IV. Основные формулы для случая $\beta \geq 1$

Для случая, когда значение коэффициента перехода  $\beta$  находится в диапазоне  $\beta \geq 1$  (формула (21)), получим:

$$x_1 = [x_2 + (V \cdot t_2)] / [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2} \quad (23)$$

$$x_2 = [x_1 - (V \cdot t_1)] / [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2} \quad (24)$$

$$y_1 = y_2 \quad (3)$$

$$z_1 = z_2 \quad (4)$$

$$t_1 = \{t_2 + [(V \cdot x_2) / v_{\text{хкр}1}^2]\} / [(1 - V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2} \quad (25)$$

$$t_2 = \{t_1 - [(V \cdot x_1) / v_{\text{хкр}1}^2]\} / [(1 - V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2} \quad (26)$$

$$v_{x1} = (v_{x2} + V) / \{1 + [(V \cdot v_{x2}) / v_{\text{хкр}1}^2]\} \quad (27)$$

$$v_{x2} = (v_{x1} - V) / \{1 - [(V \cdot v_{x1}) / v_{\text{хкр}1}^2]\} \quad (28)$$

$$v_{y1} = \{v_{y2} \cdot [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2}\} / \{1 + [(V \cdot v_{x2}) / v_{\text{хкр}1}^2]\} \quad (29)$$

$$v_{y2} = \{v_{y1} \cdot [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2}\} / \{1 - [(V \cdot v_{x1}) / v_{\text{хкр}1}^2]\} \quad (30)$$

$$v_{z1} = \{v_{z2} \cdot [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2}\} / \{1 + [(V \cdot v_{x2}) / v_{\text{хкр}1}^2]\} \quad (31)$$

$$v_{z2} = \{v_{z1} \cdot [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2}\} / \{1 - [(V \cdot v_{x1}) / v_{\text{хкр}1}^2]\} \quad (32)$$

$$M(V) = M_0 / [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2} \quad (33)$$

$$P(V) = (M_0 \cdot V) / [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2} \quad (34)$$

$$E_K(V) = M_0 \cdot v_{\text{хкр}1}^2 \cdot \{ \{1 / [1 - (V^2 / v_{\text{хкр}1}^2)]^{1/2}\} - 1 \} \quad (35)$$

## V. Основные формулы для случая $0 < \beta < 1$

Для случая, когда значение коэффициента перехода  $\beta$  находится в диапазоне  $0 < \beta < 1$  (формула (22)), получим:

$$x_1 = [x_2 + (V \cdot t_2)] / [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2} \quad (36)$$

$$x_2 = [x_1 - (V \cdot t_1)] / [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2} \quad (37)$$

$$y_1 = y_2 \quad (3)$$

$$z_1 = z_2 \quad (4)$$

$$t_1 = \{t_2 - [(V \cdot x_2) / v_{\text{хкр}2}^2]\} / [(1 + V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2} \quad (38)$$

$$t_2 = \{t_1 + [(V \cdot x_1) / v_{\text{хкр}2}^2]\} / [(1 + V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2} \quad (39)$$

$$v_{x1} = (v_{x2} + V) / \{1 - [(V \cdot v_{x2}) / v_{\text{хкр}2}^2]\} \quad (40)$$

$$v_{x2} = (v_{x1} - V) / \{1 + [(V \cdot v_{x1}) / v_{\text{хкр}2}^2]\} \quad (41)$$

$$v_{y1} = \{v_{y2} \cdot [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2}\} / \{1 - [(V \cdot v_{x2}) / v_{\text{хкр}2}^2]\} \quad (42)$$

$$v_{y2} = \{v_{y1} \cdot [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2}\} / \{1 + [(V \cdot v_{x1}) / v_{\text{хкр}2}^2]\} \quad (43)$$

$$v_{z1} = \{v_{z2} \cdot [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2}\} / \{1 - [(V \cdot v_{x2}) / v_{\text{хкр}2}^2]\} \quad (44)$$

$$v_{z2} = \{v_{z1} \cdot [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2}\} / \{1 + [(V \cdot v_{x1}) / v_{\text{хкр}2}^2]\} \quad (45)$$

$$M(V) = M_0 / [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2} \quad (46)$$

$$P(V) = (M_0 \cdot V) / [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2} \quad (47)$$

$$E_K(V) = M_0 \cdot v_{\text{хкр}2}^2 \cdot \{1 - \{1 / [1 + (V^2 / v_{\text{хкр}2}^2)]^{1/2}\}\} \quad (48)$$

## VI. Пример для определения применимости специальной теории относительности для инерциальных систем отсчета

Допустим, что имеются две инерциальные системы отсчета, аналогичные системам отсчета, изображенным на рис.1, неподвижная

$O_1x_1y_1z_1$  и подвижная  $O_2x_2y_2z_2$ , которая бы двигалась со скоростью  $V$  параллельно оси  $O_1x_1$  относительно системы  $O_1x_1y_1z_1$ .

Предположим, что имеется замкнутая механическая система тел, показанная на рис.2 и состоящая из точечных тел 1 и 2, имеющих равные массы  $M_0$  в состоянии покоя.

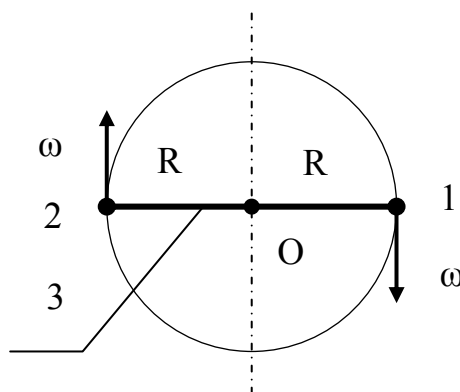


Рис. 2

Тела 1 и 2 соединены абсолютно жесткой (недеформируемой) нитью 3, не имеющей массы.

Тела 1 и 2 вращаются с угловой скоростью  $\omega$  вокруг общего центра масс точки  $O$ . Расстояние от точечного тела 1 (тела 2) до точки  $O$  равно  $R$ .

Поместим рассматриваемую замкнутую систему тел 1 и 2 в подвижную систему отсчета  $O_2x_2y_2z_2$  таким образом, чтобы точка  $O$  была бы неподвижна в этой системе и совпадала с началом координат  $O_2$ , как показано на рис. 3.

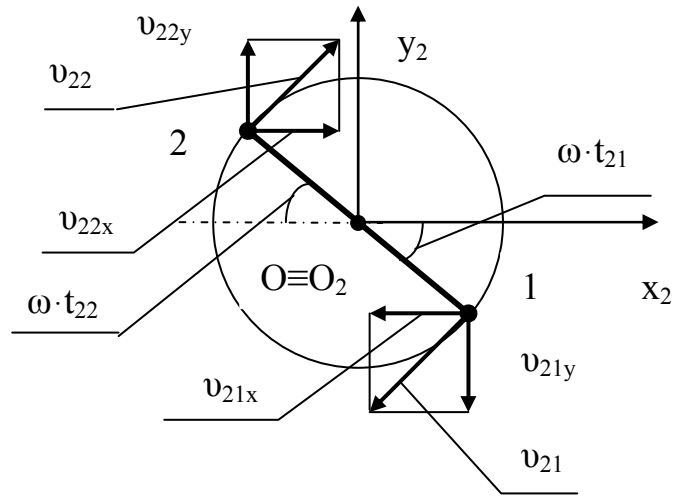


Рис. 3

Приведенный пример интересен тем, что используя связь между координатами и временем и связь между проекциями скоростей тел 1 и 2 в неподвижной  $O_1x_1y_1z_1$  и подвижной  $O_2x_2y_2z_2$  инерциальных системах отсчета, можно получить, что в неподвижной инерциальной системе отсчета  $O_1x_1y_1z_1$  импульс  $T_1$  и кинетическая энергия  $E_{к1}$  системы тел 1 и 2 изменяются во времени, т.е.  $T_1 \neq \text{Const}$  и  $E_{к1} \neq \text{Const}$ .

Одним словом в неподвижной инерциальной системе отсчета  $O_1x_1y_1z_1$  для замкнутой механической системы тел 1 и 2 не выполняются законы сохранения импульса и механической энергии.

Учитывая, что закон сохранения импульса связан со свойством симметрии пространства - однородностью пространства, а закон сохранения механической энергии связан с однородностью времени, то получается, что применение преобразований, предлагаемых специальной теорией относительности (для случая, когда значение коэффициента перехода  $\beta$  зависит от величины скорости) приводит к тому, что в неподвижной инерциальной системе отсчета  $O_1x_1y_1z_1$  нарушается симметрия пространства и времени.

По этому с одной стороны симметрия пространства и времени является

условием применения специальной теории относительности, а с другой стороны применение специальной теории относительности приводит к нарушению симметрии пространства и времени (к искривлению пространства и времени).

## VII. Заключение

В заключение можно отметить:

1. Преобразования Лоренца в специальной теории относительности не являются единственно возможной связью между координатами и временем в инерциальных системах отсчета.

2. На отдельном примере показано, что имеет место невозможность использования специальной теории относительности (в случае зависимости коэффициента перехода  $\beta$  от скорости  $V$ ) для инерциальных систем отсчета в связи с тем, что преобразования специальной теории относительности приводят к нарушению симметрии пространства и времени.

Более подробно предлагаемый материал изложен в статьях:

1. Кочетков В.Н. "Специальная теория относительности без постулата о постоянстве скорости света", журнал "Актуальные проблемы современной науки" (ISSN 1680-2721) № 1 (34) за 2007 год.

2. Кочетков В.Н. "Комментарии к специальной теории относительности (часть 1 и часть 2)", 08.02.2007г., Сайт "Новые идеи и гипотезы",  
<http://new-idea.kulichki.net/?mode=physics>

3. Кочетков В.Н. "Краткие комментарии к специальной теории относительности", 02.02.2007г., Сайт "Новые идеи и гипотезы",  
<http://new-idea.kulichki.net/?mode=physics>

4. Кочетков В.Н. "Специальная теория относительности без постулата о постоянстве скорости света (часть 1 и часть 2)", 30.11.2006г., Сайт "Новые идеи и гипотезы", <http://new-idea.kulichki.net/?mode=physics>

5. Кочетков В.Н. "Слабые места в специальной теории относительности", 19.02.2007г., Сайт "Новые идеи и гипотезы",



<http://new-idea.kulichki.net/?mode=physics>

Автор

В.Н. Кочетков

Статья "Краткие комментарии по вопросу применимости специальной теории относительности для инерциальных систем отсчета" размещена 12 марта 2007 года на сайте "Новые идеи и гипотезы", <http://new-idea.kulichki.net/?mode=physics>