3.8. Равноускоренное движение [8]

> «И мы находим в Иерусалимском Талмуде (Трумот, 8:4), что Элиягу, благо уже упомянут, сказал рабе Иеошуа бен-Леви (в деле с Уле бар-Кошев), когда тот спросил: «Разве это не написано в Мишне?». Элиягу ответил ему: «Разве эта Мишна благочестивых?» [130].

Цель данного пункта – выявить способ описания равноускоренного движения локального участка одной из сторон пустынного слоя псевдоповерхности Естества. Однако здесь применен не «радиолокационный», а «частичный» способ исследования метрико-динамических свойств псевдоповерхности Естества. Многие из нас в детстве пускали деревянные кораблики по весенним ручейкам и наблюдали, как эти кораблики, увлекаемые водой, повторяли перипетии ее течения. В силу того, что кораблик обладает инертной массой, на самом деле его путь не совсем совпадает с путем течения воды, но когда его масса незначительна по сравнению с силой водяного потока, то его инертными свойствами можно пренебречь. При этом можно считать, что трек его движения в среднем повторяет путь движения поверхности воды в ручейке. Подобно этому любимому занятию мальчишек времен моей юности можно с помощью поведения очень легкой пробной частицы исследовать течения невидимой, т. е. «прозрачной» псевдоповерхности Естества.

Алсигна в дальнейшем вводит понятие массы частиц и объясняет ее происхождение (опираясь на труды Г.И. Шипова), но в данном пункте масса пробной частицы m_0 вводится эвристически, как отражение ее способности сопротивляться ускоренному течению локального участка вакуумного слоя псевдоповерхности Естества. Точнее, в данном пункте в силу предположения о малости массы «частицы» по сравнению с силой исследуемого вакуумного потока инертность пробной частицы просто не учитывается. Представьте лодку в бушующем море. Среди разбушевавшейся стихии масса лодки практически не имеет никакого значения. Волны метают ее так, как если бы она была невесомой былинкой. Аналогично в данном пункте массой «частицы» можно пренебречь по сравнению с внушительной силой увлекающих ее вакуумных потоков.

Для построения релятивистски-равноускоренной системы отсчета, являющейся моделью протяженности ускоренно движущегося участка одной из сторон вакуумной псевдоповерхности Естества, нам необходимо прежде всего выяснить, какое движение следует называть релятивистски-равноускоренным. Как известно, в классической механике равноускоренным движением материальной точки называется движение под действием постоянной по величине и направлению силы

$$f^{\alpha} = const\,. \tag{3.83а}$$

Перенося это определение на релятивистский случай, естественно называть релятивистски - равноускоренным движением такое движение, которое происходит под действием постоянной по величине и направлению силы (3.83а), но удовлетворяющей уже уравнениям релятивистской механики [8]

$$m_0 c\frac{du^i}{ds} = F^i, \tag{3.83б}$$

где $u^i = dx^i/ds$ – 4-вектор скорости,

$$u^i = \left[\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \frac{v^{\alpha}}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\right],$$

F^i – 4-вектор силы,

$$F^i = \left[\frac{\vec{f}\cdot\vec{v}}{c^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \frac{f^a}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\right],$$

где f^a – обычная трехмерная сила.

Интервал для движущейся частицы по внешней стороне вакуумной псевдоповерхности Естества в галилеевых координатах, как обычно, имеет вид

$$ds^2 = c^2dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 . \tag{3.83д}$$

Учитывая, что для частицы, движущейся по закону

$$x = x(t); \quad y = y(t); \quad z = z(t), \tag{3.83е}$$

дифференциалы *dx, dy* и *dz* не являются независимыми, а связаны с дифференциалом *dt* соотношениями

$$dx = v^x dt \; ; \quad dy = v^y dt \; ; \quad dz = v^z dt , \tag{3.83ж}$$

интервал (3.83д) приводится к виду

$$ds^2 = c^2dt^2\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right). \tag{3.83з}$$

Величина

$$d\tau = dt\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

называется собственным временем.

Уравнения движения (3.83б) с учетом выражений (3.83в), (3.83г) и (3.83з) принимают вид:

$$m_0 \frac{d}{dt}\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\vec{f} \cdot \vec{v}}{c^2} ; \tag{3.83и}$$

$$m_0 \frac{d}{dt}\frac{\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \vec{f} . \tag{3.83к}$$

Покажем теперь, что уравнение (3.83и) является следствием остальных и может быть опущено. Для этого запишем его в виде

$$\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{\vec{v}\, m_0}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}}\left(\frac{\vec{v}}{c^2} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}\right) = \vec{f} . \tag{3.83м}$$

Умножая уравнение (3.83м) скалярно на величину $\vec{v}/c^2$, получим

$$\frac{m_0}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}}\left(\frac{\vec{v}}{c^2} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}\right) = \frac{\vec{v}}{c^2} \cdot \vec{f} . \tag{3.83н}$$

Преобразуя левую часть этого уравнения, приходим к первому уравнению системы (3.83и, к):

$$m_0 \frac{d}{dt}\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}}\left(\frac{\vec{v}}{c^2}\cdot\frac{d\vec{v}}{dt}\right) = \vec{f}\cdot\frac{\vec{v}}{c^2}\ . \qquad (3.83о)$$

Отметим также, что, исходя из уравнения (3.83н) релятивистские уравнения движения (3.83м) мы можем записать в квазиклассическом виде:

$$m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = \left[\vec{f} - \frac{\vec{v}}{c^2}\left(\vec{v}\cdot\vec{f}\right)\right]\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}. \qquad (3.83п)$$

Таким образом, релятивистски-равноускоренное движение одной из сторон псевдоповерхности Естества должно удовлетворять уравнению [8]

$$\frac{d}{dt}\frac{\vec{v}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\vec{f}}{m_0} = \vec{w} = const. \qquad (3.83р)$$

где $\vec{w}$ = $\boldsymbol{w}$ – ускорение движения одной из сторон псевдоповерхности Естества.

Найдем, по какому закону изменяются с течением времени координаты точки на одной из сторон псевдоповерхности Естества, движущейся релятивистски равноускоренно. Интегрируя уравнение (3.83р) по времени, получим [8]:

$$\frac{\vec{v}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \vec{w}t + \vec{v}_0; \quad \vec{v}_0 = \frac{\vec{v}(0)}{\sqrt{1-\frac{v^2(0)}{c^2}}}. \qquad (3.83с)$$

Разделим это равенство на c, возведем обе его части в квадрат и прибавим к его правой и левой частям по единице. В результате получим

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} = 1 + \frac{\left(\vec{w}t + \vec{v}_0\right)^2}{c^2}. \qquad (3.83т)$$

Тогда из выражений (3.83 с) и (3.83 т) имеем

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{\vec{w}t + \vec{v}_0}{\sqrt{1+\frac{\left(\vec{w}t + \vec{v}_0\right)^2}{c^2}}}. \qquad (3.83у)$$

Интегрируя это дифференциальное уравнение, получим закон релятивистски-равноускоренного движения одной стороны псевдоповерхности Естества [8]:

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \frac{\vec{w}c^2}{\varpi^2}\left[\sqrt{1+\frac{\left(\vec{w}t + \vec{v}_0\right)^2}{c^2}} - 1\right] + \frac{c}{\varpi}\left(\vec{v}_0 - \vec{w}\frac{\left(\vec{v}_0\cdot\vec{w}\right)}{\varpi^2}\right)\ln\left[\frac{\varpi t}{c} + \frac{\vec{v}_0\cdot\vec{w}}{c\varpi} + \sqrt{1+\frac{\left(\vec{w}t + \vec{v}_0\right)^2}{c^2}}\right], \qquad (3.83ф)$$

где $\varpi = |\mathbf{w}|$ – модуль вектора ускорения.

Собственное время точки будет изменяться при этом по закону

$$\tau = t_0 + \frac{c}{\varpi}\ln\left[\frac{\varpi t}{c} + \frac{\vec{v}_0 \cdot \vec{w}}{c\varpi} + \sqrt{1 + \frac{\left(\vec{w}t + \vec{v}_0\right)^2}{c^2}}\right]^2. \tag{3.83х}$$

Пусть инерциальная система отсчета (описывающая внутреннюю сторону псевдоповерхности Естества) и релятивистски-равноускоренная система отсчета (описывающая ее внешнюю сторону) имеют одинаковую ориентацию осей координат, и релятивистски-равноускоренная система отсчета движется без начальной скорости ($v_0 = 0$) вдоль оси x инерциальной системы отсчета. Тогда, если считать, что при $t = 0$ их начала координат совпадали, из выражения (3.83ф) получим закон движения начала координат релятивистски-равноускоренной системы отсчета, вмороженной в равноускоренно движущуюся внешнюю сторону псевдоповерхности Естества:

$$x_0 = \frac{c^2}{\varpi}\left[\sqrt{1 + \frac{\varpi^2 t^2}{c^2}} - 1\right]. \tag{3.83ц}$$

Поэтому формулы преобразования координат при переходе от инерциальной системы отсчета (X, T) к релятивистски-равноускоренной системе (x, t) будут иметь вид [8]:

$$x = X - x_0 = X - \frac{c^2}{\varpi}\left[\sqrt{1 + \frac{\varpi^2 T^2}{c^2}} - 1\right]. \tag{3.83ч}$$

Преобразование времени можно задать произвольно. Рассмотрим последовательно два наиболее интересных случая: а) когда время остается одним и тем же в обеих системах отсчета: $t = T$; б) когда в качестве времени выбирается собственное время какой-либо точки (например, начала координат) ускоренной системы отсчета:

$$t = \frac{c}{\varpi} Arsh \frac{\varpi T}{c} = \frac{c}{\varpi}\ln\left[\frac{\varpi T}{c} + \sqrt{1 + \frac{\varpi^2 T^2}{c^2}}\right]. \tag{3.83ш}$$

Для первого случая имеем

$$x = X - \frac{c^2}{\varpi}\left[\sqrt{1 - \frac{\varpi^2 T^2}{c^2}} - 1\right]; \quad t = T. \tag{3.83щ}$$

Отметим, что при отсутствии ускорения ($\varpi = 0$) данное преобразование превращается в тождественное преобразование

$$x = X; \quad t = T.$$

При преобразовании (3.83щ) метрика, описывающая равноускоренное движение личины одной из сторон псевдоповерхности Естества, принимает вид

$$ds^2 = \frac{c^2 dt^2}{1 + \frac{\varpi^2 t^2}{c^2}} - \frac{2\varpi\, t\, dt\, dx}{\sqrt{1 + \frac{\varpi^2 t^2}{c^2}}} - dx^2 - dy^2 - dz^2. \tag{3.83э}$$

Если бы мы провели анализ для равнозамедленного движения, т. е. если бы вместо (3.83р) за основу мы взяли бы уравнение

$$\frac{d}{dt}\frac{\vec{v}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = -\vec{w} = const\ ,$$

то получили бы интервал

$$ds^2 = \frac{c^2 dt^2}{1-\frac{\varpi^2 t^2}{c^2}} - \frac{2\varpi\, t\, dt\, dx}{\sqrt{1-\frac{\varpi^2 t^2}{c^2}}} - dx^2 - dy^2 - dz^2\ , \qquad (3.83ю)$$

который описывает равнозамедленное движение изнанки той же стороны «пустынного» участка псевдоповерхности Естества.

В данном пункте мы вновь оказались перед сложностью одностороннего описания вакуумного слоя двухсторонней псевдоповерхности Естества, при том, что аксиоматика двухсторонней теории все еще не введена. Поэтому изложение вновь оказывается запутанным и туманным. Здесь мы рассмотрели лишь поведение личины и изнанки равноускоренного участка внешней стороны одного из λ_{m-n} *-вакуумов, описываемых интервалами (3.83э) и (3.83ю) с сигнатурой* $(+ - - -)$. *Односторонность несимметричной теории как тяжелые путы не позволяют рассудку вырваться на свободу двухсторонней легкости и изящности изложения.*

Пока же отметим, что две стороны вакуумного слоя псевдоповерхности Естества могут двигаться относительно друг друга с ускорением, но при этом данное движение оказывается зависимым от внутренних свойств этих протяженностей. При сравнении с ручейком, упомянутым в начале данного пункта, находим некоторую аналогию с подвижными сторонами двухсторонней псевдоповерхности Естества. Ручей также имеет две стороны: поверхность и дно. Ускоренное движение поверхности ручейка, струящегося с горы, зависит от состояния его дна. Причем чем меньше глубина ручейка, тем эта зависимость оказывается большей. В тонком слое воды межмолекулярные связи ощутимо обуславливают закономерности движения ее поверхности относительно ее же дна.

Преобразования Лоренца, приведенные в пункте 3.6, как раз эвристически и учитывают те связи между внешней и внутренней сторонами вакуумного слоя псевдоповерхности Естества, которые предопределяют их взаимодвижение. Преобразования Лоренца и результаты данного пункта показывают, что если скорости и ускорения подвижных участков λ_{m-n} *-вакуумов малы по отношению к скорости света, то взаимные движения их внешних и внутренних сторон можно полагать практически независимыми. Однако при скоростях, соизмеримых со скоростью света, и при больших ускорениях зависимость этих взаимодвижений становится весьма ощутимой.*

Касаются ли результаты данного пункта любого из $\lambda_{m\div n}$ *-вакуумов, встречающихся в толще псевдоповерхности Естества? Данный вопрос требует дополнительного исследования. Однако в отношении любого из вакуумов можно сказать, что течения различных его участков – это лишь своего рода усредненный иллюзорный эффект, похожий на коллективное движение, выявляемое посредством усреднения или укрупнения масштаба рассмотрения его ультраструктуры (т.е. посредством увеличения длины пробной волны света). Это подобно тому, как ветер возбуждает волновые возмущения на поле спелой пшеницы. Волновые возмущения разгуливают по полю, а сами колосья пшеницы колеблются только возле своего положения равновесия. Причем данное иллюзорное движение участка внешней усредненной стороны протяженности одного из* $\lambda_{m\div n}$ *-вакуумов в среднем обязательно компенсируется противоположным движением протяженности его внутренней стороны.*