О ПОДХОДАХ К СОЗДАНИЮ РАСШИРЕННОЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ*

В.В. Корухов, О.В. Шарыпов

В настоящее время в физике в рамках различных подходов получены теоретические результаты, свидетельствующие о предельном характере ряда планковских величин: скорости, действия, длины и времени [1], массы и плотности [2], потенциала электрического поля, ускорения и температуры [3], электрического сопротивления и энтропии [4] и т.д. Обобщение этих результатов позволило сформулировать новый методологический принцип для построения фундаментальных постнеклассических теорий, получивший название «$\hbar cG$-принцип» [5]. Согласно этому принципу планковские значения физических величин должны играть роль релятивистски инвариантных пределов (в соответствующих процессах и явлениях). Иными словами, для всех физических величин множества значений ограничены конечными (не равными бесконечности или нулю) универсальными пределами, причем значения этих пределов не зависят от выбора инерциальной системы отсчета (ИСО). Требование релятивистской инвариантности планковских величин X_{pl} непосредственно следует из их определения, поскольку каждая из них выражается комбинацией известных фундаментальных физических постоянных (ФФП) – $\hbar$, c, G, k согласно размерности: $X_{pl} \equiv \hbar^{\chi} \cdot c^{\eta} \cdot G^{\theta} \cdot k^{\sigma}$. В этом смысле постоянная Планка $\hbar$, скорость света в вакууме c, гравитационная постоянная G и постоянная Больцмана k должны считаться планковскими величинами. В соответствии с этим определением все планковские величины рассматриваются в качестве ФФП.

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 03-06-80367.

© Корухов В.В., Шарыпов О.В., 2005

На необходимость релятивистской инвариантности планковских величин впервые было обращено в работе одного из авторов данной статьи [6]. Благодаря этому свойству планковские значения физических величин приобретают абсолютный характер, что качественно отличает их от относительных значений, характеризующих состояния вещественных объектов [7].

Учет релятивистской инвариантности и предельности планковских величин играет огромную роль в построении физических теорий. Примерами могут служить перемены, которыми сопровождается переход от классической механики

– к специальной теории относительности (СТО) вследствие учета планковской скорости c;

– к нерелятивистской квантовой механике вследствие учета планковского действия $\hbar$;

– к релятивистской квантовой механике вследствие учета двух планковских величин $\hbar$, c.

То же характерно для перехода от ньютоновской классической теории гравитации к релятивистской – общей теории относительности вследствие учета конечности скорости света c. Заметим, что теория, которая учитывала бы предельный характер гравитационной постоянной G (как планковской величины) пока не создана [8].

Учет того или иного набора планковских величин определяет качественную специфику (содержание) теории. Расширение набора учитываемых планковских величин приводит к необходимости построения расширенной теории, которая обобщает предшествующую теорию в согласии с принципом соответствия. Исходя из этого можно пытаться строить новые фундаментальные теории путем расширения оснований существующих теорий за счет введения тех или иных планковских величин. Этот путь постепенного обобщения теорий ведет к созданию единой теории, в которой будут представлены все планковские величины (все ФФП) и которая служит идеалом постнеклассического единства физики.

Направлению этого процесса соответствуют, в частности, попытки расширения СТО. В последние годы опубликовано большое количество работ, авторы которых рассматривают варианты модификации СТО за счет введения в аппарат СТО той или иной дополнительной релятивистски инвариантной величины: планковской длины, импульса, энергии [9]. Все эти подходы объединены общим названием «Doubly Special Re-

lativity», которое подчеркивает то обстоятельство, что в отличие от эйнштейновской СТО в новых построениях используется не одна, а две планковские величины. В работе Ковальски-Гликмана и Смолина [10] предпринята попытка построения теории, учитывающей три инвариантные величины («Triply Special Relativity»).

По-видимому, последовательное обобщение СТО должно привести к теории, в которой будут представлены предельные и инвариантные значения всех величин, используемых механикой: длины, времени, массы, импульса, ускорения, силы, энергии и т.д. Для такой теории нами предложено название «Extended Special Relativity» (расширенная СТО) [11]. Ее создание позволит устранить физически бессмысленные результаты СТО, приводящие к неограниченно большим и малым (т.е. бесконечным и нулевым) значениям физических величин. Тем самым область применимости эйнштейновской СТО будет ограничена, – новая теория должна предсказывать конечные пределы изменения значений физических величин, причем эти пределы, как мы считаем, будут определяться планковскими параметрами.

Дискретно-непрерывная структура пространства-времени

Начиная с 30-х годов XX в. в физике обсуждается идея фундаментальной длины. В качестве претендентов на роль фундаментальной длины L был «испробован» ряд характерных протяженностей, возникающих в теориях микромира. Согласно современным теоретическим представлениям, роль фундаментальной длины может играть планковская длина $l_{\mathrm{pl}} = (\hbar G/c^3)^{1/2} \sim 10^{-33}$ см. Тем самым предполагается, что протяженность $L = l_{\mathrm{pl}}$ обладает свойствами релятивистской инвариантности и предельности по отношению ко всем без исключения вещественным объектам и процессам (универсальность) независимо от их природы [12].

Теория, использующая понятия фундаментальной длины l_{pl} и инвариантной скорости c, очевидно, должна включать в себя также и понятие фундаментальной длительности: $t_{\mathrm{pl}} = l_{\mathrm{pl}}/c \sim 10^{-44}$ с. Величины l_{pl} , t_{pl} могут быть использованы в построении того или иного варианта расширенной СТО (РСТО). Поскольку СТО может рассматриваться как «теория пространства-времени», постольку введение в нее понятий минимальных инвариантных протяженности и длительности означает

изменение представлений о структуре пространства-времени в малых масштабах. Отличные от нуля величины l_{pl} и t_{pl} придают свойство дискретности (прерывности) структуре пространства и времени. С другой стороны, релятивистская инвариантность значений l_{pl} и t_{pl} воспроизводит абсолютные свойства нулевого элемента (непрерывного) множества [13]. Можно заключить, что структура такого пространства (и времени) не является в строгом смысле дискретной или непрерывной. В пространстве с такой структурой нет выделенных направлений (изотропность), все ИСО физически равноправны. Для обозначения специфики структуры пространства (времени) с l_{pl} (t_{pl}) был введен термин «дискретно-непрерывная структура» [14].

Пространство с дискретно-непрерывной структурой, по-видимому, обладает специфическими топологическими свойствами. Метрические свойства дискретно-непрерывного пространства на малых масштабах должны отличаться от метрических свойств плоского пространства с непрерывной структурой (евклидова пространства), а на больших масштабах по сравнению с l_{pl} (t_{pl}) должны приближаться к ним. Такое пространство оказывается искривленным на малых масштабах в отличие от римановых пространств, которые локально евклидовы.

В настоящей работе мы будем использовать упрощенную модель дискретно-непрерывного пространства-времени. В качестве первого приближения примем, что на масштабах, превышающих l_{pl} и t_{pl}, пространство-время плоское и обладает непрерывной структурой. Величины l_{pl} и t_{pl} ограничивают физически допустимые значения протяженности и длительности. Эта модель соответствует введению релятивистски инвариантных обрезающих параметров в модель пространства-времени, используемую в СТО.

Понятие максимальной скорости движения объекта

Новая концепция структуры пространства и времени, связанная с наличием предельно малых и релятивистски инвариантных протяженности l_{pl} и длительности t_{pl}, требует уточнения понятия механической скорости движения объектов.

В пространстве и времени с непрерывной структурой (т.е. при $l_{pl} = 0$ и $t_{pl} = 0$) скорость движения определяется в каждой точке траектории как $V = \mathrm{d}r/\mathrm{d}t$, где $\mathrm{d}r$ и $\mathrm{d}t$ – бесконечно малые изменения координат и времени. Введение предельно малых определенных масштабов l_{pl} и t_{pl}, очевидно,

приведет к необходимости доопределения понятия скорости, причем поправка должна быть связана с величиной l_{pl}.

В дальнейшем мы ограничим круг рассматриваемых явлений областью элементарных частиц. Это позволит нам при необходимости переходить в рассмотрении от координатного пространства к импульсному. При этом мы будем представлять движение в пространстве-времени, соответствующем макроскопическому опыту. Учет планковских параметров приведет к определенному ограничению диапазона значений физических величин.

Расширение СТО благодаря учету фундаментальной длины ($l_{\text{pl}} \neq 0$), которая определяется через постоянную Планка $\hbar$, конечно, не означает автоматического перехода к квантовым представлениям. В то же время новая теория должна учитывать предельный характер l_{pl} (и других ФФП), и это свойство фундаментальной длины непосредственно связано с предельным характером кванта действия. Данное свойство $\hbar$ выражается соотношениями неопределенностей Гейзенберга, лежащими в основе квантовой механики: $\Delta p \cdot \Delta l \geq \hbar$ (Δp – изменение импульса). Если РСТО учитывает l_{pl} и претендует на описание кинематики вплоть до микроскопических (планковских) пространственно-временных масштабов, то она должна согласовываться с соотношениями неопределенностей Гейзенберга.

Предположим, что некоторый объект (элементарная частица с массой покоя m_0) покоится в инерциальной системе отсчета, которая движется относительно наблюдателя с постоянной скоростью V. Тогда минимальная область локализации частицы в системе наблюдателя l связана с неопределенностью значения ее импульса (или скорости $\Delta p/m_0$). Пусть $V \to V_{\max} \neq \infty$, где $V_{\max}$ – некоторое *предельное* значение скорости (введение которой мы хотим обосновать) наблюдаемого движения конкретного объекта. Тогда согласно нерелятивистским квантовым представлениям $p \to p_{\max} = m_0 V_{\max}$ и $l \sim \hbar/(m_0 V_{\max}) \neq 0$ ($\Delta p \sim p$). В рамках релятивистских квантовых представлений минимальная область локализации частицы не равна нулю и характеризуется комптоновским размером: $l \sim l_0 = \hbar/(m_0 c) \neq 0$. В противоречие с этим, в случае $V \to V_{\max} = c$ СТО приводит к результату: $l \to 0$. Конечно, скорость, равная c, не может непосредственно характеризовать движение вещественного объекта в СТО, и значение l для него должно всегда оставаться конечным. Тем не менее согласно СТО при $V \to c$ размер l становится сколь угодно мало

й величиной, что противоречит идее о существовании фундаментальной длины, а также не согласуется с требованиями квантовой механики. Устранение этих противоречий может быть связано с учетом в РСТО минимальных элементов структуры пространства-времени (предельного характера планковских величин). Соответственно должны измениться и представления о допустимой скорости вещественных объектов.

Можно заметить, что СТО содержит утверждение о том, что максимальная скорость движения вещественных объектов V_{max} в любом случае должна быть меньше c. Однако СТО не указывает конечное различие между V_{max} и c: $(c^2 - V^2_{max}) \to 0$. Идея о дискретно-непрерывной структуре пространства-времени дает основания для *предположения* о существовании конечного предела разности $(c^2 - V^2_{max}) > 0$. Представим его в следующей форме:

$$V^2 / c^2 \le V^2_{max} / c^2 = 1 - \alpha, \qquad (1)$$

где V_{max} – максимальная скорость движения объекта; $V^2_{max} = c^2 (1 - \alpha)$, $\alpha \ge 0$ – неопределенная функция, связанная с фундаментальной длиной (и возможно, с другими ФФП). Значение α является релятивистски инвариантной величиной, которая может учитывать физические параметры конкретного объекта (например, m_0) и в согласии с принципом соответствия должна стремиться к нулю при $l_{pl} \to 0$.

К форме выражения (1) можно прийти на основе следующих рассуждений. Комптоновский размер частицы l_0 определяет характерное время $t_0 = l_0 / c$. Пусть за время t_0 изменение координаты данного объекта составляет $l_1 = V t_0 \le V_{max} t_0 = (l_1)_{max}$. За это же время свет проходит расстояние $l_2 = c t_0$. Поскольку $l_2 > (l_1)_{max}$, постольку, учитывая предельный характер l_{pl}, можно записать

$$l_2^2 - (l_1)^2_{max} \equiv \omega^2 l_{pl}^2 \ge l_{pl}^2,$$

где ω – некоторая константа, $\omega^2 \ge 1$. Тогда

$$V^2_{max} / c^2 = 1 - \omega^2 (l_{pl} / l_0)^2 \equiv 1 - \alpha.$$

Тем самым для элементарных частиц получим

$$V^2/c^2 \le V^2{}_{max}/c^2 = 1 - \omega^2 (m_0/m_{pl})^2,$$

что совпадает по форме с предположением (1). Выражение для α будет выяснено в дальнейшем на основе предельных соотношений развиваемой теории.

Идея о существовании предельной релятивистски инвариантной скорости движения микрообъекта является новым подходом к решению проблемы физического согласования результатов СТО и квантово-механических соотношений неопределенностей Гейзенберга. Этим же обеспечивается отсутствие в теории физически бессмысленных результатов – неограниченно больших и бесконечно малых значений физических величин [15]. Эта идея и определение (1) являются возможными следствиями гипотезы о существовании фундаментальной длины l_{pl} и других предельных инвариантных планковских величин.

Следствия введения понятия максимальной скорости движения объекта в РСТО

В рассматриваемом варианте расширения СТО мы сохраняем постулаты Эйнштейна. Расширение теории при этом достигается за счет введения дополнительного постулата, который не должен противоречить принципиальным положениям СТО. Это методологическое требование к построению новой теории отвечает принципу соответствия. Тем самым мы основываемся на принципе относительности и на постоянстве скорости света c во всех ИСО (причем c считается не зависящей от энергии фотона). Дополнительным постулатом служит утверждение о существовании релятивистски инвариантных пределов – планковских величин, которые должны учитываться новой теорией. Среди них – фундаментальная длина l_{pl}.

Благодаря выбору постулатов ряд основополагающих соотношений и утверждений СТО сохраняются в данном варианте РСТО. В первую очередь сохраняется вывод об инвариантности значения интервала s между событиями в покоящейся (K) и движущейся (K') системах координат:

$$(s_{12})^2 = c^2 (t_2 - t_1)^2 - (x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2 - (z_2 - z_1)^2 =$$
$$= (s'_{12})^2 = c_2 (t'_2 - t'_1)^2 - (x'_2 - x'_1)^2 - (y'_2 - y'_1)^2 - (z'_2 - z'_1)^2 . \qquad (2)$$

Здесь подразумеваются ограничения, связанные с принятой моделью пространства-времени: $l_{\text{pl}}^2 < c^2 (t_2 - t_1)^2$; $(x_2 - x_1)^2$; $(y_2 - y_1)^2$; $(z_2 - z_1)^2$; $(s_{12})^2$.

Система K' движется относительно системы K с постоянной скоростью V вдоль оси x. Система K' связана с конкретным микрообъектом (например, с элементарной частицей с массой покоя m_0). Тем самым множество значений скорости относительного движения V ограничено значением $V^2_{\max} = c^2 (1 - \alpha)$ согласно определению (1).

Линейные преобразования координат и времени, которые обеспечивают инвариантность интервала (2), по форме соответствуют преобразованиям Лоренца:

$$x = (x' + Vt') (1 - V^2/c^2)^{-1/2}, \quad y = y', \quad z = z', \quad t = (t' + Vx'/c^2) (1 - V^2/c^2)^{-1/2}. \quad (3)$$

Используя (3), можно прийти к формулам, описывающим связь собственного времени $t_0 = (t'_2 - t'_1)$ и времени $t = (t_2 - t_1)$, отсчитываемого неподвижными часами в системе отсчета K, а также связь между собственной длиной объекта $l_0 = (x'_2 - x'_1)$, измеряемой в движущейся системе отсчета K', и длиной $l = (x_2 - x_1)$, измеряемой в системе отсчете K, относительно которой рассматривается движение:

$$t = t_0 (1 - V^2/c^2)^{-1/2} \quad (\text{при } x'_2 = x'_1, y'_2 = y'_1, z'_2 = z'_1); \quad (4)$$

$$l = l_0 (1 - V^2/c^2)^{1/2} \quad (\text{при } t'_2 = t'_1). \quad (5)$$

Выражения (4) и (5) по форме аналогичны соотношениям в СТО. Однако из (5) можно заметить, что при приближении скорости V относительного движения систем отсчета к предельному значению $V_{\max} < c$ величина l стремится к *конечному* пределу:

$$l^2 \Big|_{V^2 \to V^2_{\max}} \to l_0^2 (1 - V^2_{\max}/c^2) = \alpha\, l_0^2 . \quad (6)$$

То есть лоренцево сокращение длины в РСТО ограничено минимальной предельной величиной – в отличие от СТО, предсказывающей в качестве предела нуль. Тем самым из теории принципиально исключается один из физически бессмысленных результатов.

Из постулата о существовании релятивистски инвариантной предельно малой протяженности следует, что при $l_0 \to l_{\rm pl}$ значение l тоже должно стремиться к $l_{\rm pl}$. В соответствии с (5) и (6) это означает, что

$$\alpha\Big|_{l_0 \to l_{\rm pl}} \to 1 \Leftrightarrow V\Big|_{l_0 \to l_{\rm pl}} \to 0. \qquad (7)$$

Из (4) следует, что при любом значении скорости $V \le V_{\max}$ конечному собственному времени t_0 должно соответствовать конечное время t в покоящейся системе отсчета. Если $t_0 \to t_{\rm pl}$, то в силу инвариантности величины $t_{\rm pl}$ значение t должно тоже стремиться к $t_{\rm pl}$. Это обеспечивается условием $\alpha\Big|_{t_0 \to t_{\rm pl}} \to 1 \Leftrightarrow V\Big|_{t_0 \to t_{\rm pl}} \to 0$, которое согласуется с (7), если l_0 и t_0 – взаимно согласованные величины, например комптоновский размер частицы и соответствующее время $t_0 = l_0/c$.

В СТО для импульса и энергии частицы имеет место

$$p^2 = m_0^2 V^2 (1 - V^2/c^2)^{-1}, \quad E^2 = m_0^2 c^4 (1 - V^2/c^2)^{-1}. \qquad (8)$$

Согласно постулатам РСТО максимальное значение энергии частицы ограничено инвариантным планковским значением, $E \le E_{\rm pl}$, где $E_{\rm pl} = m_{\rm pl} c^2 = (\hbar c^5/G)^{1/2}$. Поскольку $(E^2)_{\max} = m_0^2 c^4 (1 - V^2_{\max}/c^2)^{-1}$, постольку

$$m_{\rm pl}^2 c^4 = m_0^2 c^4 (1 - V^2_{\max}/c^2)^{-1}.$$

Следовательно, для максимальной скорости частицы получим

$$V^2_{\max} = c^2 (1 - m_0^2/m_{\rm pl}^2) = c^2 (1 - l_{\rm pl}^2/l_0^2).$$

Соответственно

$$\alpha = (m_0/m_{pl})^2 = (l_{pl}/l_0)^2, \quad \omega^2 = 1. \qquad (9)$$

К этому же результату можно прийти, если потребовать, чтобы длина объекта в системе наблюдателя была ограничена минимальной инвариантной протяженностью $l_{\rm pl}$. Тогда выражение (9) следует из (5). Оно было получено впервые в работах В.В. Корухова [16].

Полученный результат согласуется с условием (7). Действительно, при $l_0 \to l_{\rm pl}$: $\alpha \to 1$ и $V_{\max} \to 0$. Это означает, что частица с массой покоя

$m_0 = m_{\text{pl}}$ ("планкеон" [17]) должна находиться в *состоянии релятивистски инвариантного покоя*. Согласно (8) импульс движения планкеона равен нулю, энергия равна E_{pl}, импульс покоя равен $p_{\text{pl}} = m_{\text{pl}}\, c$. Отсутствие импульса движения означает, что относительного движения планкеонов и вещественного наблюдателя не существует [18]. Состояние релятивистски инвариантного покоя планкеонов резко отличает их от известных видов материи – вещества и поля. Эти объекты можно отнести к специфическому (третьему) виду материи. В силу своих свойств планкеон может рассматриваться как структурный элемент вакуумоподобной среды [19].

Для вещественных объектов (например, для элементарных частиц с массой покоя m_0, $0 < m_0 < m_{\text{pl}}$) $0 < V^2_{\max} < c^2$. Тем самым согласно выражениям (8) каждый из них характеризуется не только максимальным конечным значением энергии $E_{\max} = m_{\text{pl}}\, c^2$, но и максимальным конечным значением импульса движения

$$p^2_{\max} = m_0^2\, V^2_{\max}\ (1 - V^2_{\max}/c^2)^{-1} \equiv p_{\text{pl}}^2 - p_0^2,$$

где $p_0 = m_0\, c$ – импульс покоя частицы; $p_{\text{pl}} = m_{\text{pl}}\, c$ – планковский импульс. Эти значения релятивистски инвариантны.

Из выражений (8) следует общая связь между энергией и импульсом:

$$E^2 - p^2\, c^2 = m_0^2\, c^4. \qquad (10)$$

Уравнение (10) можно конкретизировать для трех видов материи [20]:

$E^2 - p^2\, c^2 = m_0^2\, c^4$ – вещество ($m_0 > 0$);
$E^2 - p^2\, c^2 = 0$ – фотоны ($m_0 = 0$);
$E^2 = m_0^2\, c^4$, – планкеоны ($m_0 = m_{\text{pl}} = \text{inv}$, $p = 0$).

Заключительные замечания

Предложенная идея введения понятия максимальной скорости наблюдаемого движения объекта позволяет исключить ряд принципиальных трудностей, присущих релятивистским теориям, сохранив оба постулата СТО. Величина $V_{\max}$ определяется ФФП и зависит от физических характеристик объекта:

$$V^2_{\max} = c^2 \, (1 - l_{\rm pl}^2 / l_0^2). \qquad (11)$$

Эта величина релятивистски инвариантна, хотя в общем случае и не относится к классу планковских величин, поскольку включает в себя собственные параметры объекта. В силу обобщающего характера РСТО понятие максимальной скорости включает инвариантные пределы: $V^2_{\max} = c$ при $m_0 = 0$ (фотоны) и $V_{\max} = 0$ при $m_0 = m_{\rm pl} = {\rm inv}$ (планкеоны).

Наблюдаемая в любой инерциальной системе отсчета скорость движения объекта с массой покоя m_0 ограничена значением $V_{\max}(m_0)$. На наш взгляд, асимптотическое достижение частицей максимальной скорости может быть в некоторой степени аналогично ограничению возможности получения информации о движении объекта, пересекающего сферу Шварцшильда, в ОТО.

Максимальная скорость объекта возникает в варианте РСТО, учитывающем все относящиеся к механике планковские величины ($E_{\rm pl}, p_{\rm pl}, m_{\rm pl}, l_{\rm pl}, t_{\rm pl}, c, \hbar, \ldots$) в качестве релятивистски инвариантных пределов. Тем самым в явном виде формулируются пределы применимости СТО, что исключает возможность появления физически бессмысленных результатов, а также избавляет от необходимости использования искусственных обрезающих процедур, поскольку в теории появляется набор естественных релятивистски инвариантных обрезающих параметров.

Предложенные варианты DSR-теорий («Doubly Special Relativity») связаны с «деформированием» (обобщением) преобразований Лоренца, дисперсионного соотношения СТО. Однако нелинейные преобразования координат и времени многовариантны, что приводит к проблеме обоснования единственности предлагаемой формы преобразований. Деформирование дисперсионного соотношения приводит к зависимости скорости света от энергии, что также порождает ряд проблем. В частности, неясно, какое значение скорости света следует использовать в формулах, описывающих движение того или иного вещественного объекта. В изложенном в настоящей работе подходе к расширению СТО [21] подобные проблемы не возникают. Скорость света по-прежнему остается универсальной постоянной, а преобразования координат и времени сохраняют форму линейных преобразований Лоренца. Сохранение формы

преобразований Лоренца является следствием используемой модели дискретно-непрерывного пространства-времени, в которой в качестве первого приближения предполагается сохранение свойств плоского пространства-времени СТО на всех масштабах вплоть до l_{pl} и t_{pl}. Следующее приближение должно быть связано с изменением выражения для метрики (2), что непосредственно отразится на математи- ческой форме преобразований. Очевидно, они должны будут учитывать значения l_{pl} и t_{pl}, однако предсказать их конкретный вид пока не представляется возможным.

С физической точки зрения существенной новизной теории, использующей понятие $V_{\max}$, является описание кинематического состояния релятивистски инвариантного покоя. Подобно тому как СТО описывает инвариантное движение фотонов ($m_0 = 0$, $V_{\max} = c$), в рамках расширенной теории удается сформировать представление об инвариантном покое планкеонов ($m_0 = m_{pl}$, $V_{\max} = 0$). Тем самым планкеон, как и фотон, принципиально отличается от вещественных объектов. Можно предположить, что эти объекты (планкеоны) образуют среду, являющуюся моделью вакуумоподобного состояния материи – релятивистского эфира [22]. В этом случае характерными физическими параметрами данной среды являются планковские величины, которые проявляются для вещественных объектов в качестве универсальных инвариантных пределов.

Такое понимание позволяет обосновать постулаты СТО существованием релятивистского эфира. Действительно, все ИСО находятся в одинаковом кинематическом состоянии по отношению к этой фундаментальной среде, *поэтому* они физически эквивалентны (принцип относительности, отсутствие эфирного «ветра») и скорость распространения возмущений будет для них одинаковой (c = const). Существование релятивистской среды не противоречит основам современных фундаментальных физических теорий (СТО, ОТО, квантовой теории поля и др.). В то же время невзаимосвязанные постулаты этих теорий получают общее объяснение на основе идеи о заполняющей пространство релятивистской среде.

В итоге можно сформулировать следующие основные положения:

1) планковские величины должны обладать свойством релятивистской инвариантности;

2) для любого объекта с массой покоя $0 < m_0 < m_{\mathrm{pl}}$ максимальное значение скорости не превышает скорости света, $V_{\max} < c$;

3) частицы с массой покоя $m_0 = m_{pl}$ (планкеоны) инвариантно покоятся относительно любой инерциальной системы отсчета;

4) планкеон можно рассматривать как структурный элемент фундаментальной (вакуумоподобной) среды.

Примечания

1. См.: *Кадышевский В.Г.* К теории квантованного пространства-времени // ЖЭТФ. – 1961. – Т. 41, № 6. – С. 1885–1894; *Киржниц Д.А.* Проблема фундаментальной длины // Природа. – 1973. – № 1. – С. 38–46; *Hawking S.W.* // Nuclear Phys. B 114. – 1978. – P. 349; *Сахаров А.Д.* Существует ли элементарная длина? // Квант. – 1991. – № 5. – С. 2–11.

2. См.: *Марков М.А.* Элементарные частицы максимально больших масс (кварки, максимоны) // ЖЭТФ. – 1966. – Т. 51, № 3. – С. 878–890; *Он же.* Предельная плотность материи как универсальный закон природы // Письма в ЖЭТФ. – 1982. – Т. 36, № 6. – С. 214–216.

3. *Марков М.А., Фролов В.П.* Метрика закрытого мира Фридмана, возмущенная электрическим зарядом (к теории электромагнитных "фридмонов") // Теоретическая и математическая физика. – 1970. – Т. 3, № 1. – С. 3–17; *Сахаров А.Д.* О максимальной температуре теплового излучения // Письма в ЖЭТФ. – 1966. – Т. 3, № 11. – С. 439–441; *Unruh W.G.* Notes on black-hole evaporation // Phys. Rev. D. – 1976. – V. 14, iss. 4. – P. 870–892; *Caianiello E.R., Landi G.* Maximal acceleration and Sakharov's limiting temperature // Lettere al Nuovo Cimento. – 1985. – V. 42, iss. 2. – P. 70–72; *Massa C.* Ferretti's limit and Sakharov's temperature // Lettere al Nuovo Cimento. – 1985. – V. 44, iss. 8. – P. 607–608; *Caianiello E.R.* Is there a maximal acceleration? // Lettere al Nuovo Cimento. –1981. – V. 32, iss. 3; *Brandt H.E.* Maximal proper acceleration relative to the vacuum // Lettere al Nuovo Cimento. – 1983. – V. 38, iss. 15; *Гинзбург В.Л., Фролов В.П.* О возбуждении и излучении "детектора", движущегося в вакууме с ускорением или равномерно движущегося со сверхсветовой скоростью в среде // Письма в ЖЭТФ. – 1986. – Т. 43, № 6. – С. 265–267; *Зельдович Я.Б., Рожанский Л.В., Старобинский А.А.* Излучение ускоренного электрона // Письма в ЖЭТФ. – 1986. – Т. 43, № 9. – С. 407–409.

4. См.: *Корухов В.В.* О природе фундаментальных констант / Методологические основы разработки и реализации комплексной программы развития региона. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 59–74.

5. См.: *Корухов В.В.* О природе фундаментальных констант; *Он же.* Фундаментальные постоянные и структура пространства-времени. – Новосибирск: Новосибирск. гос. ун-т, 2002.

6. См.: *Корухов В.В.* О природе фундаментальных констант.

7. *Корухов В.В., Шарыпов О.В.* О возможности объединения свойств инвариантного покоя и относительного движения на основе новой модели пространства с минимальной длиной // Философия науки. – 1995. – № 1. – С. 38–49.

8. Ранее авторами была высказана гипотеза о том, что классическую теорию гравитации можно попытаться обобщить, приняв постулат о предельном инвариантном характере гравитационной постоянной: $G = (\rho_{pl} \cdot t_{pl}^2)^{-1} \le (\Delta\rho \cdot \Delta t^2)^{-1}$ (подобно соотношениям неопределенностей Гейзенберга в квантовой механике, где ρ – плотность, t – время (см.:

: *Корухов В.В.* Фундаментальные постоянные и структура пространства-времени; *Он же.* Методологическая функция гравитационной постоянной // Гуманитарные науки в Сибири. – 1998. – № 1. – С. 15–20; *Шарыпов О.В.* Понятие фундаментальной длины и методологические проблемы современной физики. – Новосибирск: Новосибирск. гос. ун-т, 1998; *Шарыпов О.В., Гришин С.Г.* О проблеме синтеза в развитии основ современной физики // Философия науки. – 2001. – № 1 (9). – С. 47–67.

9. См.: *Amelino-Camelia G.* Relativity in space-time with short-distance structure governed by an observer-independent (Planckian) length scale // Int. J. Mod. Phys. D11, 35 (2002), gr-qc/0012051; *Id.* Testable scenario for relativity with minimum-length // Phys. Lett. B 510, 255 (2001), hep-th/0012238; *Id.* Doubly Special Relativity // Nature 418 (2002) 34–35, gr-qc/0207049; *Maguejo J., Smolin L.* Lorentz invariance with an invariant energy scale // Phys. Rev. Lett. 88, 190403 (2002), hep-th/0112090; и др.

10. См.: *Kowalski-Glikman J., Smolin L.* Triply Special Relativity, hep-th/0406276.

11. См.: *Korukhov V.V., Sharypov O.V.* On the Extended Special Relativity with observer-independent and limiting planckian scales // The Philosopher, the Scientist and Cosmic Space: Values, Problems, Perspectives: XV World conference of International association “Cosmos and Philosophy” (IACP), Smolian, Bulgaria, October 1–4, 2004.

12. Шарыпов О.В. Понятие фундаментальной длины…; *Он же.* Фундаментальная длина: явление и сущность // Философия науки. – 1998. – № 1(4). – С. 14–33. В этом смысле фундаментальная длина является величиной абсолютной. Впервые на релятивистскую инвариантность планковской длины было указано в работе В.В. Корухова «О природе фундаментальных констант».

13. Подобные величины играют роль «конечного», или, точнее, «*актуального*» нуля множества (см.: Корухов В.В., Шарыпов О.В. О возможности объединения свойств…).

14. См.: *Корухов В.В.* Фундаментальные постоянные…; *Шарыпов О.В.* Понятие фундаментальной длины…

15. См.: *Корухов В.В.* О природе фундаментальных констант; *Он же.* Фундаментальные постоянные…

16. Там же.

17. Гипотетические частицы с планковской массой покоя рассматривались Дж.А. Уилером (*Уилер Дж.* Предвидение Эйнштейна. – М., 1970), М.А. Марковым (см.: *Марков М.А.* Предельная плотность материи…; *Марков М.А., Фролов В.П.* Метрика закрытого поля Фридмана…), К.П. Станюковичем (см.: *Станюкович К.П.* Пространственно-временные интерпретации моделей «Вселенной» А. Эйнштейна и А. Фридмана // Пространство и время в современной физике. – Киев, 1968. – С. 277). В работе В.В. Корухова «О природе фундаментальных констант» впервые высказана гипотеза о том, что планкеоны обладают свойством релятивистски инвариантного покоя.

18. См.: *Корухов В.В.* О природе фундаментальных констант; *Он же.* Релятивистский эфир // Философия науки. – 2000. – № 2 (8). – С. 72–75; *Корухов В.В., Шарыпов О.В.* О возможности объединения свойств…

19. Там же.

20. См.: *Корухов В.В.* О природе фундаментальных констант; *Он же.* Фундаментальные постоянные…

21. Представленные результаты не являются законченным вариантом РСТО, – они лишь намечают подход к созданию новой теории, которая должна строиться с использованием новых математических представлений, соответствующих «дискретно-непрерывной» структуре пространства-времени. Тем самым на первый план выходит задача изучения свойств модели дискретно-непрерывного пространства-времени и создания адекватного

математического аппарата, который учитывал бы наличие предельного инвариантного элемента множества. Разработка такого математического аппарата позволит корректно использовать в теории операции дифференцирования, конечные значения инвариантных элементов могут привести к нелинейности арифметических действий, подобно тому как отличается правило сложения скоростей в СТО от сложения скоростей в классической механике (см.: . *Шарыпов О.В.* Понятие фундаментальной длины…).

22. Невозможность обнаружения эфира посредством инерциального движения может быть связана с особым уравнением состояния такой среды (см.: *Глинер Э.Б.* Алгебраические свойства тензора энергии-импульса и вакуумоподобные состояния вещества // ЖЭТФ. – 1965. – Т. 49, вып. 2(8). – С. 542; *Он же*. О возможном обобщении уравнений Эйнштейна // Письма в ЖЭТФ. – 1965. – Т. 2, вып. 2): $P = -\varepsilon$, где P – давление; ε – плотность энергии. В такой среде любая ИСО является локально сопутствующей («встречный ветер» отсутствует) в отличие от вещества (для которого существует единственная локальная сопутствующая ИСО) и поля (для которого не существует понятия сопутствующей системы отсчета).

Институт философии и права СО РАН,
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе
СО РАН, г. Новосибирск

***Korukhov, V.V, and O.V. Sharipov*. On approaches to development of Extended Special Relativity**

This paper presents an approach to the development of a version of Extended Special Relativity which allows for the existence of limiting relativistically invariant quantities (Planck's parameters). It shows the possibility of excluding non-physical predictions of relativity theories by using the concept of maximum velocity of objects' observed motion. It proposes a model of a vacuum-like medium with a kinematical property of relativistically invariant rest. Planck's quantities are taken to be fundamental physical constants related to the structure of this medium.