

## Моделирование наночастиц

Б.С. Курнышев<sup>1</sup>, Б.А. Староверов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
г. Иваново, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБОУВО «Костромской государственный технологический университет» (КГТУ),  
г. Кострома, Российская Федерация  
E-mail: bor403@yandex.ru; sba44@mail.ru

### Авторское резюме

**Состояние вопроса:** Между энергией сильного и гравитационного взаимодействия существует экстремальное из всех возможных различие. Ни одна существующая теория не предлагает разумной схемы их логической взаимосвязи. Стандартная модель дает описание сильному, электромагнитному и слабому взаимодействиям, но не включает в себя гравитацию, не дает описания темной энергии и скрытого вещества. В 2000-е годы стали появляться результаты, в которых предсказания Стандартной модели расходятся с экспериментальными данными. Кроме того, Стандартная модель содержит слишком много внешних параметров. Теории единого фундаментального взаимодействия экспериментально подтвердить не удалось. Так, например, невозможность экспериментального наблюдения процесса распада протона говорит о том, что теория струн и используемый ею принцип суперсимметрии, скорее всего, ошибочны. Поэтому для дальнейшего прогресса теории необходимы альтернативные идеи, одной из которых может быть идея композитности фундаментальных частиц. В связи с изложенным актуальными являются работы, посвященные разработкам логических схем единого описания взаимодействий с экстремальными энергиями.

**Материалы и методы:** В основу положены тензорный метод исследования сложных многомерных динамических систем, теория кратного интеграла Фурье, теорема Планшереля, теория поля, дифференциальное исчисление в частных производных, теоретический метод, основанный на исследовании физического изоморфного масштабно инвариантных физических систем с большими масштабными коэффициентами скейлинга  $10^{\pm 41}$ ,  $10^{\pm 82}$  и  $10^{\pm 123}$ , планковские формулы, содержащие только три фундаментальные постоянные (скорость света в вакууме, редуцированную постоянную Планка и гравитационную постоянную). Важной составной частью является метод, основанный на анализе непрерывных многомерных криволинейных пространств с кручением.

**Результаты:** Впервые теоретически определены длина окружности протона как четыре его комптоновские длины волны и длина окружности нейтрона как четыре его комптоновские длины волны. Показано, что разница в длине волны протона и нейтрона является критерием бета-распада свободного нейтрона. Теоретически определен момент отделения электрона и антинейтрино от нейтрона в бета-распаде. Установлено, что минимальное действие внутри нуклонов меньше постоянной Планка в  $10^{123}$  раз:  $h' = h \cdot 10^{-123}$ ,  $\hbar' = \hbar \cdot 10^{-123}$ . Определены безразмерные энергетические и геометрические соотношения между нуклонами и наблюдаемой Вселенной как двух физических изоморфных систем, при этом значения безразмерных масштабных коэффициентов (скейлинга) определены как  $10^{\pm 41}$ ,  $10^{\pm 82}$  и  $10^{\pm 123}$ . Доказано, что гравитация является физическим изоморфизмом сильного взаимодействия; в формулу потенциала сильного взаимодействия входит константа  $G'$ , значение которой в  $10^{41}$

больше гравитационной постоянной  $G$ :  $G' = G \cdot 10^{41}$ . Показано, что причина конфайнмента заключается в изоморфизме сильного и гравитационного взаимодействий. Теоретически получена формула для вычисления отношения элементарного электрического заряда протона к его массе. Показано, что энергию и массу нужно рассматривать как частотно-временные многообразия в пространстве с бесконечным числом частотно-временных измерений. Установлена структура метрики внутри нуклонов и во Вселенной: метрический тензор является многомерным и содержит симметричную и антисимметричную составляющие. Показано, что в соответствии с этими составляющими четыре фундаментальных взаимодействия разбиваются на две пары: электромагнитное и слабое, сильное и гравитационное. Получено представление о Вселенной в целом как о СРТ-инвариантной структуре с суммарным алгебраически нулевым барионным зарядом. Переопределены планковские величины, в связи с чем планковская длина приобрела физический смысл длины окружности протона, планковское время приобрело физический смысл четырех временных интервалов движения со скоростью света вдоль переопределенной планковской длины, планковская масса приобрела физический смысл барионной массы Вселенной, умноженной на коэффициент  $10^{-82}$ , при этом планковское действие и момент импульса сохраняются. Показано, что масса протонного вещества в нуклонах составляет около 4 %, остальная энергия заключена в многомерной полевой частотно-временной динамической структуре, которая представляет собой темную энергию, участвует в сильном взаимодействии и дает около 96 % массы нуклонов. Аналогично, в наблюдаемой Вселенной обычное вещество – это 4 %, а 96 % – темная энергия.

**Выводы:** По сути разработаны фундаментальные основы тензорной частотно-временной единой теории поля, которая в рамках единой концепции способна дать ответы на все нерешенные вопросы современной физики элементарных частиц и космологии и установить связь между двумя фундаментальными теориями (общей теорией относительности и квантовой теорией), а также обозначить новые направления в области большой энергетики, фундаментальной науки и техники.

**Ключевые слова:** Стандартная модель, теории струн, преонные теории, партонные теории, сильное взаимодействие, конфайнмент, гравитация, космология, физика элементарных частиц, физический изоморфизм.

## Modelling of nanoparticles

B.S. Kurnyshev<sup>1</sup>, B.A. Staroverov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russian Federation  
<sup>2</sup> Kostroma State Technological University (KSTU), Kostroma, Russian Federation  
 E-mail: bor403@yandex.ru; sba44@mail.ru

### Abstract

**Background:** There is the largest possible difference between the energies of the strong and gravitational interactions. None of the existing theories offers a reasonable scheme to logically connect them. The Standard Model describes strong, electromagnetic and weak interactions but ignores gravitation, dark energy and hidden substances. The early 21st century saw a number of studies in which the Standard Model predictions differed from the experimental values. Besides, the Standard Model contains too many external parameters. The theory of unified fundamental interaction has not been confirmed experimentally. For example, the fact that it is impossible to observe proton decomposition experimentally indicates that the string theory and the supersymmetry principle are most probably wrong. Therefore, for further development of the theory, we need alternative ideas, among which is the concept of composite fundamental particles. All this makes the works developing logical schemes of unified description of interactions with extreme energies urgent.

**Materials and methods:** The research employed the tensor method of studying complex multidimensional dynamic system analysis, n-fold Fourier integral theory, Plancherel theorem, field theory, partial differential calculation, theoretical method based on studying physically amorphous scale-invariant physical systems with large scaling factors  $10^{\pm 41}$ ,  $10^{\pm 82}$  and  $10^{\pm 123}$ , Planck's formulae with only three fundamental constants (light speed in vacuum, reduced Planck constant and gravitational constant). An important component is the method based on analyzing continuous multidimensional curved bent spaces.

**Results:** For the first time we determined the proton circumference as its four Compton wave-lengths and the neutron circumference as its four Compton wave-lengths. We have shown that the difference in the proton and neutron wave lengths is the criterion for free neutron beta decay and theoretically determined the moment of electron and neutrino separation from the neutron in beta decay. We have found that the minimum action inside nucleons is  $10^{123}$  weaker than the Planck constant:  $h' = h \cdot 10^{-123}$ ,  $\hbar' = \hbar \cdot 10^{-123}$ . We have determined the nondimensional energy and geometrical relations between the nucleons and the observed Universe as two physically isomorphic systems with the following nondimensional scaling factors:  $10^{\pm 41}$ ,  $10^{\pm 82}$  and  $10^{\pm 123}$ . We have proved that gravitation is a physical isomorphism of strong interaction; the strong interaction potential formula includes a constant  $G'$ , the value of which is  $10^{41}$  higher than the gravitational one  $G$ :

$G' = G \cdot 10^{41}$ . It has been shown that the reason for confinement is the isomorphism of strong and gravitational interactions. We have theoretically deduced a formula for calculating the ratio of elementary electric charge of the proton to its mass. It has been shown that energy and mass should be viewed as time-and-frequency diversities in a space with an infinite number of time-and-frequency dimensions. We have determined the structure of nucleon and Universe metrics: the metrical tensor is multidimensional and contains symmetric and asymmetric components. It has been shown that according to these components, the four fundamental interactions are divided into two pairs: electromagnetic and weak, strong and gravitational ones. The idea of the Universe as a whole as a CPT-invariant structure with a total of algebraically zero baryon charge has been confirmed. We have redetermined Planck values, due to which the Planck length took the physical meaning of proton circumference, the Planck time – of four time intervals of movement at the speed of light along the redetermined Planck length, the Planck mass – of the baryonic mass of the Universe multiplied by the factor of  $10^{-82}$ , with the Planck action and angular momentum preserved. It has been shown that the preonic matter mass in the nucleons is about 4 %, the remaining energy is in the multidimensional field time-and-frequency dynamic structure which represents dark energy, participates in the strong interaction and accounts for about 96 % of the nucleon mass. Similarly, the ordinary matter accounts for 4 %, while the dark energy – for 96 % of the observed Universe.

**Conclusions:** We have developed the fundamentals of the tensor time-and-frequency unified field theory that, when applied within the scope of a unified concept, can solve all the unsolved problems of modern elementary particle physics and cosmology, and make a connection between the two fundamental theories (general relativity theory and quantum theory), and define new research directions in the field of high energy, fundamental science and technology.

**Key words:** Standard Model, string theories, preonic theories, partonic theories, strong interaction, confinement, gravitation, cosmology, elementary particle physics, physical isomorphism.

DOI: 10.17588/2072-2672.2017.2.056-067

**Введение.** Тенденции современной науки убеждают в том, что структура энергетики будущего зависит от степени изучения материи на фундаментальном уровне. Попытки рассматривать варианты теорий, в которых протон является частицей нестабильной, – тому свидетельство. Ведь почти вся энергия вещества сосредоточена в чрезвычайно малых областях сильного взаимодействия.

Предлагаемый подход отличается от известных (по научным публикациям) теорий. По сути, разработан изоморфный механизм объединения сильного и гравитационного взаимодействий в единой логической схеме метрической теории.

**Методы исследования.** Исходной математической строительной основой является абсолютный тензор ранга 1 (вектор  $\tau$ ) с размерностью времени.

Ковариантные компоненты вектора  $\tau$  ( $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ ) образуют непрерывное ковариантное тензорное поле с компонентами  $\tau_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), а контравариантные компоненты вектора  $\tau$  ( $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$ ) образуют контравариантное тензорное поле с компонентами  $\tau^k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ), при этом  $n \rightarrow \infty$ .

Поля  $\tau_i$  и  $\tau^k$  функционально взаимосвязаны:  $\tau_i = \tau_i(\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n)$ ,  $\tau^k = \tau^k(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$ .

Таким образом, два многомерных динамических дифференциально-геометрических многообразия  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$  и  $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$  при  $n \rightarrow \infty$  образуют единое непрерывно изменяющееся тензорное поле  $\tau$ , которым обусловлено существование всех четырех фундаментальных взаимодействий, пространства-времени и всех частиц.

Между полями  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$  и  $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$  существует различие: инфинитезимальные перемещения поля  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$  и всякие перемещения в этом поле являются инерциальными; инфинитезимальные перемещения поля  $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$  и всякие перемещения в этом поле являются неинерциальными. Поэтому обычное время  $t_i$  в поле  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$  и обычное время  $t^k$  в поле  $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$  связаны между собой в каждой точке неравенством  $t^k \leq t_i$ . В этом смысле поле  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$  является выделенным.

Дифференцирование поля  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$  по полю  $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$  дает следующую систему в частных производных:

$$d\tau_i = \frac{\partial \tau_i}{\partial \tau^k} d\tau^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \frac{\partial \tau_i}{\partial \tau^k} d\tau^k \quad (i = 1, 2, \dots, n). \text{ Здесь}$$

$d\tau_i$  и  $d\tau^k$  не являются постоянными и, следовательно,  $d^2\tau_i \neq 0$ ,  $d^3\tau_i \neq 0$ , ... ,  $d^n\tau_i \neq 0$ ,  $d^2\tau^k \neq 0$ ,  $d^3\tau^k \neq 0$ , ... ,  $d^n\tau^k \neq 0$ .

Дифференциалы  $d\tau_i$  представляют собой компоненты вектора  $e^i d\tau_i \equiv \sum_{i=1}^{i=n} e^i d\tau_i$  инерци-

альных инфинитезимальных перемещений в поле  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ , а дифференциалы  $d\tau^k$  представляют собой компоненты вектора

$$e_k d\tau^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} e_k d\tau^k \text{ неинерциальных инфините-$$

зимальных перемещений в поле  $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$ , где  $e^i$  – ковариантный локальный базис в поле  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ ;  $e_k$  – контравариантный локальный базис в поле  $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$ .

Из определения векторов  $e^i d\tau_i$  и  $e_k d\tau^k$  инфинитезимальных перемещений и обратного тензорного признака следует, что  $\tau_{ik} = \frac{\partial \tau_i}{\partial \tau^k}$  есть компоненты дважды ковариантного метриче-

$$\text{ского тензора } \tau_{ik} e^i e^k = \frac{\partial \tau_i}{\partial \tau^k} e^i e^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} \tau_{ik} e^i e^k$$

рассматриваемого  $n$ -мерного пространства, где  $e^k = \delta_i^k e^i \equiv \sum_{i=1}^{i=n} \delta_i^k e^i$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ );  $\delta_i^k$  –

$\delta$ -символы Кронекера ранга 2. Так что  $d\tau_i = \tau_{ik} d\tau^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \tau_{ik} d\tau^k$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

Вектор  $\tau$  может быть представлен в двух эквивалентных инвариантных формах:

$$\tau = \tau_i e^i \equiv \sum_{i=1}^{i=n} \tau_i e^i \text{ и } \tau = \tau^k e_k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \tau^k e_k. \text{ Действи-$$

тельно,  $e_k = \tau_{ik} e^i \equiv \sum_{i=1}^{i=n} \tau_{ik} e^i$ , поэтому

$\tau = \tau_i e^i = \tau_{ik} \tau^k e^i = \tau^k \tau_{ik} e^i = \tau^k e_k = \tau$ . Так что векторы  $\tau_i e^i$  и  $\tau^k e_k$  образуют единое взаимосвязанное тензорное поле  $\tau$  в пространстве с метрикой  $\tau_{ik}$ . При этом в поле вектора  $\tau$  сосуществуют два физически различных, но взаимосвязанных векторных пространства, которым принадлежат векторы  $\tau_i e^i$  и  $\tau^k e_k$ .

Связь ковариантных (инерциальных)  $\tau_i$  и контравариантных (неинерциальных)  $\tau^k$  координат локально устанавливается метрическим

$$\text{тензором } \tau_{ik} e^i e^k: \tau_i = \frac{\partial \tau_i}{\partial \tau^k} \tau^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \frac{\partial \tau_i}{\partial \tau^k} \tau^k.$$

Тензор  $\tau_{ik} e^i e^k$  должен быть несимметричным ( $\tau_{ki} \neq \tau_{ik}$ ), иначе получим многообразия, достаточно хорошо изученные, но которые уже не могут претендовать на решение поставленной задачи. Следовательно,  $\tau_{ik}$  можно представить в виде суммы симметричной  $g_{ik}$  и антисимметричной  $\omega_{ik}$  составляющих:  $\tau_{ik} = g_{ik} + \omega_{ik}$ , где  $g_{ki} = g_{ik}$ ;  $\omega_{ki} = -\omega_{ik}$ ;  $g_{ik} = \frac{\tau_{ik} + \tau_{ki}}{2}$ ;  $\omega_{ik} = \frac{\tau_{ik} - \tau_{ki}}{2}$ .

Рассмотрим следующую квадратичную форму:

$$d\tau \cdot d\tau = d\tau_k d\tau^k = \tau_{ik} d\tau^i d\tau^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} \tau_{ik} d\tau^i d\tau^k,$$

где  $d\tau^i = \delta_k^i d\tau^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \delta_k^i d\tau^k$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $\delta_k^i$  –

$\delta$ -символы Кронекера ранга 2;  $d\tau \cdot d\tau = \|d\tau\|^2$  – скаляр (тензор ранга 0).

Во-первых, внешнее произведение  $d\tau^i d\tau^k$  представляет собой компоненты дважды контравариантного абсолютного тензора

ранга 2:  $d\tau^i d\tau^k e_i e_k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} d\tau^i d\tau^k e_i e_k$ , где

$$e_i = \delta_i^k e_k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \delta_i^k e_k \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Во-вторых, произведение  $d\tau^i d\tau^k$  не должно коммутировать:  $d\tau^k d\tau^i \neq d\tau^i d\tau^k$ , т. е. тензор  $d\tau^i d\tau^k e_i e_k$  является несимметричным. В противном случае, т. е. если без всякого обоснования (априори) принять равенство  $d\tau^i d\tau^k = d\tau^k d\tau^i$ , при свертке  $\tau_{ik} = g_{ik} + \omega_{ik}$  на составляющую

$$\omega_{ik} d\tau^i d\tau^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} \omega_{ik} d\tau^i d\tau^k$$
 образует нуль-

тензор:  $\omega_{ik} d\tau^i d\tau^k \equiv 0$ , потому что  $\omega_{ki} = -\omega_{ik}$ . Остается неинтересная квадратичная форма  $g_{ik} d\tau^i d\tau^k$  обычного риманова многообразия.

Тот факт, что в произведении  $d\tau^i d\tau^k$ , состоящем из двух промежутков времени  $d\tau^i$  и  $d\tau^k$ , объективно нельзя поменять местами сомножители, вообще говоря, является дискуссионным. Пока можно ограничиться лишь замечанием, что в динамично изменяющемся пространстве ход времени в каждой точке постоянно меняется и, как следствие, порядок измерения промежутков времени имеет значение.

В-третьих, произведение  $d\tau^i d\tau^k$  можно представить в виде суммы симметричной  $d\zeta^i d\zeta^k$  и антисимметричной  $d\xi^i d\xi^k$  составляющих:  $d\tau^i d\tau^k = d\zeta^i d\zeta^k + d\xi^i d\xi^k$ , где  $d\zeta^k d\zeta^i = d\zeta^i d\zeta^k$ ;  $d\xi^k d\xi^i = -d\xi^i d\xi^k$ , причем  $d\zeta^i d\zeta^k = \frac{d\tau^i d\tau^k + d\tau^k d\tau^i}{2}$ ,  $d\xi^i d\xi^k = \frac{d\tau^i d\tau^k - d\tau^k d\tau^i}{2}$ .

В результате имеем следующую квадратичную форму:  $d\tau \cdot d\tau = g_{ik} d\zeta^i d\zeta^k + \omega_{ik} d\xi^i d\xi^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} (g_{ik} d\zeta^i d\zeta^k + \omega_{ik} d\xi^i d\xi^k)$ , эквивалентную

$$d\tau \cdot d\tau = \tau_{ik} d\tau^i d\tau^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} \tau_{ik} d\tau^i d\tau^k, \quad \text{так как}$$

свертки симметричных составляющих на антисимметричные, содержащиеся в тензорах  $\tau_{ik} e^i e^k$  и  $d\tau^i d\tau^k e_i e_k$ , дают нуль-тензоры:

$$g_{ik} d\xi^i d\xi^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} g_{ik} d\xi^i d\xi^k \equiv 0;$$

$$\omega_{ik} d\zeta^i d\zeta^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} \omega_{ik} d\zeta^i d\zeta^k \equiv 0.$$

Заметим, что вследствие равенств  $g_{ki} d\zeta^k d\zeta^i = g_{ik} d\zeta^i d\zeta^k$  и  $\omega_{ki} d\xi^k d\xi^i = \omega_{ik} d\xi^i d\xi^k$ ,

квадратичная форма  $d\tau \cdot d\tau$  не зависит от порядка следования индексов  $i$  и  $k$ , несмотря на то, что  $\tau_{ki} \neq \tau_{ik}$  и  $d\tau^k d\tau^i \neq d\tau^i d\tau^k$ .

Кроме того, составляющая  $\omega_{ik} d\xi^i d\xi^k$  может менять знак и поэтому существует в двух вариантах:  $\omega_{ik} d\xi^i d\xi^k = -\omega_{ki} d\xi^i d\xi^k$  и  $\omega_{ik} d\xi^i d\xi^k = -\omega_{ik} d\xi^k d\xi^i$ . Следовательно, эта знакопеременная составляющая – явный претендент на описание элементарного электрического заряда.

Компоненты  $g_{ik}$  симметричного тензора  $g_{ik} e^i e^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} g_{ik} e^i e^k$  определяются в виде скалярных произведений вида  $g_{ik} = e_i \cdot e_k = |e_i| |e_k| \cos \alpha_{ik}$ , где  $\alpha_{ik}$  – угол между  $e_i$  и  $e_k$ . При этом  $e_k \cdot e_i = e_i \cdot e_k$ .

Вместе с тем компоненты  $\omega_{ik}$  антисимметричного тензора  $\omega_{ik} e^i e^k \equiv \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} \omega_{ik} e^i e^k$  определяются как  $\omega_{ik} = |e_i| |e_k| \sin \alpha_{ik} = -|e_k| |e_i| \sin \alpha_{ki} = -\omega_{ki}$ , где  $\alpha_{ki}$  – угол между  $e_k$  и  $e_i$ .

В силу равенства  $\cos^2 \alpha_{ik} + \sin^2 \alpha_{ik} \equiv 1$  при всех  $\alpha_{ik}$  имеем скаляр  $|e_i| |e_k| = \sqrt{g_{ik}^2 + \omega_{ik}^2}$  (тензор ранга 0, скалярное поле) в рассматриваемом  $n$ -мерном пространстве, образованный локальными базисными векторами  $e_i, e_k$ .

Аналогично,  $g^{ik} = e^i \cdot e^k = |e^i| |e^k| \cos \alpha_{ik}$ ,  $\omega^{ik} = |e^i| |e^k| \sin \alpha_{ik} = -|e^k| |e^i| \sin \alpha_{ki} = -\omega^{ki}$  и, следовательно,  $|e^i| |e^k| = \sqrt{g^{ik2} + \omega^{ik2}}$ .

Норма  $\|d\tau\|$  вектора  $d\tau$  определяется из скалярного произведения

$$\|d\tau\|^2 = d\tau \cdot d\tau = d\tau_k d\tau^k = \tau_{ik} d\tau^i d\tau^k,$$

следовательно, она является абсолютным скаляром (тензором ранга 0).

Направление вектора  $\tau$  в инвариантной форме задается безразмерным единичным вектором  $\tau^0: \tau^0 = \frac{\tau}{\|\tau\|}$ , где  $\|\tau\| = \sqrt{\tau \cdot \tau}$  – норма вектора  $\tau$ .

В зависимости от  $\|\tau\|$  единичный вектор  $\tau^0$  может изменяться только по направлению, т. е. вектор  $d\tau^0$  ортогонален к вектору  $\tau^0$  и, следовательно, к вектору  $\tau$ .

В инвариантной форме имеем

$$\frac{d\tau^0}{d\|\tau\|} = \left[ \omega, \tau^0 \right],$$

где  $\omega = \pm \|\omega\| \omega^0$  – относительный контравариантный вектор (аксиальный вектор) с компонентами в виде свертки e-объектов на бивектор с помощью символов Леви-Чивита (e-объекты). Вектор  $\omega$  направлен (по правилу правого винта) вдоль оси, вокруг которой перемещается вектор  $\tau^0$ , и имеет длину  $\|\omega\|$ , равную угловой скорости поворота вектора  $\tau^0$  по отношению к  $\|\tau\|$ . Тогда

$$\frac{d\tau}{d\|\tau\|} = \tau^0 + \|\omega\| \|\tau\| \left[ \omega^0, \tau^0 \right].$$

Из этого уравнения следует, что если выполняется условие  $\|\omega\| \|\tau\| \rightarrow \infty$ , то в пределе радиальная составляющая  $\tau^0$  исчезает и возникает равенство

$$\frac{d\tau}{d\|\tau\|} = \|\omega\| \|\tau\| \left[ \omega^0, \tau^0 \right],$$

в котором векторы  $d\tau$  и  $\tau$  ортогональны, при этом инфинитезимальные перемещения вектора  $\tau$  в рассматриваемом многомерном  $\tau$ -пространстве будут дискретными, как бы ступенчатыми с бесконечно малым шагом в тангенциально-радиальных направлениях, но в среднем строго поперечными.

**Результаты исследования.** Дальнейшее изложение связано с обоснованием величины минимального действия ( $\hbar$ ) в областях сильного взаимодействия. Показано, что  $\hbar = h \cdot 10^{-123}$ , где  $h$  – постоянная Планка. Кроме того, в процессе анализа планковских формул показано, что для описания областей сильного взаимодействия имеет смысл ввести безразмерные масштабные коэффициенты  $10^{-41}$ ,  $10^{-82}$  и  $10^{-123}$ .

Первый коэффициент ( $10^{-41}$ ) возникает при сравнении постоянной Хаббла ( $H$ ) с параметром  $v_p = \frac{c}{\lambda_p}$ , где  $c$  – скорость света в вакууме;  $\lambda_p$  – комптоновская длина волны протона. Отношение  $\frac{H}{v_p}$  равно  $10^{-41}$  (при современной оценке  $H$ ). Из этого следует естественная единица времени внутреннего пространства нуклонов:  $1 \cdot 10^{-41}$  секунды.

Таким образом принимается, что время  $t'$  внутри нуклонов течет в  $10^{41}$  раз медленнее естественного времени  $t$ :  $\frac{t'}{t} = 10^{-41}$ .

Чтобы не менять значение скорости света, в качестве естественной единицы длины во внутреннем пространстве нуклонов следует принять  $1 \cdot 10^{-41}$  метра:  $\frac{l'}{l} = 10^{-41}$ , где  $l'$  – длина во внутреннем пространстве нуклонов;  $l$  – длина в обычных метрах.

При таком выборе единиц измерения времени и длины единица измерения скоростей внутри нуклонов не меняется: 1 метр в 1 секунду. Соответственно, скорость света сохраняет свое значение.

Размерности частоты  $\nu$  и угловой частоты  $\omega$  являются обратными размерности времени, поэтому  $\frac{\nu'}{\nu} = \frac{t}{t'} = 10^{41}$ ,  $\frac{\omega'}{\omega} = \frac{t}{t'} = 10^{41}$ , где  $\nu'$  и  $\omega'$  – частоты во внутреннем пространстве нуклонов.

Есть еще величина, единица измерения которой не изменяется, – это гравитационный потенциал  $\phi$ , размерность которого такая же, что и у квадрата скорости:  $\dim \phi = m^2 \cdot c^{-2}$ .

Ключевым моментом следующих построений является задача переопределения планковских величин: времени  $t_{pl} = \sqrt{\frac{G\hbar}{c^5}}$ ; дли-

ны  $l_{pl} = ct_{pl} = \sqrt{\frac{G\hbar}{c^3}}$ ; массы  $m_{pl} = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}}$ ; энергии

$E_{pl} = m_{pl}c^2 = \sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}}$ ; импульса

$p_{pl} = m_{pl}c = \sqrt{\frac{\hbar c^3}{G}}$  и др., где  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$  – редуци-

рованная постоянная Планка;  $c$  – скорость света в вакууме;  $G$  – гравитационная постоянная. При этом структура самих этих формул должна сохраниться.

Суть переопределения планковских величин заключается в следующем.

Постоянная  $G$  из-за своей малости явно никак не связана с физикой внутриядерных процессов. Кроме того, при попытке определить планковское действие в виде  $S_{pl} = E_{pl}t_{pl}$ , а планковский момент импульса в виде  $M_{pl} = p_{pl}l_{pl}$  оказывается, что  $G$  в эти два определения вообще не входит. Действительно, можно убедиться, что  $S_{pl} = M_{pl} = \hbar$ . Из этого следует, что имеет значение лишь размерность  $G$ , но не ее величина. Поэтому имеет смысл константу  $G$  в планковских формулах заменить на другую константу, связанную с сильным взаимодействием, но с такой же размерностью (обозначим ее пока  $G'$ ). В результате получаем следующий ряд формул:

$$t'_{pl} = \sqrt{\frac{G'\hbar}{c^5}}; \quad l'_{pl} = ct'_{pl} = \sqrt{\frac{G'\hbar}{c^3}}; \quad m'_{pl} = \sqrt{\frac{\hbar c}{G'}};$$

$$E'_{pl} = m'_{pl}c^2 = \sqrt{\frac{\hbar c^5}{G'}}; \quad p'_{pl} = m'_{pl}c = \sqrt{\frac{\hbar c^3}{G'}};$$

$$S'_{pl} = E'_{pl}t'_{pl} = \hbar; \quad M'_{pl} = p'_{pl}l'_{pl} = \hbar.$$

По смыслу введения константы  $G'$  из условия ее непосредственной связи с сильным взаимодействием, должно выполняться экстремально сильное неравенство  $G' \gg G$ , точ-

нее сказать, ожидаемое различие между  $G'$  и  $G$  должно составлять до четырех десятков порядков. Следовательно, величины  $t'_{pl}, l'_{pl}, m'_{pl}, \dots$  отличаются от  $t_{pl}, l_{pl}, m_{pl}, \dots$  до двух десятков порядков и приобретают совершенно иной смысл по сравнению с планковскими величинами.

В числе других вариантов была принята попытка придать постоянной  $l'_{pl}$  смысл длины окружности протона  $l_p$ , и именно она оказалась удачной.

Длина окружности протона  $l_p$ , согласно всем последним экспериментальным данным (2010–2016 гг.), должна лежать в пределах  $5,2833420 \text{ фм} < l_p < 5,2894367 \text{ фм}$  (плюс-минус стандартная погрешность) [1–7]. Таким образом, пределы, в которых может находиться значение  $l_p$ , определены достаточно точно, не найден лишь четкий теоретический критерий для определения точного численного значения радиуса протона  $r_p$  и, соответственно,  $l_p$ .

Проблема критерия для точного определения радиуса протона  $r_p$  была неожиданно легко решена [8]: теоретическое значение  $r_p$  нужно вычислять по формуле  $r_p = 4\lambda_p = 4 \frac{\hbar}{m_p c}$ , а теоретическое значение

$l_p$  – по формуле  $l_p = 4\lambda_p = 4 \frac{h}{m_p c}$ , где

$\lambda_p = 2\pi\lambda_p = \frac{h}{m_p c}$  – комптоновская длина волны протона;  $h = 2\pi\hbar$  – постоянная Планка;  $m_p$  – масса покоя протона. Вычисления по этим формулам дают значения  $r_p$  и  $l_p$ , практически совпадающие с экспериментальными в пределах стандартной погрешности.

Таким образом, согласно экспериментальным данным, на длине окружности протона укладывается ровно 4 его комптоновские длины волны, что находится в полном согласии с его стабильностью во времени.

Итак, если принять  $l'_{pl} = l_p$ , то  $\sqrt{\frac{G'\hbar}{c^3}} = 4 \frac{h}{m_p c}$ , и  $G' = 64\pi^2 \frac{\hbar c}{m_p^2} = 32\pi \frac{hc}{m_p^2}$ .

Вычисление дает значение  $\frac{G'}{G} = 10^{41}$  (точнее,  $1,069 \cdot 10^{41}$ ). Результат  $G' = G \cdot 10^{41}$ , полученный из условия  $l'_{pl} = l_p$ , однозначно говорит о том, что  $G'$  является параметром, характеризующим сильное взаимодействие во внутренней структуре нуклонов.

Теперь применим формулу  $\frac{G'}{G} = 10^{41}$  к отношению электрического заряда протона к его массе покоя и сравним с экспериментальным значением.

Из полученной формулы для вычисления  $G'$  можно выразить  $m_p$ :  $m_p = 8\pi \sqrt{\frac{\hbar c}{G'}}$ . Вместе с тем из формулы определения постоянной тонкой структуры  $\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c}$ , где  $e$  – электрический заряд протона;  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная, можно выразить  $e$ :  $e = \sqrt{4\pi\epsilon_0 \alpha \hbar c}$ .

В результате получаем  $\frac{e}{m_p} = \sqrt{\frac{\epsilon_0 \alpha G'}{16\pi}}$ . Вычисление по этой формуле дает значение отношения  $\frac{e}{m_p}$ , отличающееся от экспериментального примерно на 3,5 %.

Полученные результаты дают основание для анализа сильного взаимодействия по типу гравитационного, т. е. путем введения во внутренней структуре нуклонов потенциала  $\varphi' = -\frac{G'm'}{r'}$ , изоморфного обычному гравитационному потенциалу  $\varphi = -\frac{Gm}{r}$ .

Размерности  $\varphi'$  и  $\varphi$  одинаковы (совпадают с размерностью квадрата скорости света), поэтому  $\frac{\varphi'}{\varphi} = 1$  и в космологической области, и во внутренней структуре нуклонов, и, следовательно, во всем пространстве-времени Вселенной, в каждой ее точке.

Так что отношение  $\frac{\varphi'}{\varphi} = 1$  является основным в определении изоморфизма сильного и гравитационного взаимодействий.

Вот почему сильное взаимодействие следует отождествлять с симметричной составляющей в ранее полученной метрике  $d\tau^2 = \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{i=1}^{i=n} (g_{ik} d\xi^i d\xi^k + \omega_{ik} d\xi^i d\xi^k)$ . Короче говоря, сильное взаимодействие и гравитационное есть физический изоморфизм. Можно сказать, что гравитация является сверхслабым проявлением сильного взаимодействия за пределами нуклонов.

Так что оба взаимодействия имеют одинаковую метрическую природу, связанную с геометрией пространства-времени.

Далее,  $\frac{r'}{r} = 10^{-41}$  – по условию выбора единицы длины во внутреннем пространстве нуклонов. Следовательно,  $\frac{m'}{m} = \frac{\varphi' r' G}{\varphi r G'} = 10^{-82}$  – условие определения естественной единицы массы внутри нуклонов.

Далее,  $\frac{r'}{r} = 10^{-41}$  – по условию выбора единицы длины во внутреннем пространстве нуклонов. Следовательно,  $\frac{m'}{m} = \frac{\varphi' r' G}{\varphi r G'} = 10^{-82}$  – условие определения естественной единицы массы внутри нуклонов.

Далее,  $\frac{r'}{r} = 10^{-41}$  – по условию выбора единицы длины во внутреннем пространстве нуклонов. Следовательно,  $\frac{m'}{m} = \frac{\varphi' r' G}{\varphi r G'} = 10^{-82}$  – условие определения естественной единицы массы внутри нуклонов.

Далее,  $\frac{r'}{r} = 10^{-41}$  – по условию выбора единицы длины во внутреннем пространстве нуклонов. Следовательно,  $\frac{m'}{m} = \frac{\varphi' r' G}{\varphi r G'} = 10^{-82}$  – условие определения естественной единицы массы внутри нуклонов.

Далее,  $\frac{r'}{r} = 10^{-41}$  – по условию выбора единицы длины во внутреннем пространстве нуклонов. Следовательно,  $\frac{m'}{m} = \frac{\varphi' r' G}{\varphi r G'} = 10^{-82}$  – условие определения естественной единицы массы внутри нуклонов.

Далее,  $\frac{r'}{r} = 10^{-41}$  – по условию выбора единицы длины во внутреннем пространстве нуклонов. Следовательно,  $\frac{m'}{m} = \frac{\varphi' r' G}{\varphi r G'} = 10^{-82}$  – условие определения естественной единицы массы внутри нуклонов.

Далее,  $\frac{r'}{r} = 10^{-41}$  – по условию выбора единицы длины во внутреннем пространстве нуклонов. Следовательно,  $\frac{m'}{m} = \frac{\varphi' r' G}{\varphi r G'} = 10^{-82}$  – условие определения естественной единицы массы внутри нуклонов.

Изоморфизм ускорения и, следовательно, силы определяется следующим соотношением:  $\frac{\partial \varphi'}{\partial r'^2} : \frac{\partial \varphi}{\partial r^2} = 10^{41}$  в силу  $\frac{r'}{r} = 10^{-41}$ ,  $\frac{\varphi'}{\varphi} = 1$ ,

т. е. сильное взаимодействие превышает гравитационное в  $10^{41}$ . Иначе, во внутреннем пространстве нуклонов действует закон  $\frac{F'}{m'} = -G' \frac{m'}{r'^2}$ , изоморфный всемирному закону

тяготения:  $\frac{F}{m} = -G \frac{m}{r^2}$ , при этом

$$\frac{F'}{m'} : \frac{F}{m} = \frac{G' m' r^2}{G m r'^2} = 10^{41}.$$

Итак, природа сильного взаимодействия действительно такая же, что и природа гравитации: в обоих случаях потенциал – одного знака, а направление силы – притяжение.

Конфайнмент объясняется следующим образом:

$$a = -\frac{\partial \varphi'}{\partial r'} = -\frac{\partial}{\partial r'} \left( -\frac{G'm'}{r'} \right) = -\frac{G'm'}{r'^2} = -G' \frac{4\pi}{3} \mu' r',$$

где  $a$  – ускорение;  $\mu'$  – плотность массы внутри нуклона. В результате

$$F' = m_{tr} a = -m_{tr} G' \frac{4\pi}{3} \mu' r', \text{ т. е. сила } F', \text{ действующая}$$

внутри нуклонов на пробную частицу  $m_{tr}$ , пропорциональна расстоянию  $r'$  и всегда направлена к центру нуклона.

Да, теперь можно говорить о центре нуклона. Дело в том, что, в связи с изменением масштабов, внутри нуклонов изменяется величина кванта минимального действия. Действительно,  $\frac{m'}{m} = 10^{-82}$ , следовательно,

$$\frac{E'}{E} = \frac{m'c^2}{mc^2} = 10^{-82}. \text{ Но } E' = \hbar \omega', \text{ } E = \hbar \omega, \text{ причём}$$

$$\frac{\omega'}{\omega} = 10^{41}, \text{ поэтому } \frac{\hbar \omega'}{\hbar} = \frac{E'}{E} \frac{\omega}{\omega'} = 10^{-123}.$$

Таким образом, минимальное действие внутри нуклонов есть  $\hbar' = \hbar \cdot 10^{-123}$ . Это соотношение полностью снимает известный парадокс масс.

Еще один важный результат получается в связи с рассмотрением соотношения сил электростатического ( $F_{el}$ ) и гравитационного ( $F_{gr}$ ) взаимодействий двух протонов:

$$\frac{F_{el}}{F_{gr}} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 G} \cdot \frac{e^2}{m_p^2}. \text{ Подставим сюда выражение}$$

$$\frac{e}{m_p} = \sqrt{\frac{\alpha\epsilon_0 G'}{16\pi}}. \text{ В результате получаем}$$

$$\frac{F_{el}}{F_{gr}} = -\frac{\alpha}{64\pi^2} \cdot \frac{G'}{G}. \text{ А подстановка } G' = 64\pi^2 \frac{\hbar c}{m_p^2}$$

$$\text{даёт } \frac{F_{el}}{F_{gr}} = -\frac{\alpha \hbar c}{G m_p^2}. \text{ В этой формуле присутст-$$

вуют  $c\hbar$ -компоненты, а  $e$  и  $\epsilon_0$  исчезают – явный признак  $c\hbar$ -теории. При этом формула

$$\frac{F_{el}}{F_{gr}} = -\frac{\alpha \hbar c}{G m_p^2}$$

есть прямое следствие принятого равенства  $I'_{pl} = I_p$ .

Изоморфизм процесса расширения Вселенной по отношению к процессу бета-распада свободного нейтрона проявляется следующим образом.

Рассмотренный критерий определения длины окружности и радиуса протона (частицы стабильной) позволяет объяснить, почему нейтрон является нестабильной частицей по отношению к стабильному протону. Для этого нужно оценить интервал времени от момента образования свободного нейтрона до его разделения на протон, электрон и антинейтрино. Для такой оценки нужен критерий.

Критерий в этом случае возникает вместе с определением комптоновской длины

$$\text{волны нейтрона } (\lambda_n): \lambda_n = \frac{h}{m_n c}, \text{ где } m_n - \text{масса}$$

покоя нейтрона. Поскольку  $m_n > m_p$ , то  $\lambda_n < \lambda_p$ , поэтому между  $\lambda_p$  и  $\lambda_n$  существует небольшая разница в виде разности  $\Delta\lambda = \lambda_p - \lambda_n$ , которая как бы накапливается с частотой  $\nu_n = \frac{c}{\lambda_n}$  и

через 1 секунду становится равной  $\Delta\lambda \nu_n = (\lambda_p - \lambda_n) \nu_n$ . Тогда через  $x$  секунд (заметим, что  $x$  в данном случае – это *безразмерное число* секунд) неизбежно возникает равенство  $\Delta\lambda \nu_n x = \lambda_p \nu_n$ . Из этой формулы и

определения комптоновских длин волн протона и нейтрона получаем  $x = \frac{m_n}{m_n - m_p} \approx 726$ .

Время полураспада нейтрона и время его жизни, как известно, составляет 613,9 и 885,7 с соответственно, так что удовлетворяются неравенства  $613,9 < 726 < 885,7$ .

Теперь становится возможным определение точного значения радиуса свободного нейтрона ( $r_n$ ) в момент его возникновения:

$$r_n = \frac{4\lambda_n}{2\pi} = \frac{2h}{\pi m_n c} = 4 \frac{\hbar}{m_n c} = 4\lambda_n,$$

$$r_n = 0,8400777 \cdot 10^{-15} \text{ м}.$$

Таким образом,  $\Delta r = r_p - r_n = 0,00115794$  фм, т. е. в процессе бета-распада свободный нейтрон с момента своего образования непрерывно расширяется по линейному (во времени) закону. Таким образом, причиной нестабильности свободного нейтрона является меньшая его комптоновская длина волны по сравнению с комптоновской длиной волны стабильного протона.

Итак, процесс расширения свободного нейтрона очень похож на процесс расширения

наблюдаемой Вселенной. Если это тоже проявление изоморфизма двух экстремальных систем, то процесс расширения Вселенной закончится устойчивым состоянием с радиусом, равным  $r_p \cdot 10^{41}$ .

Что касается переопределенной планковской массы  $m'_{pl} = \sqrt{\frac{\hbar c}{G'}}$ , то ее значение отличается от значения массы покоя протона  $m_p = 8\pi \sqrt{\frac{\hbar c}{G'}}$  (формула приведена выше) множителем  $8\pi$ , т. е.  $\frac{m'_{pl}}{m_p} = \frac{1}{8\pi}$ . Из этого следует, что  $m'_{pl}$  составляет  $\sim 4\%$  от  $m_p$ :

$m'_{pl} = \frac{1}{8\pi} m_p \approx 0,04 \cdot m_p$ . Таким образом, внутри протона ситуация с темной энергией точно такая же, что и в наблюдаемой Вселенной.

Возникает вопрос о строении нуклонов с точки зрения излагаемого подхода. Если структура вещества нуклонов действительно является преонной, то радиус преонов должен составлять  $r_p \cdot 10^{-41}$ , а масса  $m_p \cdot 10^{-82}$ , так что число преонов в нуклоне должно быть порядка  $10^{82}$ . Они взаимодействуют по закону обратных квадратов с постоянной  $G'$ .

Если структура вещества нуклонов действительно является преонной, то радиус преонов должен составлять  $r_p \cdot 10^{-41}$ , а масса  $m_p \cdot 10^{-82}$ , так что число преонов в нуклоне должно быть порядка  $10^{82}$ . Они взаимодействуют по закону обратных квадратов с постоянной  $G'$ .

Если структура вещества нуклонов действительно является преонной, то радиус преонов должен составлять  $r_p \cdot 10^{-41}$ , а масса  $m_p \cdot 10^{-82}$ , так что число преонов в нуклоне должно быть порядка  $10^{82}$ . Они взаимодействуют по закону обратных квадратов с постоянной  $G'$ .

Время внутри нуклонов движется в  $10^{41}$  раз медленнее, и, по собственному времени внутреннего пространства нуклонов, эволюция в них происходит миллиарды «нуклонных лет».

Замедление хода времени внутри нуклонов объясняется соотношением средней плотности массы вещества нуклона  $\mu'$  к средней плотности массы вещества Вселенной  $\mu$ :  $\frac{\mu'}{\mu} = 10^{41}$ . Действительно,  $\mu' = \frac{m'}{V'}$ ,  $\mu = \frac{m}{V}$ , где

$\frac{m'}{m} = 10^{-82}$  – изоморфное соотношение масс;

$\frac{V'}{V} = 10^{-123}$  – изоморфное соотношение объемов.

Время в поле тяготения течет медленнее – это известный факт. Поэтому неудивительно, что в поле сильного взаимодействия внутри нуклонов ход времени замедляется в колоссальное число раз (в  $10^{41}$ ).

Итак, масса преонного вещества в нуклонах составляет  $\sim 4\%$ , а  $\sim 96\%$  – темная масса-энергия, которая, судя по всему, веществом в виде частиц не является. По сути, почти вся энергия нуклона – не вещество. Тогда что же? Ниже рассмотрен возможный ответ.

В многомерном временном многообразии, которое рассматривалось изначально, компоненты  $\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n$  являются координатами. В таком пространстве плотность энергии является функцией координат.

$\varepsilon(\tau) = \varepsilon(\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n)$ . Спектр в таком пространстве становится функцией частот:  $s(v) = s(v_1, v_2, \dots, v_n)$ . Следовательно, плотность энергии можно представить в виде спектра:

$$s(v) = \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} \varepsilon(\tau) e^{-j2\pi v_i \tau^i} d\tau^1 \dots d\tau^n, \quad \text{где}$$

$$\varepsilon(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} s(v) e^{j2\pi v_i \tau^i} dv_1 \dots dv_n - \text{кратный интеграл Фурье.}$$

Ключевым моментом здесь является вопрос сходимости интеграла Фурье. Если допустить, что пределом является нуль, то интеграл раскладывается на две равнозначные СРТ-симметричные составляющие:

$$\int_0^{+\infty} \dots \int_0^{+\infty} s(v) e^{j2\pi v_i \tau^i} dv_1 \dots dv_n = \int_0^{-\infty} \dots \int_0^{-\infty} s(v) e^{j2\pi v_i \tau^i} dv_1 \dots dv_n$$

с пределами от 0 до  $+\infty$  и от 0 до  $-\infty$ . В этой связи можно заметить, что планковские величины неслучайно определяются как  $\pm\sqrt{\dots}$ , а интегралы Фурье как  $\int_{-\infty}^{+\infty} \dots$  (с пределами от  $-\infty$  до  $+\infty$ ).

Это значит, что всегда подразумевается существование систем величин вида  $\pm\sqrt{\dots} = \begin{cases} +\sqrt{\dots}, \\ -\sqrt{\dots}. \end{cases}$  – в планковских формулах и

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \dots = \int_{-\infty}^0 \dots + \int_0^{+\infty} \dots = \int_0^{+\infty} \dots - \int_0^{-\infty} \dots - \text{в интегралах}$$

Фурье, т. е. в природе реально существуют два направления времени и два равных по величине, но противоположных по знаку суммарных барионных заряда, алгебраическая сумма которых точно равна нулю.

Наконец, поскольку

$$\frac{\varepsilon(\tau)}{c^2} = \mu(\tau) = \mu(\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n) - \text{плотность массы,}$$

то

$$\left. \begin{aligned} \mu(\tau) &= \frac{1}{c^2} \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} s(v) e^{j2\pi v_i \tau^i} dv_1 \dots dv_n, \\ s(v) &= c^2 \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} \mu(\tau) e^{-j2\pi v_i \tau^i} d\tau^1 \dots d\tau^n. \end{aligned} \right\}$$

Из этого следует, что функции  $\varepsilon(\tau) = \varepsilon(\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n)$  и  $\mu(\tau) = \mu(\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n)$ , т. е. плотность энергии и плотность массы, можно рассматривать как суммы бесконечного числа синусоидальных колебаний.

Вопрос о сходимости интегралов решится сам собой, если путем компьютерного моделирования на достаточно мощной ЭВМ получится вычислить спектр из условия



$$\int_0^{+\infty} \dots \int_0^{+\infty} |\varepsilon(\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n)| d\tau^1 \dots d\tau^n = \frac{8\pi c^2}{V_p} \sqrt{\frac{\hbar c}{G'}}$$

где  $V_p = \frac{4\pi}{3} r_p^3$ ;  $r_p = \frac{4\hbar}{m_p c}$ , причем время расче-

та неограниченно, поскольку протон – частица стабильная.

Функция  $\varepsilon(t^1, t^2, \dots, t^n)$  вычисляется по формуле

$$\varepsilon(t^1, t^2, \dots, t^n) = \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} dv_1 \dots dv_n \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} \varepsilon(\tau^1, \tau^2, \dots, \tau^n) \times \cos 2\pi v_i \delta_k^i (t^k - \tau^k) d\tau^1 \dots d\tau^n,$$

если известен ее спектр

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} \varepsilon(\tau) \cos 2\pi v_i \delta_k^i (t^k - \tau^k) d\tau^1 \dots d\tau^n.$$

Масса протона определяется интегрированием функции  $\varepsilon(t) = \varepsilon(t^1, t^2, \dots, t^n)$ , согласно теореме Планшереля, по всему  $n$ -мерному пространству протона:

$$m_p = \frac{1}{c^2} \int_0^{+\infty} \dots \int_0^{+\infty} |\varepsilon(t^1, t^2, \dots, t^n)| dt^1 \dots dt^n.$$

Полная энергия любой физической системы равна сумме энергий всех ее гармонических компонент, другими словами, энергия-масса по Эйнштейну однозначно представляет собой частотно-временной спектр по Фурье и Планшерелю.

Можно показать, что между временем и частотой реально существует полная симметрия. Действительно, если сделать замену переменных по схеме  $\tau \rightarrow -v$ ,  $v \rightarrow \tau$ , то мы получим следующую систему:

$$\left. \begin{aligned} s(\tau) &= \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} \varepsilon(-v) e^{j2\pi v_i \tau^i} dv^1 \dots dv^n, \\ \varepsilon(-v) &= \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} s(\tau) e^{-j2\pi v_i \tau^i} d\tau_1 \dots d\tau_n. \end{aligned} \right\}$$

Из этого следует, что функции  $\varepsilon(\tau)$  и  $s(v)$  поменялись местами:  $s(\tau)$  стала порождающей функцией, а  $\varepsilon(-v)$  – ее спектром. В отличие от исходного интеграла, в котором  $\varepsilon(\tau)$  – порождающая функция, а  $s(v)$  – спектр  $\varepsilon(\tau)$ . Здесь  $\varepsilon(v)$  можно рассматривать как сумму синусоидальных составляющих частоты, тогда как в

исходном интеграле суммой синусоидальных составляющих частоты является функция  $s(v)$ .

Такая симметрия позволяет воспринимать термин «частотно-временное многообразие» как наиболее удачный вариант отражения корпускулярно-волнового дуализма многомерного времени и частоты. Отношение линейных амплитуд колебаний –  $10^{41}$ , трехмерных пространственных амплитуд –  $10^{123}$ , а по энергии и площади сферических поверхностей, ограничивающих трехмерные пространственные объемы, –  $10^{82}$ .

Физика изоморфизма и соотношения линейных и трехмерных пространственных амплитуд между нейтроном и преоном точно такие же:  $10^{41}$  и  $10^{123}$ , а по энергии и площади ограничивающей поверхности –  $10^{82}$ .

Минимальное действие в нашей наблюдаемой Вселенной – редуцированная постоянная Планка  $\hbar$ . Минимальное действие в нулоне – постоянная  $\hbar' = \hbar \cdot 10^{-123}$ , вследствие чего не возникает парадокс масс, известный из преонных теорий.

По Планшерелю, полная энергия Вселенной равна сумме энергий ее гармонических компонент, полная энергия нейтрона равна сумме энергий его гармонических компонент, полная энергия преона равна сумме энергий его гармонических компонент. Поскольку рассматриваемый изоморфизм предполагает существование безразмерных коэффициентов  $10^{\pm 41}$ ,  $10^{\pm 82}$ ,  $10^{\pm 123}$ , то связь указанных энергий должна быть тоже изоморфной и, в частности, лагранжиан должен быть безразмерным и одного и того же вида для Вселенной и нуклонов.

Описание динамики рассматриваемого пространства производится путем введения временной компоненты по формуле

$$d\tau = \sqrt{\|d\mathbf{\tau}\|^2 - \sum_{k=1}^{k=n-1} \sum_{i=1}^{i=n-1} (g_{ik} d\zeta^i d\zeta^k + \omega_{ik} d\xi^i d\xi^k)} \quad \text{и}$$

$n$ -мерных векторов  $u_i e^i = \frac{d\tau_i}{d\tau} e^i$  и  $u^k = \frac{d\tau^k}{d\tau}$ , которые представляют собой один и тот же вектор:  $\mathbf{u} = u_i e^i = \tau_{ik} u^k e^i = u^k \tau_{ik} e^i = u^k \mathbf{e}_k = \mathbf{u}$ .

Формулы, уравнения и результаты всех вычислений сведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Отношения изоморфных физических величин (преонная составляющая изоморфизма)

| №  | Название величины                                     | Обозначение  | Единица измерения в системе единиц СИ        | Обозначение изоморфной величины                          | Формула изоморфного отношения                                |
|----|---|--|--|--|--|
| 1  | Скорость света в вакууме                              | $c$  | $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$                 | $c'$   | $c' = c$   |
| 2  | Гравитационная постоянная                             | $G$  | $\text{Н}\cdot\text{м}^2\cdot\text{кг}^{-2}$ | $G' = 64\pi^2 \frac{\hbar c}{m_p^2}$                     | $G' = G \cdot 10^{41}$                                       |
| 3  | Постоянная Планка                                     | $\hbar = \frac{h}{2\pi}$                           | Дж·с   | $\hbar' = \frac{h'}{2\pi}$                               | $h' = h \cdot 10^{-123}$<br>$\hbar' = \hbar \cdot 10^{-123}$ |
| 4  | Время   | $t$  | с  | $t'$   | $t' = t \cdot 10^{-41}$                                      |
| 5  | Длина   | $l$  | м  | $l'$   | $l' = l \cdot 10^{-41}$                                      |
| 6  | Объем   | $V$  | $\text{м}^3$                                 | $V'$   | $V' = V \cdot 10^{-123}$                                     |
| 7  | Скорость  | $v$  | $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$                 | $v'$   | $v' = v$   |
| 8  | Ускорение   | $a$  | $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$                 | $a'$   | $a' = a \cdot 10^{41}$                                       |
| 9  | Частота   | $\nu$  | Гц   | $\nu'$   | $\nu' = \nu \cdot 10^{41}$                                   |
| 10 | Угловая частота                                       | $\omega$   | $\text{рад}\cdot\text{с}^{-1}$               | $\omega'$  | $\omega' = \omega \cdot 10^{41}$                             |
| 11 | Масса   | $m$  | кг   | $m'$   | $m' = m \cdot 10^{-82}$                                      |
| 12 | Энергия   | $E$  | Дж   | $E'$   | $E' = E \cdot 10^{-82}$                                      |
| 13 | Плотность энергии                                     | $W$  | $\text{Дж}\cdot\text{м}^{-3}$                | $W'$   | $W' = W \cdot 10^{41}$                                       |
| 14 | Гравитационный потенциал точечной частицы             | $\varphi(r) = -\frac{Gm}{r}$                       | $\text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}$               | $\varphi'(r') = -\frac{G'm'}{r'}$                        | $\varphi'(r') = \varphi(r)$                                  |
| 15 | Действие  | $S$  | Дж·с   | $S'$   | $S' = S \cdot 10^{-123}$                                     |
| 16 | Импульс   | $p$  | $\text{кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$   | $p'$   | $p' = p \cdot 10^{-82}$                                      |
| 17 | Момент импульса                                       | $L$  | $\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$ | $L' = p' \times r'$                                      | $L' = L \cdot 10^{-123}$                                     |
| 18 | Отношение силы гравитационного взаимодействия к массе | $\frac{F_{gr}}{m} = -G \frac{m}{r^2} \mathbf{r}^0$ | $\text{Н}\cdot\text{кг}^{-1}$                | $\frac{F'_{gr}}{m'} = -G' \frac{m'}{r'^2} \mathbf{r}'^0$ | $\frac{F'_{gr}}{m'} = \frac{F_{gr}}{m} \cdot 10^{41}$        |
| 19 | Напряженность электрического поля                     | $E$  | $\text{В}\cdot\text{м}^{-1}$                 | $E'$   | $E' = E$   |
| 20 | Индукция магнитного поля                              | $B$  | Тл   | $B'$   | $B' = B$   |
| 21 | Индукция электрического поля                          | $D$  | $\text{Кл}\cdot\text{м}^{-2}$                | $D'$   | $D' = D \cdot 10^{41}$                                       |
| 22 | Напряженность магнитного поля                         | $H$  | $\text{А}\cdot\text{м}^{-1}$                 | $H'$   | $H' = H \cdot 10^{41}$                                       |
| 23 | Электрическая постоянная                              | $\epsilon_0$                                       | $\text{Ф}\cdot\text{м}^{-1}$                 | $\epsilon'_0$  | $\epsilon'_0 = \epsilon_0 \cdot 10^{41}$                     |
| 24 | Магнитная постоянная                                  | $\mu_0$  | $\text{Гн}\cdot\text{м}^{-1}$                | $\mu'_0$   | $\mu'_0 = \mu_0 \cdot 10^{-41}$                              |
| 25 | Электрический заряд                                   | $q$  | Кл   | $q'$   | $q' = q \cdot 10^{-41}$                                      |
| 26 | Электрический потенциал точечного заряда              | $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$             | В  | $\varphi' = \frac{q'}{4\pi\epsilon'_0 r'}$               | $\varphi' = \varphi \cdot 10^{-41}$                          |
| 27 | Векторный потенциал                                   | $A$  | $\text{В}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^{-1}$    | $A'$   | $A' = A \cdot 10^{-41}$                                      |
| 28 | Электрический ток                                     | $I$  | А  | $I'$   | $I' = I$   |
| 29 | Электрическое напряжение                              | $U$  | В  | $U'$   | $U' = U \cdot 10^{-41}$                                      |
| 30 | Отношение силы Лоренца к электрическому заряду        | $\frac{F_L}{q} = E + v \times B$                   | $\text{Н}\cdot\text{Кл}^{-1}$                | $\frac{F'_L}{q'} = E' + v' \times B'$                    | $\frac{F'_L}{q'} = \frac{F_L}{q}$                            |
| 31 | Постоянная тонкой структуры                           | $\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar}$        | б/р  | $\alpha' = \frac{e'^2}{4\pi\epsilon'_0 \hbar'}$          | $\alpha' = \alpha$   |
| 32 | Плотность электрического заряда                       | $\rho$   | $\text{Кл}\cdot\text{м}^{-3}$                | $\rho'$  | $\rho' = \rho \cdot 10^{82}$                                 |
| 33 | Плотность электрического тока                         | $j$  | $\text{А}\cdot\text{м}^{-2}$                 | $j'$   | $j' = j \cdot 10^{82}$                                       |

|    |  |  |                     |   |  |
|----|--|--|---------------------|---|--|
| 34 | Волновое сопротивление вакуума   | $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$  | Ом                  | $Z'_0 = \sqrt{\frac{\mu'_0}{\epsilon'_0}}$  | $Z'_0 = Z_0 \cdot 10^{-41}$                                    |
| 35 | Коэффициент отражения  | $k = \left  \frac{Z'_0 - Z_0}{Z'_0 + Z_0} \right $   | б/р                 | $k' = \left  \frac{Z_0 - Z'_0}{Z_0 + Z'_0} \right $   | $k' = k \approx 1$<br>$k' = \frac{1 - 10^{-41}}{1 + 10^{-41}}$ |
| 36 | Емкость  | C  | Ф                   | C'  | C' = C   |
| 37 | Индуктивность  | L  | Гн                  | L'  | L' = L · 10 <sup>-82</sup>                                     |
| 38 | Элементарный электрический заряд   | e  | Кл                  | e' (заряд преонов)  | e' = e · 10 <sup>-41</sup>                                     |
| 39 | Отношение элементарного электрического заряда к массе протона                    | $\frac{e}{m_p} = \sqrt{\frac{\alpha \epsilon_0 G'}{16\pi}}$  | Кл·кг <sup>-1</sup> | $\frac{e'}{m'_p} = \sqrt{\frac{\alpha \epsilon'_0 G'^2}{16\pi G}}$  | $\frac{e'}{m'_p} = \frac{e}{m_p} \cdot 10^{41}$                |
| 40 | Масса протона  | m <sub>p</sub>   | кг                  | m' <sub>p</sub> (масса преона)  | m' <sub>p</sub> = m <sub>p</sub> · 10 <sup>-82</sup>           |
| 41 | Масса нейтрона   | m <sub>n</sub>   | кг                  | m' <sub>n</sub> (масса преона)  | m' <sub>n</sub> = m <sub>n</sub> · 10 <sup>-82</sup>           |
| 42 | Масса электрона  | m <sub>e</sub>   | кг                  | m' <sub>e</sub> (масса преона)  | m' <sub>e</sub> = m <sub>e</sub> · 10 <sup>-82</sup>           |
| 43 | Спин протона, нейтрона и электрона   | $\frac{\hbar}{2}$  | Дж·с                | $\frac{\hbar'}{2}$ (спин преонов)   | $\frac{\hbar'}{2} = \frac{\hbar}{2} \cdot 10^{-123}$           |
| 44 | Отношение сил электростатического и гравитационного взаимодействий двух протонов | $\frac{F_{el}}{F_{gr}} = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0 G} \cdot \frac{e^2}{m_p^2}$<br>$\frac{F_{el}}{F_{gr}} = -\frac{\alpha\hbar c}{Gm_p^2}$ | б/р                 | $\frac{F'_{el}}{F'_{gr}} = \frac{-1}{4\pi\epsilon'_0 G'} \cdot \frac{e'^2}{m_p'^2}$<br>$\frac{F'_{el}}{F'_{gr}} = -\frac{\alpha\hbar' c}{G'm_p'^2}$ | $\frac{F'_{el}}{F'_{gr}} = \frac{F_{el}}{F_{gr}}$              |

Таблица 2. Изоморфизм уравнений электродинамики Максвелла в области сильного взаимодействия

| Название закона                      | Уравнение в системе единиц СИ  | Изоморфное уравнение  | Отношения изоморфизма уравнений в области сильного взаимодействия   |
|--------------------------------------|--|---|---|
| Закон индукции Фарадея               | $\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$             | $\nabla' \times \mathbf{E}' = -\frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial t'}$              | $\left( \nabla' \times \mathbf{E}' = -\frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial t'} \right) \equiv \left( \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \right) \cdot 10^{41}$                          |
| Теорема о циркуляции магнитного поля | $\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$ | $\nabla' \times \mathbf{H}' = \mathbf{j}' + \frac{\partial \mathbf{D}'}{\partial t'}$ | $\left( \nabla' \times \mathbf{H}' = \mathbf{j}' + \frac{\partial \mathbf{D}'}{\partial t'} \right) \equiv \left( \nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \right) \cdot 10^{82}$ |
| Закон Гаусса                         | $\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$   | $\nabla' \cdot \mathbf{D}' = \rho'$   | $(\nabla' \cdot \mathbf{D}' = \rho') \equiv (\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho) \cdot 10^{82}$   |
| Закон Гаусса для магнитного поля     | $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$  | $\nabla' \cdot \mathbf{B}' = 0$   | $(\nabla' \cdot \mathbf{B}' = 0) \equiv (\nabla \cdot \mathbf{B} = 0) \cdot 10^{41}$  |

**Выводы.** Основной вывод состоит в том, что электродинамика Максвелла, общая теория относительности, классическая и квантовая механика применимы к описанию преонной структуры нуклонов и других сильно взаимодействующих частиц, при этом минимальное действие и минимальный момент импульса в областях сильного взаимодействия составляют 10<sup>-123</sup> постоянной Планка. Внутреннее пространство нуклонов трехмерно, но однородно и изотропно сжато в 10<sup>41</sup> раз в каждом пространственном измерении и, соответственно, в 10<sup>123</sup> раз в объеме, а время движется в 10<sup>41</sup> раз медленнее. Обычная гравитация является изоморфизмом сильного взаимодействия с безразмерным коэффициентом 10<sup>-41</sup>. Плотность энергии и эквивалентной массы внутри нуклонов увеличены в 10<sup>41</sup> раз.

Электромагнитные процессы внутри нуклонов подчиняются уравнениям Максвелла, а

в соотношениях Гейзенберга минимальным действием является постоянная  $\hbar' = \hbar \cdot 10^{-123}$ .

Масса преонного вещества в нуклонах составляет около 4 %, остальная энергия заключена в многомерной полевой частотно-временной динамической структуре, которая представляет собой темную энергию, участвует в сильном взаимодействии и дает около 96 % массы нуклонов. Аналогично, в наблюдаемой Вселенной обычное вещество – это 4 %, а 96 % – темная энергия.

Таким образом, структура нуклонов и наблюдаемой космологической области представляет собой трехмерный физический изоморфизм, а не скейлинг, т. е. не масштабную инвариантность, при которой пространство-время само по себе остается неизменным. В обеих структурах действуют одни и те же физические законы, поэтому всякая аксиоматически построенная теория, применимая к какой-либо системе объектов в космологической об-

ласти, всегда полностью применима к изоморфной системе объектов внутреннего пространства нуклонов.

#### Список литературы

1. **The size** of the proton / Randolph Pohl, Aldo Antognini, François Nez et. al. – 2010. – URL: <http://www.nature.com/nature/journal/v466/n7303/full/nature09250.html>

2. **Mohr P.J., Taylor B.N. & Newell D.B.** CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 2006. *Rev. Mod. Phys.* **80**, 633–730 (2008).

3. **Proton** rms charge radius  $r_p$ . – 2016. – URL:

[http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Results?search\\_for=proton+radius](http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Results?search_for=proton+radius)  
[http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?rp|search\\_for=proton+radius](http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?rp|search_for=proton+radius)

4. **Proton** Structure from the Measurement of 2S-2P Transition Frequencies of Muonic Hydrogen / Aldo Antognini, François Nez, Karsten Schuhmann et. al. *Science* 25 Jan 2013: Vol. 339, Issue 6118, pp. 417-420. DOI: 10.1126/science.1230016. URL: <http://science.sciencemag.org/content/339/6118/417>

5. **Хель И.** Загадочный размер протона наводит на мысль о существовании новой частицы. – 2013. – URL: [http://hi-news.ru/science/zagadochnyj-razmer-protona-navodit-na-mysl-o-sushhestvovanii-novoj-chasticy.html](http://hi-news.ru/science/zagadochnyj-razmer-protونا-navodit-na-mysl-o-sushhestvovanii-novoj-chasticy.html)

6. **Kottmann F.** Radius of the proton. – 2016. – URL: <https://www.psi.ch/particle-zuoz-school/Zuoz2014EN/Kottmann.pdf>

7. **The proton** Zemach radius from the HFS of  $(\mu-p)1S$  / A. Vacchi, A. Adamczak, D. Bakalov et. al. – 2016. – URL: [https://webint.ts.infn.it/fileadmin/int/physics/experiments/famu/Seminars/Trento\\_workshop\\_2012.pdf](https://webint.ts.infn.it/fileadmin/int/physics/experiments/famu/Seminars/Trento_workshop_2012.pdf)

8. **Курнышев Б.С.** Динамика наночастиц // Вестник ИГЭУ. – 2015. – Вып. 4. – С. 44–54.

#### References

1. Randolph Pohl, Aldo Antognini, François Nez, Fernando D. Amaro, François Biraben, João M. R. Cardoso, Daniel S. Covita, Andreas Dax, Satish Dhawan, Luis M. P. Fernandes, Adolf Giesen, Thomas Graf, Theodor W. Hänsch,

Paul Indelicato, Lucile Julien, Cheng-Yang Kao, Paul Knowles, Eric-Olivier Le Bigot, Yi-Wei Liu, José A. M. Lopes, Livia Ludhova, Cristina M. B. Monteiro, Françoise Mulhauser, Tobias Nebel, Paul Rabinowitz. The size of the proton. 2010. Available at: <http://www.nature.com/nature/journal/v466/n7303/full/nature09250.html>

2. Mohr, P.J., Taylor, B.N. & Newell, D.B. CODATA recommended values of the fundamental physical constants. 2006. *Rev. Mod. Phys.* **80**, 633–730 (2008)

3. Proton rms charge radius  $r_p$ . 2016. Available at:

[http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Results?search\\_for=proton+radius](http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Results?search_for=proton+radius)  
[http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?rp|search\\_for=proton+radius](http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?rp|search_for=proton+radius)

4. Aldo Antognini, François Nez, Karsten Schuhmann, Fernando D. Amaro, François Biraben, João M. R. Cardoso, Daniel S. Covita, Andreas Dax, Satish Dhawan, Marc Diepold, Luis M. P. Fernandes, Adolf Giesen, Andrea L. Gouvea, Thomas Graf, Theodor W. Hänsch, Paul Indelicato, Lucile Julien, Cheng-Yang Kao, Paul Knowles, Franz Kottmann, Eric-Olivier Le Bigot, Yi-Wei Liu, José A. M. Lopes, Livia Ludhova, Cristina M. B. Monteiro, Françoise Mulhauser, Tobias Nebel, Paul Rabinowitz, Joaquim M. F. dos Santos, Lukas A. Schaller, Catherine Schwob, David Taqqu, João F. C. A. Veloso, Jan Vogelsang, Randolph Pohl. Proton Structure from the Measurement of 2S-2P Transition Frequencies of Muonic Hydrogen. *Science* 25 Jan 2013: Vol. 339, Issue 6118, pp. 417-420. DOI: 10.1126/science.1230016. Available at: <http://science.sciencemag.org/content/339/6118/417>

5. Khel, I. *Zagadochnyy razmer protona navodit na mysl' o sushchestvovanii novoy chastitsy* [The mysterious proton size suggests the existence of a new particle]. 2013. Available at: <http://hi-news.ru/science/zagadochnyj-razmer-protona-navodit-na-mysl-o-sushhestvovanii-novoj-chasticy.html>

6. Kottmann, F. Radius of the proton. 2016. Available at: <https://www.psi.ch/particle-zuoz-school/Zuoz2014EN/Kottmann.pdf>

7. Vacchi, A., Adamczak, A., Bakalov, D., Bonesini, M., Danailov, M., Laurell, F., Niemela, J., Ramponi, R., Rizzo, C., Stoilov, M., Stoychev, L., Urbach, P. The proton Zemach radius from the HFS of  $(\mu-p)1S$ . 2016. Available at: [https://webint.ts.infn.it/fileadmin/int/physics/experiments/famu/Seminars/Trento\\_workshop\\_2012.pdf](https://webint.ts.infn.it/fileadmin/int/physics/experiments/famu/Seminars/Trento_workshop_2012.pdf)

8. Kurnyshev, B.S. Dinamika nanochastits [Nanoparticle dynamics]. *Vestnik IGEU*, 2015, issue 4, pp. 44–54.

*Курнышев Борис Сергеевич,*

ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
доктор технических наук, профессор кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок,  
e-mail: bor403@yandex.ru

Kurnyshev Boris Sergeevich,

Ivanovo State Power Engineering University,

Doctor of Engineering Sciences (Postdoctoral degree), Professor of the Department of Electric Drive and Automation of Industrial Installations,  
e-mail: bor403@yandex.ru

*Староверов Борис Александрович,*

ФГБОУВО «Костромской государственный технологический университет» (КГТУ),  
доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации и микропроцессорной техники,  
e-mail: sba44@mail.ru

Staroverov Boris Alexandrovich,

Kostroma Technological University,

Doctor of Engineering Sciences (Postdoctoral degree), Professor of the Department of Automation and Microprocessor Engineering,  
e-mail: sba44@mail.ru