Д2-2004-168

Г. Н. Зорин, А. Г. Зорин

ЗАКОНЫ СИЛЬНОГО И СЛАБОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ — ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА В МИКРОМИРЕ

Направлено в журнал «Science»

Зорин Г. Н., Зорин А. Г. Д2-2004-168
Законы сильного и слабого взаимодействий —
законы электромагнетизма в микромире

В работе приведены массовые формулы для электрона, мюона, протона, нейтрона и дейтрона через фундаментальные константы без единого параметра, доказывающие однозначно электромагнитное содержание сильного и слабого взаимодействий в микромире.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Джелепова ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2004

Перевод авторов

Zorin G. N., Zorin A. G. D2-2004-168
The Laws of Strong and Weak Interactions —
The Laws of Electromagnetism in Microcosm

Mass formulas for the electron, proton, muon, neutron, and deuteron are given in terms of fundamental constants without a single parameter, proving unambiguously the electromagnetic content of strong and weak interactions in microcosm.

The investigation has been performed at the Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2004

ВВЕДЕНИЕ

В работе приведены массовые формулы для электрона (e), мюона (μ), протона (p), нейтрона (n) и дейтрона (d) через фундаментальные константы без единого параметра, доказывающие однозначно электромагнитное содержание сильного и слабого взаимодействий. Дается краткое пояснение, каким образом они получены и какие следствия можно из них извлечь (готовится к публикации подробная статья).

Массовые формулы получены в результате обобщения теории относительности на атомарную структуру масштабов и часов из-за участия их в движении [1–7] согласно мнению Эйнштейна [8] о необходимости такого обобщения, которое он высказал после известной дискуссии с Бором. Эйнштейн заметил [8], что его построение специальной теории относительности нелогично, так как теория масштабов и часов не следует из решений основных уравнений, несмотря на атомарную структуру самих масштабов и часов и участие их в движении. Последнее приводит к отделению свойств кинематических масштабов и часов в специальной теории относительности от всего мира физических явлений. Кроме этого учитывалась аргументированная гипотеза Швингера [9], что сильное взаимодействие обусловлено магнитным монополем Дирака [10], а слабое взаимодействие — это электромагнитное взаимодействие.

1. СВЯЗЬ ГАЛИЛЕЕВЫХ И ЛОРЕНЦЕВЫХ КООРДИНАТ В ИНЕРЦИАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ-ВРЕМЕНИ

Обобщение теории относительности на атомарную структуру масштабов и часов из-за участия их в движении привело к обобщенному пространству-времени Минковского с дополненным измерением размерности угла (угломером) для выполнения закона сохранения углового момента, который всегда создавал трудности в теории относительности [1,2]. Для краткости такое обобщенное трехразмерное пространство названо инерциальным пространством-временем [6]. Инерциальное пространство-время обладает двумя группами изометрий:

$$ds = dx - cdt, \tag{1}$$
$$ds^2 = dx^2 - c^2dt^2. \tag{2}$$

Пространственно-временные сдвиги (1) в инерциальном пространстве-времени инвариантны относительно преобразований

$$x' = \frac{x - vt}{t + \frac{v}{c}}; \quad t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{1 + \frac{v}{c}}, \tag{3}$$

образующих подгруппу сдвигов группы Пуанкаре с такой же параметризацией

$$v'' = \frac{v + v'}{1 + \dfrac{vv'}{c^2}}, \tag{4}$$

как и преобразования Лоренца, которые, в свою очередь, образуют подгруппу поворота (2) группы Пуанкаре:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}; \quad t' = \frac{t - (v/c^2)x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \tag{5}$$

превращая единство пространства-времени из полудекларации в реальность. Совокупность преобразований (3) и (5) находится в согласии с опытом, из которого следует, что физические законы инвариантны относительно пространственно-временных сдвигов, поворота в пространстве-времени и самих преобразований движения (означающих равноправность систем отсчета), составляющих содержание группы Пуанкаре [11]. Помимо этого инерциальное пространство-время содержит преобразование координат измерения с размерностью угла

$$\varkappa' = \frac{\varkappa - v/c\varkappa}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \tag{6}$$

с параметризацией (4), образующее изоморфную подгруппу вращения 15-параметрической группы Бейтмана. Относительно группы Бейтмана электродинамика Максвелла инвариантна в вакууме, и 10-параметрическая группа Пуанкаре содержится в ней в качестве подгруппы. Группу Бейтмана Дирак ввел в квантовую теорию поля [12]. Помимо этого в инерциальном пространстве-времени содержится преобразование координат для углового сдвига

$$\varkappa' = \frac{\varkappa - v/c\varkappa}{1 + v/c} \tag{7}$$

с параметризацией (4), образующее изоморфную подгруппу сдвига угла этой же группы Пуанкаре–Бейтмана [12].

В инерциальном пространстве-времени установлена связь между обобщенными галилеевыми координатами (со звездочками) и лоренцевыми (со шляпками) [1, 2]:

$$\overset{*}{x}{}^2 = \hat{x}\check{x}; \quad \overset{*}{\varkappa}{}^2 = \hat{\varkappa}\check{\varkappa}; \quad \overset{*}{t}{}^2 = \hat{t}\check{t}, \tag{8}$$

из которой следует, что

$$\begin{cases} \overset{*}{x} = \dfrac{\hat{x}+v\hat{t}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}; & \overset{*}{\varkappa} = \dfrac{\hat{\varkappa}+\dfrac{v}{c}\hat{\varkappa}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}; & \overset{*}{t} = \dfrac{\hat{t}+\dfrac{v}{c^2}\hat{x}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}; \\ \overset{*}{x} = \dfrac{\check{x}-v\check{t}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}; & \overset{*}{\varkappa} = \dfrac{\check{\varkappa}-\dfrac{v}{c}\check{\varkappa}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}; & \overset{*}{t} = \dfrac{\check{t}-\dfrac{v}{c^2}\check{x}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}, \end{cases} \tag{9}$$

и относительно которых инвариантен инерциальный пространственно-временной интервал

$$d\,\overset{*}{s}{}^2 = d\,\overset{*}{x}{}^2 + c^2 d\,\overset{*}{t}{}^2 + d\,\overset{*}{\varkappa}{}^2. \tag{10}$$

Данный интервал с комплексным временем [13] инвариантен и относительно сдвигов

$$\begin{cases} \overset{*}{x} = \dfrac{\hat{x}+v\hat{t}}{1-v/c}; & \overset{*}{\varkappa} = \dfrac{\hat{\varkappa}+\dfrac{v}{c}\hat{\varkappa}}{1-v/c}; & \overset{*}{t} = \dfrac{\hat{t}+\dfrac{v}{c^2}\hat{x}}{1-v/c}; \\ \overset{*}{x} = \dfrac{\check{x}-v\check{t}}{1+v/c}; & \overset{*}{\varkappa} = \dfrac{\check{\varkappa}-\dfrac{v}{c}\check{\varkappa}}{1+v/c}; & \overset{*}{t} = \dfrac{\check{t}-\dfrac{v}{c^2}\check{x}}{1+v/c}, \end{cases} \tag{11}$$

а также относительно их инвариантны линейные интервалы

$$\begin{cases} \sqrt{d\,\overset{*}{s}{}^2} = \sqrt{d\,\overset{*}{x}{}^2 + c^2 d\,\overset{*}{t}{}^2} + i\sqrt{\overset{*}{\varkappa}{}^2}; \\ \sqrt{d\,\overset{*}{s}{}^2} = \sqrt{d\,\overset{*}{x}{}^2 + c^2 d\,\overset{*}{t}{}^2} - i\sqrt{\overset{*}{\varkappa}{}^2}. \end{cases} \tag{12}$$

Такое представление линейных интервалов не нарушает единство пространства-времени, что существенно для понимания структуры Мира.

Связь между обобщенными галилеевыми и лоренцевыми координатами установлена благодаря требованию выполнения в инерциальном пространстве-времени относительности «сближения» и «удаления» системы отсчета между собой, как в реальном Мире [1, 2, 6]. Известно, что преобразования Лоренца в теории относительности на примере эффекта Доплера исключают выделенность одной из систем отсчета по отношению к другой из-за зависимости такого эффекта только от их относительной скорости. Но одновременно с этим преобразования Лоренца, в принципе, не запрещают установления абсолютности сближения и удаления их по отношению друг к другу. При сближении измеряемая частота превышает эталонную частоту, а при удалении, наоборот, эталонная частота превышает измеренную, если в каждой из таких систем помещены идентичные вибраторы и частотомеры.

Несмотря на логичность такого вывода, тем не менее, он находится в противоречии с реальностью, так как когда, например, частотомер удаляется от вибратора вдоль земного экватора, он при этом одновременно сближается с вибратором в том же направлении и с такой же скоростью. Следовательно, «сближение» и «удаление» вибратора и частотомера не абсолютны, а всегда относительны вопреки выводу, который можно сделать в рамках специальной теории относительности.

Последнее находится в полном соответствии с доплеровским отношением частот для одной и той же волны, приходящей от одного источника с противоположных сторон в одну реальную точку в другой системе отсчета. Сама по себе инвариантность фазы плоской волны с сохранением ее частоты относительно преобразований (9) и (11) утверждает такую же равноправность направлений пространственно-временных сдвигов, что и группа Пуанкаре в релятивистской кинематике [11]. Отличие заключено в том, что направление должно иметь еще ориентацию в инерциальном пространстве-времени, например, как инерциальные силы Кориолиса в Северном и Южном полушарии Земли по отношению к направлению течения рек в сторону соответствующих полюсов Земли. Поэтому представления группы Пуанкаре–Бейтмана (9), (11) расщепляются на две подгруппы ориентации.

В результате сами лоренцевы координаты представляют собой в инерциальном пространстве-времени координаты системы центра инерции [1]:

$$\begin{aligned}
\hat{x} &= \frac{\check{x} - \dfrac{2v}{1+v^2/c^2}\check{t}}{\sqrt{1-(4v^2/(1+v^2/c^2)c^2)}}; \\
\hat{\varkappa} &= \frac{\check{\varkappa} - \dfrac{2v}{(1+v^2/c^2)c}\check{\varkappa}}{\sqrt{1-(4v^2/(1+v^2/c^2)c^2)}}; \\
\hat{t} &= \frac{\check{t} - \dfrac{2v}{(1+v^2/c^2)c^2}\check{x}}{\sqrt{1-(4v^2/(1+v^2/c^2)c^2)}}.
\end{aligned} \tag{13}$$

Связь между галилеевыми и лоренцевыми координатами на самом деле всегда существовала со времен Галилея. Почему?! Рассмотрим движение поезда относительно наблюдателя на вокзале. Тогда для сидящего в вагоне пассажира преобразования Галилея запишутся следующим образом:

$$\left\{\begin{aligned}
\Delta x' &= \Delta x - v\Delta t; \\
\Delta t' &= \Delta t.
\end{aligned}\right. \tag{14}$$

Для пассажира, двигающегося в вагоне вдоль движения поезда со скоростью v' относительно сидящего, преобразования Галилея будут следующими:

$$\left\{ \begin{array}{rcl} \Delta x'' & = & \Delta x - (v + v')\Delta t; \\ \Delta t'' & = & \Delta t, \end{array} \right. \tag{15}$$

где $(v+v')$ — относительная скорость двигающегося пассажира относительно покоящегося наблюдателя на вокзале в соответствии с галилеевым правилом сложения скоростей. Тогда путь, пройденный двигающимся пассажиром в системе отсчета покоящегося наблюдателя на вокзале, будет

$$\Delta''(v + v') = \Delta t(v + v'), \tag{16}$$

а путь, который преодолел за это же время покоящийся пассажир в вагоне в этой же системе, равен

$$\Delta t'' \left(\frac{v + v'}{1 + vv'/v^2} \right) = \Delta t v, \tag{17}$$

где $\left(\frac{v + v'}{1 + vv'/v^2} \right)$ — скорость относительно лабораторной системы отсчета, коей является в этом случае вокзал с железнодорожным полотном, может быть получена по правилу сложения скоростей Лобачевского (как известно, только планиметрия определяет правило сложения скоростей). В таком правиле содержится скорость движения покоящегося пассажира вместо фундаментальной граничной скорости и для распространения светового фронта в свободном пространстве в терминах Фока [14]. Данное обстоятельство физически оправдано существованием семейства граничных скоростей звука в различных средах, превышение которых движущимся телом в таких средах образует волновой фронт в виде конуса Маха. Правило сложения скоростей (17) также оправдано существованием для каждой среды в отдельности своей скорости распространения фронта электромагнитной волны, превышение которой заряженной частицей приводит к эффекту Черенкова. Очевидно, что без знания правила сложения скоростей (17), а также без понимания того, что планиметрия Лобачевского в пространстве-времени Галилея содержится в виде хроногеометрии, невозможно обобщить теорию относительности на конденсированные среды. Ради справедливости отметим, что еще в начале прошедшего века Клейн указал на то, что относительная скорость в преобразованиях Галилея играет такую же роль, как и скорость света в специальной теории относительности [15]. Сам по себе такой факт является еще одним веским аргументом в пользу существования антропного принципа во Вселенной.

Тем самым, как очевидно, ограничение следует накладывать на скорость лабораторной системы отсчета, а не на скорость распространения светового фронта в свободном пространстве. Тогда граничная скорость будет автоматически присутствовать в преобразованиях Лоренца (13). Вот почему у Пуанкаре [11] принцип относительности как обобщение принципа Галилея представлен в виде запрета на существование в Природе абсолютной системы отсчета Ньютона. В пространстве-времени Минковского, тем не менее, пространство-время совместно с мировой линией абсолютны, и его принцип «абсолютного мира» (мировой постулат) заключен в том, что в явлениях нам дается только проекция четырехмерного Мира в пространстве и времени и что такая проекция на пространство и время может быть взята с некоторым произволом.

Поэтому для синтеза представлений теории относительности с представлениями квантовой механики в нашем случае используется обобщение теории относительности на атомарные масштабы и часы [1–6]: независимость физических законов от перехода в другую систему отсчета обусловлена универсальностью ограничения, наложенного конечностью микромасштабов линеек, угломеров и часов, на относительную скорость таких систем отсчета, так как только совокупность их в системах отсчета составляет физическую реальность в Мире. Под граничной скоростью в этом случае, естественно, понимается скорость течения времени от «прошлого» к «будущему», равная скорости распространения светового фронта в свободном пространстве. Направленность течения времени от «прошлого» к «будущему» в трехразмерном пространстве не нарушает равноправности направлений Пуанкаре в отличие от направленности от «прошлого» к «будущему» в двухразмерном пространстве Минковского.

Из вышесказанного следует, что сама по себе система отсчета может быть представлена только лабораторной системой отсчета в виде связанного состояния вещества, образующего макроскопическое тело с расположенными на нем в определенном порядке линейками, угломерами и часами, упорядоченная совокупность которых составляет пространственно-временную сетку, совместно с измерительными приборами, в отличие от эйнштейновских систем отсчета, не обладающих массой, как указал на это Бриллюэн [5]. Такое определение системы отсчета требует юстировки пространственно-временных интервалов в инерциальных системах отсчета: согласование начал отсчета пространственно-временных координатных сеток во время нанесения их при подготовке к эксперименту перед изучением микроявления, что находится в полном соответствии с требованием принципа дополнительности Бора [5].

Такая связь (9), (11) между галилеевыми и лоренцевыми координатами физически вполне не только оправдана, но и необходима для описания микромира, так как измерения, описывающие микрообъекты, возможны только на макроскопическом измерительном приборе, как об этом уже говорилось выше (физическая основа принципа дополнительности Бора в квантовой механике).

2. СИММЕТРИЧНОСТЬ СООТНОШЕНИЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ГЕЙЗЕНБЕРГА ОТНОСИТЕЛЬНО РАЗМЕРНОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

В трехразмерном пространстве, которым является инерциальное пространство-время, согласно Гауссу [16] можно представить

$$(d\overset{*}{s})^2/d\overset{*}{t} = \overset{*}{L}\,d\overset{*}{t}, \tag{18}$$

где $\overset{*}{L}$ — функция Лагранжа,

$$\frac{(d\overset{*}{s})^2}{d\overset{*}{t}} = \frac{d\overset{*}{\rho}}{d\overset{*}{t}}d\overset{*}{\rho} + \frac{4r_0^2}{\pi^2}\frac{d\overset{*}{\varkappa}}{d\overset{*}{t}}d\overset{*}{\varkappa} + c^2 d\overset{*}{t}, \tag{19}$$

здесь

$$\overset{*}{\rho}{}^2 = \overset{*}{x}{}^2 + \overset{*}{y}{}^2 + \overset{*}{z}{}^2, \tag{20}$$

а множитель $4r_0^2/\pi^2$ связан с размерностью и конкретной окружностью. Если материальная точка будет находиться в потенциальном поле, то ее измерение действия при взаимодействии есть

$$d\overset{*}{S} = \frac{(d\overset{*}{s})^2}{d\overset{*}{t}} = \frac{\partial\overset{*}{S}}{\partial\overset{*}{\rho}}d\overset{*}{\rho} + \frac{\partial\overset{*}{S}}{\partial\overset{*}{\varkappa}}d\overset{*}{\varkappa} + \frac{\partial\overset{*}{S}}{\partial\overset{*}{t}}d\overset{*}{t}\,. \tag{21}$$

Тогда из сравнения (19) и (21) получается система уравнений

$$\frac{\partial\overset{*}{S}}{\partial\overset{*}{\rho}} = \frac{d\overset{*}{\rho}}{d\overset{*}{t}};\quad \frac{\partial\overset{*}{S}}{\partial\overset{*}{\varkappa}} = \frac{4r_0^2}{\pi^2}\frac{d\overset{*}{\varkappa}}{d\overset{*}{t}};\quad \frac{\partial\overset{*}{S}}{\partial\overset{*}{t}} = c^2, \tag{22}$$

описывающая изменение импульса материальной точки, ее момента и энергии при взаимодействии.

Такое изменение действия материальной точки, как легко видеть, должно быть инвариантно относительно преобразований поворота и вращений:

$$\left\{\begin{array}{lll} \overset{*}{\rho} = \dfrac{\hat{\rho} + v\hat{t}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}; & \overset{*}{\varkappa} = \dfrac{\hat{\varkappa} + \dfrac{v}{c}\hat{\varkappa}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}; & \overset{*}{t} = \dfrac{\hat{t} + \dfrac{v}{c^2}\hat{\rho}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}; \\ \overset{*}{p} = \dfrac{\check{p} - \dfrac{v}{c^2}\check{E}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}; & \overset{*}{I} = \dfrac{\check{I} - \dfrac{v}{c}\check{I}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}; & \overset{*}{E} = \dfrac{\check{E} - v\check{p}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \end{array}\right. \tag{23}$$

а также относительно сдвигов:

$$\left\{\begin{array}{lllllllll} \overset{*}{\rho} &=& \dfrac{\hat{\rho}+v\hat{t}}{1-v/c}; & \overset{*}{\varkappa} &=& \dfrac{\hat{\varkappa}+\dfrac{v}{c}\hat{\varkappa}}{1-v/c}; & \overset{*}{t} &=& \dfrac{\hat{t}+\dfrac{v}{c^2}\hat{\rho}}{1-v/c}; \\ \overset{*}{p} &=& \dfrac{\check{p}-\dfrac{v}{c^2}\check{E}}{1+v/c}; & \overset{*}{I} &=& \dfrac{\check{I}-\dfrac{v}{c}\check{I}}{1+v/c}; & \overset{*}{E} &=& \dfrac{\check{E}-v\check{p}}{1+v/c}. \end{array}\right. \tag{24}$$

Данная инвариантность соответствует трем законам сохранения: импульса, момента и энергии.

Для определенности в интерпретации полученных результатов определим материю как объективную реальность, представляющую Мир количественным проявлением своих свойств в различных формах и наблюдаемую по изменению такого проявления [2, 6].

Согласно данному здесь определению материи решения системы уравнений (22) и будут наблюдаемыми, так как представляют собой изменение ее количественного проявления. Это значит, что изменения импульса, момента и энергии составляют соответственные меры измерения интервалов длины, угла и времени из-за принадлежности к различным системам отсчета (левой и правой). И в этом смысле специальная теория относительности в пространстве-времени Минковского сводится к двум размерным измерениям, спроецированным на 4-ортогональный базис [2, 6].

Таким образом, проделанное обобщение и есть обобщение специальной теории относительности на микромир, в котором существует запрет на одновременное измерение канонически сопряженных динамических переменных. И если в квантовой механике отсутствует запрет на одновременное измерение ΔE и Δt из-за отсутствия оператора времени (есть только понимание необходимости запрета), то в инерциальном пространстве-времени (23), (24) из-за относительности сближения и удаления систем отсчета между собой иные возможности просто отсутствуют.

В трехразмерном пространстве (23), (24) симметризуются соотношения неопределенности Гейзенберга относительно размерных физических измерений:

$$(25) \qquad \Delta p\,(2\pi\Delta\rho) \geqslant \frac{1}{2}\hbar\left(\frac{2\pi}{\lambda_0}\right)\lambda_0; \quad \longrightarrow \quad 2\pi\frac{1}{\lambda_0} = 2\pi k_0; \qquad (26)$$

$$(27) \qquad \Delta I_\rho\,(2\pi\Delta\theta) \geqslant \frac{1}{2}\hbar\left(\frac{2\pi}{2\pi}\right)2\pi; \quad \longrightarrow \quad 2\pi\frac{1}{2\pi} = 2\pi\varkappa_0; \qquad (28)$$

$$(29) \qquad \Delta E\,(2\pi\Delta t) \geqslant \frac{1}{2}\hbar\left(\frac{2\pi}{t_0}\right)t_0; \quad \longrightarrow \quad 2\pi\frac{1}{t_0} = 2\pi\nu_0. \qquad (30)$$

В результате из-за равноправия соотношений неопределенности между собой (25), (27) и (29) следует признать как «угловое число» (28), подобно признанию волнового числа (26) и частоты (30), так и наличие физической размерности угла в соотношении (27), подобно размерностям длины и времени соответственно в соотношениях неопределенности (25) и (29).

Если перейти к строгому равенству в соотношениях неопределенности (25), (27) и (29)

$$(31) \quad 2\pi\Delta\rho_0 = \hat{\rho}_0; \longleftarrow \check{p}_0\hat{\rho}_0 = \frac{1}{2}(hk_0)\lambda_0 \longrightarrow \overset{*}{p}_0 = hk_0; \quad (32)$$

$$(33) \quad 2\pi\Delta\theta_0 = \hat{\theta}_0; \longleftarrow \check{I}_0\hat{\theta}_0 = \frac{1}{2}(h\varkappa_0)2\pi \longrightarrow \overset{*}{I}_0 = h\varkappa_0; \quad (34)$$

$$(35) \quad 2\pi\Delta t_0 = \hat{t}_0; \longleftarrow \check{E}_0\hat{t}_0 = \frac{1}{2}(h\nu_0)t_0 \longrightarrow \overset{*}{E}_0 = h\nu_0, \quad (36)$$

то формулы (32) и (36) с постоянной h в представлении Планка составляют физическое содержание корпускулярно-волновой природы электрона в квантовой механике. Тогда (34) не что иное, как квантово-механический волчок (обобщенный волчок Ковалевской [13]), — тот самый физический объект, проявляющий себя в корпускулярной или волновой форме во взаимодействии с классическим прибором в полном соответствии с принципом дополнительности Бора.

Следовательно, соотношения (32), (34), (36) определяют инерциальные пространственно-временные размеры такого квантово-механического волчка, а соотношения неопределенности составляют физическое содержание атомных масштабов линеек, угломеров и часов в квантовой механике и устанавливают граничную область, по отношению к которой могут существовать классические явления.

Чтобы привести в соответствие с квантовой механикой некоммутирующие канонически сопряженные переменные (31), (33), (35), требуется в обязательном порядке записать их в виде векторных произведений, что естественно в этом случае:

$$[\hat{\boldsymbol{\rho}}_0, \check{\mathbf{p}}_0] = \frac{1}{2}h\boldsymbol{\sigma}_\lambda; \qquad [\hat{\boldsymbol{\theta}}_0, \check{\mathbf{I}}_0] = \frac{1}{2}h\boldsymbol{\sigma}_\varkappa; \qquad [\hat{\mathbf{t}}_0, \check{\mathbf{E}}_0] = \frac{1}{2}h\boldsymbol{\sigma}_t. \quad (37)$$

Векторная запись соотношения для $\hat{\mathbf{t}}_0$ и $\check{\mathbf{E}}_0$ оправдана существованием вектора Умова для плотности механической энергии и вектора Пойнтинга для плотности электромагнитной энергии в Природе, а также присутствием в трехразмерном пространстве «стрелы времени» от «прошлого» к «будущему», накладывающей запрет на реализацию «perpetuum mobile» второго рода в микромире, требуя рассмотрения физических процессов в микромире в обобщенном пространстве Фока. При этом в *трехразмерном* пространстве не нарушается равноправность направлений Пуанкаре. Динамическая переменная $\hat{\boldsymbol{\theta}}_0$ связана с «левым» и «правым» вращением.

Тогда

$$[\hat{\boldsymbol{\rho}}_0, \check{\mathbf{p}}_0] - [\check{\mathbf{p}}_0, \hat{\boldsymbol{\rho}}_0] = h\boldsymbol{\sigma}_\lambda; \tag{38}$$

$$[\hat{\boldsymbol{\theta}}_0, \check{\mathbf{I}}_0] - [\check{\mathbf{I}}_0, \hat{\boldsymbol{\theta}}_0] = h\boldsymbol{\sigma}_\varkappa; \tag{39}$$

$$[\hat{\mathbf{t}}_0, \check{\mathbf{E}}_0] - [\check{\mathbf{E}}_0, \hat{\mathbf{t}}_0] = h\boldsymbol{\sigma}_t. \tag{40}$$

В результате можно воспользоваться обобщением уравнения Гейзенберга на (38), (39), (40) для получения градуировок линеек, угломеров и часов в микромире:

$$i\hbar\frac{d\hat{\boldsymbol{\rho}}}{dt} = [\hat{\boldsymbol{\rho}}, \check{\mathbf{p}}_0] - [\check{\mathbf{p}}_0, \hat{\boldsymbol{\rho}}] = h\boldsymbol{\sigma}_\rho \longrightarrow \frac{d\hat{\boldsymbol{\rho}}}{dt} = -2\pi i\boldsymbol{\sigma}_\rho; \tag{41}$$

$$i\hbar\frac{d\hat{\boldsymbol{\theta}}}{dt} = [\hat{\boldsymbol{\theta}}, \check{\mathbf{I}}_0] - [\check{\mathbf{I}}_0, \hat{\boldsymbol{\theta}}] = h\boldsymbol{\sigma}_\varkappa \longrightarrow \frac{d\hat{\boldsymbol{\theta}}}{dt} = -2\pi i\boldsymbol{\sigma}_\varkappa; \tag{42}$$

$$i\hbar\frac{d\hat{\mathbf{t}}}{dt} = [\hat{\mathbf{t}}, \check{\mathbf{E}}_0] - [\check{\mathbf{E}}_0, \hat{\mathbf{t}}] = h\boldsymbol{\sigma}_t \longrightarrow \frac{d\hat{\mathbf{t}}}{dt} = -2\pi i\boldsymbol{\sigma}_t. \tag{43}$$

Отсутствие градуировки часов в единстве с градуировкой линеек, например в специальной теории относительности [1, 5, 6, 14], составляет причину «релятивистского парадокса часов».

3. НЕОБХОДИМОСТЬ ФОРМУЛИРОВКИ ПОЛЕВОЙ МЕХАНИКИ ПРОТОВОЛЧКА

В трехразмерном пространстве (23), (24) в работах [1–6] сформулированы ключевые положения механики протоволчка (обобщение волчка Ковалевской [13]) в тяготеющем поле Вселенной. Сама полевая механика протоволчка сформулирована с учетом замечаний Дирака в адрес состояния современного представления о микромире и с учетом его пророческого мнения о будущей теории микромира [6].

Согласно Дираку [17] современная квантовая теория поля очень похожа на квантовую теорию до Гейзенберга, когда сам Дирак упорно цыплялся в своих работах за боровские орбиты. Он считает, что физики *заблуждаются*, непрерывно пытаясь развить физические идеи, к которым они привыкли: это идеи, обычно выражаемые на языке Фейнмана, и попытки введения искусственных процедур перенормировок, чтобы обойти трудности, приводят к тому, что приходится отбрасывать *бесконечно большие* величины. Это просто *бессмысленно математически*. В математике отбрасывают величину только в том случае, если она оказывается *очень малой*. По его мнению, нужна *математика нового типа*, необходимы *новые уравнения*, которые выражали бы *взаимодействие между основными величинами в физике*. Кроме этого Дираку [18] представляется *весьма вероятным*, что когда-нибудь в будущем появится *улучшенная квантовая механика* в согласии с Эйнштейном, в которой будет содержаться *возврат к причинности*. Но при этом такой возврат, по его мнению, может стать возможным *лишь ценой отказа от какой-нибудь другой фундаментальной идеи*, которую сейчас безоговорочно принимают. И он думает, что можно лишь гадать, какая идея должна быть принесена в жертву.

Само трехразмерное пространство (23), (24) оказалось обобщением пространства Фридмана–Лобачевского [14, с. 11, 12]. Оно допускает существование поля тяготения, *местами* неоднородного в отличие от пространства Галилея согласно Фоку. Если в галилеевом пространстве преимущественными являются обычные декартовы координаты и время, совокупность которых носит название галилеевых координат по Фоку, то (как выяснено, и эту проблему поставил Фок [14, с. 12]) преимущественная система координат обобщенного пространства Фридмана–Лобачевского есть обобщенные галилеевы координаты (8). Преимущественное положение декартовых координат в пространстве-времени Галилея основано на том, что преобразования Лоренца, выражающие однородность пространства, будут в этих координатах линейными. Преимущественность положения обобщенных галилеевых координат (8) в пространстве Фридмана–Лобачевского обусловлена расщеплением представления группы Пуанкаре–Бейтмана на две подгруппы ориентации (9), (11), превращающие преобразования (8) также в линейные (9), (11). Сам протоволчок, представляющий собой обобщение материальной точки Ньютона в форме обобщенного решения уравнения движения за кратчайшее время тяжелой точки в тяготеющем поле в трехразмерном пространстве, полученное Эйлером [2], является объектом с корпускулярно-волновой структурой. В результате получения в [2] связи между электромагнитным и тяготеющим взаимодействиями установлено, что протоволчок обладает электромагнитными характеристиками диона Швингера [9]: кулоновским зарядом и биполем с противоположными магнитными полюсами, равными каждый в отдельности по величине монополю Дирака [10]. Название биполь взято из тех соображений, что Дирак использует в своих работах латинское «би», например биспинор. Выявлено, что физическое содержание кулоновского и гравитационного зарядов составляет механический момент обобщенного вектора Умова–Пойнтинга для плотности энергии [2, 6], которому согласно представлению Фока [19] можно сопоставить квантово-механический оператор, решающий при этом проблему закона сохранения кулоновского заряда в квантовой механике, сформулированную Вигнером [20]. Доказано присутствие квантово-механического волчка (34) в обобщенном решении Эйлера [2, 6].

В случае зануления угловой размерности протоволчок с конечным числом степеней свободы превратится по числу степеней свободы в квантовую точку релятивистской теории Дирака [6]. Но тогда уравнение протоволчка становится адекватным релятивистскому уравнению Дирака, снимая проблему с лэмбовским сдвигом [2]. Так, для позитрония, состоящего из протоволчка и антипротоволчка, в трехразмерном пространстве решение уравнения протоволчка, например, содержит сразу для основного состояния позитрония поправку на седьмой знак после запятой в отличие от решения уравнения Дирака в двухразмерном пространстве Минковского, дающего поправку только на десятый знак после запятой в аналогичной ситуации. Как установлено [2, 6], в трехразмерном пространстве электрон представляет собой протяженную динамическую систему, содержащую один протоволчок. Неучет этого и привел к проблеме Лэмба.

Последнее согласуется с замечанием Фока [19, с. 291, 373] в адрес релятивистской теории Дирака для свободного электрона, который в данной теории представлен *точечным* объектом: появление второй внутренней степени свободы электрона помимо спина не может быть истолковано в рамках задачи одного тела. Такое толкование противоречило бы основам квантовой механики, несмотря на формальную возможность постановки задачи для одного тела (электрона) в заданном внешнем электромагнитном поле, согласующейся с требованием теории относительности.

Поэтому в решениях уравнения Дирака присутствует двукратное вырождение по угловым моментам $\ell_{1,2} = j \pm \dfrac{1}{2}$ для уровней $2S_{1/2}$ и $2P_{1/2}$ в атоме водорода. В случае электрона в трехразмерном пространстве в рамках полевой механики протоволчка вырождение может быть снято за счет учета существования для протоволчка в электроне двух дополнительных внутренних угловых моментов в результате протяженности электрона: углового момента тяжелой точки относительно центра инерции протоволчка, который формируется за цикл во времени, а также углового момента центра инерции протоволчка относительно центра инерции электрона как целостного объекта, формируемого за два цикла. Цикл протоволчка в рамках полевой механики протоволчка по своей физической сущности представляет собой единичный масштаб времени, который является инвариантом (43) в трехразмерном пространстве.

Само присутствие протоволчка в электроне подтверждается существованием аномального магнитного момента электрона. Аномальный магнитный момент электрона оказался суммой известных квантовых эффектов, дающих вклад по девятый знак после запятой, в результате квантового характера динамики протоволчка в электроне. Сам момент просчитывается по известным формулам квантовой механики, полученным благодаря (38), (39), (40) (см. подробную статью).

4. ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПРИНЦИПА ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ БОРА В ТРЕХРАЗМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Исходя из [1–6] можно получить массовую формулу для свободного электрона в тяготеющем поле без учета обязательных прецессии и нутации протоволчка в этом поле в рамках полевой механики протоволчка в случае зануления измерения длины (в пространстве времени-угла):

$$m_{0e}c^2 = 2m_0c^2 - (e/2\alpha)(e/r_0), \tag{44}$$

где m_0 — масса протоволчка [2]; c — граничная фундаментальная скорость в трехразмерном пространстве, равная скорости распространения светового фронта в свободном пространстве в терминах Фока [14]; e — кулоновский заряд протоволчка, равный кулоновскому заряду электрона; α — электромагнитная постоянная тонкой структуры; r_0 — радиус электрона в трехразмерном пространстве; e/r_0 — кулоновский потенциал в центре инерции электрона, учитывающий его протяженность в трехразмерном пространстве (23), (24);

$$e/2\alpha = \mu_D \tag{45}$$

— величина монополя Дирака $\hbar c/(2e) = e/(2\alpha)$.

Двойка перед m_0c^2 в (44) получена в результате существования у протоволчка двух степеней свободы: поступательной и вращательной (решение Эйлера циклоидальное [2, 6]), которые определяют его корпускулярно-волновую структуру (32), (36) [6] в пространстве-времени (23), (24). Как установлено [3, 6], поступательной степени соответствует тензор энергии-импульса Минковского, а вращательной степени — тензор энергии-импульса Абрагама. Взаимодействие кулоновского заряда протоволчка с магнитным полюсом биполя Дирака (45) в электроне ($(e/2\alpha)(e/r_0)$), являющееся результатом движения протоволчка внутри электрона, подобно спин-орбитальному взаимодействию в квантовой механике.

Теперь найдем чему равна масса электрона ($m_{0e}c^2$) через единицу массы протоволчка (m_0c^2). Поэтому обозначим

$$m_0c^2 \equiv \xi; \qquad m_{0e}c^2 \equiv \eta; \qquad (e/2\alpha)(e/r_0) \equiv f(r_0), \tag{46}$$

где r_0 — параметр, так как e и α — экспериментально известные фундаментальные константы. Перезапишем (44) в обозначениях (46):

$$\eta = 2\xi - f(r_0). \tag{47}$$

Уравнение (47) с двумя неизвестными, да еще содержащее параметр, относится к классу уравнений Диофанта*, когда число неизвестных больше числа уравнений в системе. Поэтому найдем еще одно уравнение для нахождения решения уравнения (47). Как это обычно делается, наложим граничное условие на параметр r_0, которое следует из обязательного физического требования выполнения квантово-механического соотношения (32) и для уравнения (47):

$$2r_0 = (\hbar/m_{0e}c), \tag{48}$$

где $(\hbar/m_{0e}c)$ — комптоновская длина волны электрона $\lambdabar_0$, но не классический радиус электрона, как казалось бы «a priori», без симметризации соотношений Гейзенберга. Почему так?! Выясним позже, когда получим массовую формулу для мюона. В рамках современных представлений фундаментальность $\lambdabar_0$ как параметра (но не константы), определяющего минимальную погрешность, с которой может быть измерена координата частицы в ее системе покоя, заключена в том, что на расстояниях, меньших $\lambdabar_0$, элементарная частица выступает как система с бесконечным числом степеней свободы, и ее взаимодействия должны описываться в рамках квантовой теории поля. Все это как результат того, что элементарная частица, локализованная в области с линейными размерами $\leqslant \lambdabar_0$, согласно соотношению неопределенности Гейзенберга имеет квантово-механическую неопределенность в импульсе $\geqslant mc$ и неопределенность в энергии $\geqslant mc^2$. Значение $\lambdabar_0$ находится вычислением из экспериментальных измерений рассеяния рентгеновских фотонов на электронах по сдвигу длины волны в соответствии с законами сохранения энергии и импульса $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \dfrac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$ (где λ и λ' — длина волны до и после рассеяния, θ — угол рассеяния, m_e — масса электрона) при $\theta = \pi/2$ в представлении, когда фотон не взаимодействует с электроном. В результате (48) функция $f(r_0)$ из (44) получается

$$(e/2\alpha)(e/r_0)\Big|_{r_0=(\lambdabar_0/2)} = m_{0e}c^2 \equiv \eta, \tag{49}$$

так как $\alpha = e^2/\hbar c$. Таким образом, формула (49) подтверждает основной постулат современной квантовой теории поля, что масса частицы является результатом ее участия во взаимодействиях. Если подставить в правую часть (47) соотношение (49), то получим $m_{0e}c^2 = m_0c^2$. Тем самым, в полевой механике протоволчка сам протоволчок представляет собой единичный масштаб массовой шкалы.

---

*Уравнения Диофанта — это уравнения с целочисленными коэффициентами, для которых ищутся целочисленные решения.

Итак, в полевой механике протоволчка узаконивается существование единичных зарядов согласно Дираку [10]: кулоновского и кратность магнитных величин полюсов величине монополя Дирака (45). Квантованность магнитного заряда получена Дираком как условие непротиворечивости уравнения движения для заряженной частицы в магнитном поле и наоборот. Почему? В отличие от классической электродинамики в квантовой механике частицу можно представлять волной, что неизбежно приводит к интерференционным эффектам. А кратность магнитного заряда возможна, только если кратен и кулоновский заряд.

Помимо этого легко увидеть, что член $(e/2\alpha)(e/(\lambdabar_0/2))$ в (44) функционально играет ту же роль, что и дефект массы (энергия связи) в известной полуэмпирической массовой формуле для ядер в результате взаимодействия нуклонов между собой в ядре. Отрицательный знак перед дефектом массы в (44) означает, как и в случае с ядрами, что электрон «стационарен», а не просто динамически устойчив. Сама по себе динамическая устойчивость допускает также конечное время жизни динамической системы, например радиоактивного ядра в случае положительного значения дефекта массы.

Чтобы в дальнейшем сравнить массовые формулы с экспериментальными значениями, вычислим единичную масштабную массу протоволчка через единицу массы гауссовой системы. Подставим в левую часть (47) вместо η левую часть (49), тогда

$$m_0 c^2 = (e/2\alpha)(e/(\lambdabar_0/2)) = 0,5110042 \text{ МэВ}. \tag{50}$$

Расхождение $0,8$ эВ на уровне 0,5 МэВ (50) с экспериментальным значением массы электрона $0,5110034(14)$ МэВ [21] (в круглых скобках находится погрешность), используемым в современной физике частиц и полученным в аннигиляционных измерениях, можно учесть, если учесть прецессию и нутацию протоволчка, обязательные при нахождении электрона в тяготеющем поле. Но в электродинамике используется значение массы электрона, равное $0,51099906(15)$ МэВ [22], полученное магнитоспектрометрическим методом посредством измерения e/m. Тогда, казалось бы, $(e/2\alpha)(e/(\lambdabar_0/2)) \neq m_0 c^2$. В этом легко убедиться, подставив справа значение «массы покоя» электрона в граммах. В чем дело?! Дело в том, что при получении массовой формулы в общем виде в трехразмерном пространстве для относительно свободного электрона, взаимодействующего только с тяготеющим полем, она получается в следующем виде:

$$m_e c^2 = (m_{\text{пост}}\, c^2 + m_{\text{вр}}\, c^2) - (e/2\alpha)(e/r). \tag{51}$$

Тогда, и это очевидно, согласно принципу дополнительности Бора аннигиляционная масса электрона будет соответствовать тензору энергии-импульса

Абрагама, а магнитоспектрометрическая масса электрона будет соответствовать тензору энергии-импульса Минковского. Тем самым массовая формула (51) вскрывает динамический механизм принципа дополнительности Бора: дефект массы (энергия связи) играет роль гасящего фактора для поступательной (корпускулярной) или вращательной (волновой) энергии в зависимости от характера взаимодействия с внешним миром в соответствии с требованием принципа «приготовления состояния» в рамках законов сохранения энергии в Природе. Следовательно, принцип дополнительности в квантовой механике в определенном смысле пребывает в большем ранге, чем законы сохранения, и с ним органически связан математический аппарат квантовой механики, а не просто философствование, как многие примитивно воспринимали его в веке минувшем.

Все это, во-первых, согласуется с принципом относительности к средствам наблюдения Фока [19, с. 13]: приборы и средства наблюдения, включая органы чувств человека (которые как бы играют роль приборов, вмонтированных в человеческий организм), являются необходимым посредником между человеческим сознанием и изучаемыми атомными объектами — средства наблюдения должны описываться на основе классических абстракций, но с учетом соотношений Гейзенберга–Бора. Тогда, например, можно ответить на риторический вопрос Блохинцева, сторонника каузальной квантовой механики: каким образом «готовилось квантовое состояние» в эпоху динозавров? Ответ очевиден, например селективную функцию для света брала на себя сетчатка глаза динозавра.

Кроме того, все изложенное выше согласуется с теоремой Неймана о полноте квантовой механики, доказательство которой состоятельно только при условии, если в его основе присутствуют одновременно оба канонически сопряженных оператора. Но де Бройль, обратив на это внимание как на противоречие с принципом дополнительности Бора, в начале 50-х годов прошлого века после 20-летнего молчания снова поднял вопрос об обобщении квантовой механики. Его поддержал в данном вопросе Бом (скрытые параметры).

5. ПРОТОВОЛЧОК — «КИРПИЧЕК» МИКРОЧАСТИЦ

В рамках полевой механики противоречие, на которое обратил внимание де Бройль, снимается согласно полученному динамическому механизму принципа дополнительности Бора. По теореме Неймана самосопряженная алгебра Неймана является подалгеброй Гильберта (*левой* и *правой*) тогда и только тогда, когда алгебра Неймана (или ее единичный шар) замкнута в слабой, сильной или ультрасильной, но не равномерной операторной топологии. Дополнительной такой структурой топологического пространства обладает пространство Понтрягина [23], представляющее собой гильбертово пространство с индефинитной метрикой, в котором, как и в пространстве-времени Минковского, метрика не является знакоопределенной (времениподобной или пространственноподобной). И как выяснено [см. подробную статью], планиметрия пространства Фридмана–Лобачевского [14] содержится в пространстве Понтрягина в виде хроногеометрии, так же как и планиметрия Лобачевского (17) содержится в пространстве-времени Галилея. При этом, тем не менее, ниже при анализе массовой формулы протона в рамках теории потенциала будет найдена физическая причина неизбежности вероятного толкования квантовой механики.

В дальнейшем поступательные массовые формулы для других частиц будут приведены без учета прецессии и нутации протоволчков в тяготеющем поле в пространстве двух измерений: времени и угла — для концептуальной физической прозрачности этих формул.

В рамках полевой механики для микросистем из протоволчков, взаимодействующих между собой, получены обобщенные решения Лагранжа трехтельной задачи [24] с количественными основными характеристиками элементарных частиц и ядер через фундаментальные константы без единого параметра.

Так, как оказалось, мюон (μ) состоит из двух протоволчков и одного антипротоволчка. Под антипротоволчком понимается античастица в представлении Дирака, так как, выше об этом уже говорилось, уравнение Дирака для свободного релятивистского электрона, на примере решения проблемы Лэмба, оказалось на самом деле уравнением протоволчка в тяготеющем поле. На базе точного обобщенного треугольного решения Лагранжа трехтельной задачи получена массовая формула для мюона:

$$m_\mu c^2 = \left(3 \cdot \left(\frac{m_0 c^2}{2\alpha}\right)\right) + \left(\frac{e}{2\alpha}\right) \left(\frac{2 \cdot \dfrac{e}{2\alpha}}{\dfrac{1}{3} r_{\text{Б}}} - \frac{\dfrac{1}{3} e}{r_0}\right) = 105{,}634\,064 \text{ МэВ},$$

$$m_{\mu,\ \text{эксп}}\, c^2 = 105{,}658\,389(34) \text{ МэВ } [21, 22], \quad (52)$$

где $(m_0 c^2 / 2\alpha)$ — масса протоволчка в мюоне, $r_{\text{Б}} = (\hbar / m_0 e^2)$ — радиус Бора.

Соотношение (52), как оказалось при анализе, представляет собой синтез двух фундаментальных формул соответственно в ядерной физике и магнитодинамике, обобщенных на микромир. Одна из них, основная, — полуэмпирическая массовая формула для нуклидов в ядерной физике, работающая от водорода до тяжелых элементов таблицы Менделеева включительно:

$$\Delta m_{\text{я}} c^2 = m_{\text{ я, эксп}}\, c^2 - (m_n (A - Z) + m_p Z)\, c^2, \quad (53)$$

которая однозначно определяет в зависимости от знака дефекта массы ядро стационарное или радиоактивное. При этом дефект массы равен энергии распада такого ядра, в случае положительного значения данного дефекта, и используется в атомной энергетике. Вторая формула

$$\mathbf{F}_{\text{л, магн}} = \mu_H \left(\mathbf{H} - \frac{1}{c}[\mathbf{v}, \mathbf{E}] \right), \tag{54}$$

представляющая собой известный магнитный аналог силы Лоренца в магнитодинамике, также используется для сепарации изотопов.

В случае (52) $\mu_H = \mu_D$; $(2\cdot(e/2\alpha))$ — биполь Дирака протоволчка; $\frac{1}{3}e$ — дробный кулоновский заряд протоволчка относительно центра инерции мюона согласно тому, что кулоновский заряд, как установлено [2, 6], представляет собой механический момент обобщенного вектора Умова–Пойнтинга для плотности энергии. Положительное значение дефекта массы мюона в соответствии с (53) означает, что мюон радиоактивный, а значит, «рыхлый» — значительная прецессия и нутация его протоволчков в тяготеющем поле.

Масса протоволчка $(m_0c^2/2\alpha)$ является результатом того, что его массовая формула имеет ту же структуру, что и массовая формула электрона в тяготеющем поле (51) [2], только при граничном условии, накладываемом на радиус протоволчка в случае мюона:

$$(e/2\alpha)(e/r_{\text{пр}})\Big|_{r_{\text{ пр}}=(e^2/m_0c^2)} = \frac{m_0c^2}{2\alpha}, \tag{55}$$

где (e^2/m_0c^2) — радиус протоволчка, а не классический радиус электрона, как считали в прошлом веке. Соотношение (55) еще раз подтверждает, что релятивистское уравнение Дирака — уравнение протоволчка, который по сути своей всегда релятивистский.

Для протона (p) массовая формула получена в результате решения 27-тельной задачи с помощью разработанного каскадного метода: сведение такой задачи к последовательности нахождений решений Лагранжа трехтельной задачи по центрам инерции подсистем протоволчков $\left(3\cdot\left(3\cdot\left(3\cdot\left(\frac{m_0c^2}{2\alpha}\right)\right)\right)\right)$, взаимодействующих между собой:

$$\begin{aligned} m_pc^2 = \left(3\cdot\left(3\cdot\left(3\cdot\left(\frac{m_0c^2}{2\alpha}\right)\right)\right)\right) - 3\left(\frac{e}{2\alpha}\right) \times \\ \times \left(\frac{3\cdot\left(2\cdot\left(\frac{e}{2\alpha}\right)\right)}{\frac{1}{3}r_{\text{Б}}} + \frac{\frac{1}{3}\left(\frac{1}{3}e\right)}{r_0} \right) = 938,272\,14 \ \text{ МэВ}; \end{aligned} \tag{56}$$

$$m_{p,\ \text{эксп}}\,c^2 = 938,272\,31(28)\ \text{МэВ}\ [21, 22].$$

Тем самым, протон состоит из 14 антипротоволчков и 13 протоволчков, образующих группу симметрии E_6 — 27 частиц. Валентный антипротоволчок представляет внешние характеристики протона. Последнее слагаемое в (56) с противоположным знаком по сравнению с таким же слагаемым в (54), представляющим собой векторное произведение, связано с конкретной ориентацией биполей протоволчков в протоне. Отличие в 170 эВ на уровне ~ 1 ГэВ от экспериментального значения, значительно меньшее аналогичного отклонения значения массы мюона (52), обусловлено его компактностью в результате стабильности протона — отрицательное значение дефекта массы в (56). Очевидно, что «глюон» не что иное, как фундаментальный квант Джозефсона магнитного потока, возникающего между противоположными полюсами биполей взаимодействующих между собой протоволчков в протоне (56), имеющий в этом случае различные квантовые состояния в соответствии с принципом Паули подобно гипотетическим «цветным глюонам» в квантовой хромодинамике [25]. Тем самым подтверждается вывод Дирака [10] о дискретности магнитного заряда и реальности известной связи между монополем Дирака с квантом магнитного потока Джозефсона. Автономная в протоне каскадная подсистема протоволчков $\left(3\cdot\left(\dfrac{m_0c^2}{2\alpha}\right)\right)$, если ее сравнить с (52), является квантовым состоянием в протоне «бесхозного», не входящего ни в одно семейство элементарных частиц мюона, представляющего собой «преон». «Преон» гипотетически введен в бесструктурном точечном виде в феноменологическую модельную теорию частиц [26] как частица, из которых предположительно состоят лептоны и кварки, чтобы объяснить существование поколений фермионов. Тогда кваркоподобная подсистема $(3\cdot(3\cdot(m_0c^2/2\alpha))$ есть квантовое состояние в протоне τ-лептона согласно его трехлептонным модам распада, а также согласно группе симметрий E_6, которая возникает при рассмотрении групп симметрий поколений фермионов. Числитель в последнем слагаемом в (56) $\left(\dfrac{1}{3}\left(\dfrac{1}{3}e\right)\right)$ подтверждает, что заряд кварка внешний по отношению к заряду структурного преона (52) в соответствии с тем, что заряд — механический момент вектора Умова–Пойнтинга для плотности энергии [2, 6].

Когда в первой половине прошлого века формировалась квантовая механика, электрон и протон считались точечными объектами, это и стало причиной неприятия большинством физиков в то время вероятностного толкования квантовой механики. Если в согласии с требованием принципа дополнительности Бора «приготовить» изучаемые состояния, например атомов водорода, находящихся в газообразном состоянии, облучив их электронным пучком, то сразу становится ясна причина такого толкования: это динамическая пространственно-временная структура протона и электрона. Потенциальная энергия электрона, находящегося в различных возбужденных состояниях в атоме водорода, формируемых за конечное время, дискретна и зависит от неупругого столкновения его в основном состоянии с электронами пучка. Результаты таких столкновений сами по себе зависят, в свою очередь, от положения сталкивающихся электронов к положению валентного протоволчка в протоне, в котором он движется. Таким образом, вероятное толкование квантовой механики является следствием зависимости потенциальной энергии частицы от ее положения относительно другой частицы, с которой она взаимодействует, в отличие от кинетической энергии, зависящей только от ее относительной скорости.

Далее, массовая формула для нейтрона получена в следующем виде:

$$m_n c^2 = m_p c^2 + \left(\frac{e}{2\alpha}\right)\left(\frac{2\cdot\left(\frac{e}{2\alpha}\right)}{\frac{1}{3}r_{\text{Б}}} + \frac{e}{r_0}\right) = 939,54965\ \text{МэВ};$$

$$m_{n,\ \text{эксп}}\, c^2 = 939,56563(28)\ \text{МэВ [21,22]}. \quad (57)$$

Положительное значение дефекта массы в (57) однозначно показывает, что нейтрон радиоактивен, а следовательно, нейтрон как динамическая система «рыхлый». Нейтрон имеет еще один «прилипший» к протону протоволчок, взаимодействующий с протоном внешне одним полюсом своего биполя Дирака и своим кулоновским зарядом. То, что взаимодействие протоволчка с протоном внешне, подтверждается целочисленностью кулоновского заряда в числителе последнего слагаемого в (57). В результате другим полюсом биполя внешнего протоволчка нейтрон может взаимодействовать еще с одним протоном, например как в дейтроне. Поэтому ядерные силы зависят от *ориентации* в согласии с наблюдаемыми фактами. Так, например, нейтрон и протон удерживаются вместе, образуя ядро дейтрона только в том случае, если их спины параллельны друг другу (экспериментальный факт, не имеющий теоретического обоснования в рамках современных феноменологических модельных теориях ядра). Кроме того, становится понятным, почему ядерные силы *не центральны* (также только экспериментальный факт).

Все сказанное выше подтверждается полученной массовой формулой для дейтрона:

$$m_d c^2 = (m_p c^2 + m_n c^2) - \left(\frac{e}{2\alpha}\right)\left(\frac{3\cdot\left(2\cdot\left(\frac{e}{2\alpha}\right)\right)}{\frac{1}{3}r_{\text{Б}}} - \frac{\left(\frac{1}{3}e\right)}{\pi r_0}\right) =$$

$$= (m_p c^2 + m_n c^2) - 2,24530\ \text{МэВ}; \quad (58)$$

$$\Delta m_{d,\ \text{эксп}}\, c^2 = -2,24579\ \text{МэВ [21,22]}.$$

Отрицательный знак перед дефектом массы означает, что дейтрон стабилен, а следовательно, компактен с отличием в массе от экспериментального значения 490 эВ на уровне ~ 2 ГэВ. Знаменатель πr_0 в последнем слагаемом и множитель 3 перед первым слагаемым в скобках формулы (58) указывает на то, что нейтрон «скользит» по протону, и тем самым протон может еще взаимодействовать с одним или несколькими нейтронами (также экспериментальный факт — *насыщение* ядерных сил), например в тритии.

Таким образом, то, что считалось «сильным взаимодействием» в течение прошлого века, реально оказалось первым членом магнитного аналога силы Лоренца, обобщенного на микромир, отсюда *зарядовая независимость* ядерных сил. А «электрослабое взаимодействие» на самом деле представляет собой второй член указанного выше аналога. При этом следует иметь в виду, что *ядерное* взаимодействие, являясь следствием *сильного* взаимодействия, присутствующего внутри нуклона, тем не менее имеет иной аналитический вид (*короткодействие* этих сил) как результат существования границы у нуклона в виде листа Ампера (математическая поверхность, разделяющая «северный» и «южный» полюса магнитных биполей верхних протоволчков в нуклоне — двухслойный потенциал Ляпунова (1898)), который сам по себе определяет также и границу неопределенности Гейзенберга–Бора. Кроме этого следует отметить, что Юкава ввел в ядерную теорию как раз потенциал Ляпунова, не обратив на это внимание, несмотря на то, что в то время потенциал Ляпунова уже содержался в университетских учебниках по теории потенциала [см. подробную статью].

6. ПУТЬ ПОЛУЧЕНИЯ МАССОВЫХ ФОРМУЛ МИКРОЧАСТИЦ

Для полноты представлений о пути получения вышеприведенных массовых формул следует добавить, что в результате формулировки полевой механики протоволчка выявлено новое поле (инертное), взаимодействие тяжелой точки протоволчка с которым ответственно за «массу покоя» элементарных частиц и за «скрытую массу» в Метагалактике [2]. Такое поле совместно с гравитационным полем Ньютона составляет тяготеющее поле Вселенной. Последнее можно считать обобщением гипотезы Хевисайда [27], который предложил описывать тяготение посредством уравнений, схожих с уравнениями электродинамики Максвелла. При этом Хевисайд показал, что в эти уравнения должно входить второе поле, подобное магнитному полю.

В результате в таком тяготеющем поле обобщаются единицы Планка, выраженные через $\hbar$, c и G (постоянная гравитации Ньютона). Например, согласно установленной связи в [2] между электромагнитными и тяготеющими зарядами планковская единица массы $m_{pl}^2 = (\hbar c/G)$ в рамках полевой механики протоволчка обобщается в массу протоволчка в гауссовой системе единиц в следующем виде:

$$m_0^2 = \frac{\hbar c}{\mathcal{X}^2}\beta, \tag{59}$$

где $\beta = (\frac{1}{2} - \alpha)$ — такая же постоянная, как и α, только тяготеющего поля; $\mathcal{X}^2$ — постоянная тяготеющего поля с размерностью в гауссовой системе единиц постоянной гравитации Ньютона, которая алгебраически содержится в $\mathcal{X}^2$ в определенном соотношении совместно с постоянной инертного поля χ^2.

Наличие постоянной β в Природе закрывает проблему, названную Цвикки, который ее сформулировал, проблемой «скрытой массы» в скоплениях галактик [2]. Как установлено Цвикки в 30-е годы прошлого столетия, масса галактических скоплений, определенная по их светимости, т. е., по сути дела, с учетом только лишь электромагнитного взаимодействия, примерно на порядок меньше массы, определяемой с помощью закона всемирного тяготения Ньютона на основании предположения о существовании таких скоплений из-за соответствующих сил Ньютона. Тогда согласно отношению $(\beta/\alpha) \approx 6,7 \cdot 10^1$, которое, с одной стороны, показывает во сколько раз инертное взаимодействие сильнее электромагнитного, с другой — согласие такого соотношения с современным соотношением «скрытой массы» к «видимой массе» объясняет причину такой проблемы как результат того, что Эддингтон при выводе своего закона светимости, по понятным причинам, учел только электромагнитное взаимодействие [2].

Связь между кулоновским, магнитным, фотонным $(\hbar c)$ и тяготеющими (гравитационным и инертным) зарядами получена в [2] на основании обобщения результатов Фока [14, с. 475–482] и Вейля [28] с учетом гипотезы Хевисайда. Фок доказал, что вывести преобразования Лоренца на основании двух постулатов специальной теории относительности невозможно без третьего: требования инвариантности уравнения светового фронта. В результате он получил помимо преобразований Лоренца еще дробно-линейные преобразования Мёбиуса, образующие также точечную группу, которые превращаются в тождество при наложении условия сохранения прямолинейности и равномерности движения в пространстве-времени строго локально, что согласуется с таким же выводом Вейля [28] по этой проблеме, как подчеркивает Фок.

В случае полевой механики протоволчка его тяжелая точка движется по топологическому листу Мёбиуса. Поскольку с топологической точки зрения лист Мёбиуса *не ориентирован*, в законе Ньютона его гравитационные заряды с *нейтральным* знаком «*» в отличие от кулоновских знаков «+», «–», которые являются результатом вышеупомянутого условия локальности. Так как кулоновский заряд, как и гравитационный, представляет собой механический момент обобщенного вектора Умова–Пойнтинга для тяготеющей плотности [2, 6], то он автоматически превращает все известные электромагнитные взаимодействия в локальные законы тяготеющего поля, по которым протоволчки связываются в микросистемы, а затем из них формируются макросистемы.

В заключении авторы благодарят профессора В. А. Никитина (ОИЯИ, Дубна) и профессора Г. Н. Шикина (РУДН, Москва) за организацию семинаров в Дубне и Москве, а также за многочисленные обсуждения этой непростой работы и инициирование написания данной укороченной статьи. Кроме этого авторы выражают свою благодарность профессорам Ю. П. Рыбакову и К. А. Бронникову (РУДН, Москва) за участие в таких обсуждениях. Мы признательны за содействие в работе профессорам А. Н. Сисакяну, Н. А. Русаковичу и В. Г. Калинникову (ОИЯИ, Дубна).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зорин Г. Н.* // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат. 1981. Вып. 12. С. 155; Препринт ОИЯИ Р18-84-402. Дубна, 1984.
2. *Зорин Г. Н.* // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат. 1981. Вып. 12. С. 166; Препринт ОИЯИ Р18-84-403. Дубна, 1984.
3. *Зорин Г. Н.* // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1984. Вып. 14. С. 176; Препринт ОИЯИ Р18-84-401. Дубна, 1984.
4. *Zorin G. N.* JINR Preprint 18-85-98. Dubna, 1985.
5. *Зорин Г. Н.* Сообщение ОИЯИ Р2-86-686. Дубна, 1986.
6. *Зорин Г. Н., Зорин А. Г.* Препринт ОИЯИ Р2-98-39. Дубна, 1998.
7. *Зорин Г. Н., Станюкович К. П., Шикин Г. Н.* Гравитационная устойчивость системы нуклонов в связанном состоянии // Космические исследования. 1983. Вып. 17. С. 14.
8. *Einstein A.* Autobiographisches // Albert Einstein, Philosopher — Scientist, The Library of Living Philosophers. Illinois, USA, 1949; УФН. 1956. Т. 50. С. 71.
9. *Schwinger J.* A Magnetic Model of Matter // Science. 1969. V. 165, No. 3895. P. 757; УФН. 1971. Т. 103, вып. 2. С. 355–365.
10. *Dirac P. A. M.* // Proc. Roy. Soc. A. 1931. V. 133. P. 60; Phys. Rev. 1948. V. 74. P. 817.
11. *Poincare H.* // Compt. Rend. 1905. V. 140. P. 1504.
12. *Дубровин Б. А., Новиков С. П., Фоменко А. Т.* Современная геометрия. М., 1986.

13. *Ковалевская С. В.* // Acta Math. 1889. V. 12; 1890. V. 14; Науч. работы. М.; Л., 1948. С. 153–234.

14. *Фок В. А.* Теория пространства, времени и тяготения. М., 1955.

15. *Клейн Ф.* Лекции о развитии математики в XIX столетии. М., 2003. Т. 2.

16. *Gauss K.* Disqceisitiones generals circa superficies curvas. 1827.

17. *Dirac P. A. M.* The Origin of Quantum Field Theory // The Impact of Modern Scientific Ideas on Society. Dordrecht, Holland: D. Riedel, 1981. P. 39.

18. *Dirac P. A. M.* Directions in Physics. New York: John Wiley and Sons, 1978.

19. *Фок В. А.* Начала квантовой механики. М.: Наука, 1976.

20. *Wigner E. P.* // Proc. Amer. Phil. Soc. 1949. V. 93. P. 521.

21. Таблицы физических величин: Справ. / Под ред. акад. И. К. Кикоина. М.: Атомиздат, 1976. С. 31, 32; Физические величины: Справ. / Под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991. С. 974.

22. *Спиридонов О. П.* Фундаментальные физические постоянные. М.: Высш. шк., 1991. С. 10–21.

23. *Понтрягин Л.* Основы комбинаторной топологии. М.: ОГИЗ, 1947.

24. *Синг Дж. Л.* Классическая динамика. М., 1963. С. 159.

25. *Боголюбов Н. Н.* Цветные кварки — новая ступень познания микромира. Препринт ОИЯИ Д2-85-206. Дубна, 1985.

26. *Pati J. C., Salam A.* Lepton number as the fourth «color» // Phys. Rev. 1974. V. 10. P. 275.

27. *Heaviside O.* Electromagnetic Theory B. New York, 1883.

28. *Weul H.* Mathematische Analyse des Raumproblems. Berlin: Springer, 1923.

Получено 28 октября 2004 г.

Редактор *О. Г. Андреева*

Подписано в печать 10.12.2004.
Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,88. Тираж 215 экз. Заказ № 54695.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.
E-mail: publish@pds.jinr.ru
www.jinr.ru/publish/