

Предложена модель, основанная на геометродинамической идее Дж.Уилера о флуктуирующей топологии, в которой микрочастицы рассматриваются как особые осциллирующие деформации или вихревые структуры неодносвязной двумерной поверхности. Модель использует аналогии из макромира и позволяет включить в рассмотрение гравитационные силы, тем самым дополняя СМ. В рамках модели объяснены или интерпретированы такие явления и понятия как: наличие трех поколений элементарных частиц, quark confinement, «Zitterbewegung», суперсимметрия. Обосновано существование замкнутых структур, основанных на равновесии магнитных и гравитационных сил, показана их роль в строении микрочастиц. Выражены через фундаментальные константы и рассчитаны в первом приближении массы лептонов и кварков. Другие параметры - масса и размер протона, магнитный момент протона, гравитационная постоянная, масса нейтрона, время полураспада нейтрона, граничная энергия бета-распада определены достаточно точно.

*«Мир... построен из ничего,
наделенного структурой...»
P. Davies*

1. Введение.

Стандартная модель фундаментальных взаимодействий (СМ) является результатом усилий тысяч исследователей на протяжении десятков лет и постепенно обрывает все более изощренным математическим аппаратом, неизбежно маскирующим физическую суть явлений.

Неизбежен ли этот процесс? И может ли дальнейшая математизация сделать СМ всеобъемлющей и способной объяснить все явления микромира? Не следует ли дополнить СМ концепцией, берущей начало не из электродинамики? Постановка такой проблемы обоснована, поскольку иная адекватная модель позволяет взглянуть на микроявления с другой стороны и сделать их доступными более широкому кругу исследователей.

Согласно современным воззрениям объекты микромира не могут быть адекватно представлены наглядными образами и аналогиями из окружающего нас макромира, однако такие аналогии, успешно интерпретирующие явления микромира и проясняющие их физическую сущность, все же существуют и далее это будет показано.

В статье излагается обзорная иллюстративная модель в духе геометродинамики и обосновывается ее адекватность на многих примерах. Для построения формальной теории основе данной концепции требуется собственный математический аппарат, и этот вопрос здесь не рассматривается. Что касается численных результатов, приводимых в данной статье, то они получены только на основе законов сохранения энергии, заряда и спина и балансов между фундаментальными взаимодействиями без применения каких-либо дополнительных коэффициентов. Эти результаты являются опорными точками для модели и подтверждают ее справедливость.

Геометризация физики предполагает интерпретацию микроявлений топологическими образами и таких работ уже немало. Например, в модели Ершова [1] первоначальными элементами микромира, составляющие частицы, являются преоны, а по сути - локальные сингулярности.

В данной работе в качестве исходной модели для микроэлемента материи использована идея Дж.Уилера о флуктуирующей топологии, где, в частности, заряды рассматриваются как особые точки на поверхности, соединенные «червоточиной» или вихревыми трубками тока по типу сток-исток, образующими в целом замкнутый контур.

Поверхность может быть двумерной, но в то же время фрактализованной, топологически неодносвязной и состоять из переплетений вихревых трубок, образующих в целом трехмерную структуру [2].

Данная статья следует за работой [3], в которой были определены численные значения заряда электрона и постоянных излучения. В работе [3] установлено, что с чисто механистической точки зрения *заряд* отражает лишь меру неравновесности физического вакуума и пропорционален количеству его движения по контуру вихревой трубки тока, *спин*, соответственно, моменту количества движения относительно продольной оси контура, а *магнитное взаимодействие* между проводниками аналогично силам, действующим между трубками тока. В такой модели *электрическая постоянная* становится погонной плотностью вихревой трубки:

$$\varepsilon_0 = m_e/r_e = 3,233 \cdot 10^{-16} \text{ кг/м}, \quad (1)$$

а величина, *обратная магнитной постоянной* - центробежной силой:

$$1/\mu_0 = c^2 \varepsilon_0 = 29,06 \text{ н}, \quad (2)$$

возникающей при вращении элемента вихревой трубки с массой m_e со скоростью света c по радиусу r_e ; она же эквивалентна силе, действующей между двумя элементарными зарядами на данном радиусе. Отметим, что к последнему выводу приходит и Дэйвitt в работе [4].

То, что заряд имеет размерность импульса, не должно удивлять. Более того, для силы электрического и магнитного взаимодействий имеет значения не размерность единичного заряда, а только их число z . Так, например, формула Кулона получает вид:

$$F_e = z_1 z_2 / (\mu_0 r^2), \quad (3)$$

где r - относительное расстояние между зарядами в единицах r_e .

В работе [3] и далее рассматривается так называемый стандартный протон-электронный контур, пересекающий поверхность в точках p^+ и e^- , для которого его полная кинетическая энергия равна предельной энергии электрона. На этом примере демонстрируются возможности модели для объяснения различных явлений микромира

2. О связи электромагнитного и слабого взаимодействий

Электрическое и слабое взаимодействия объединены в едином контуре. Условно можно разделить наш модельный континуум в окрестности частицы, по форме напоминающий поверхность гиперболоида вращения, на две области - собственно поверхность (область X) и «выросты» из нее или вихревые трубки (область Y). Возмущение между заряженными частицами по поверхности X передается со скоростью света в виде поперечной поверхностной волны, т.е. электромагнитной волны. Вдоль вихревых трубок по Y возмущение распространяется в виде продольной волны с той же скоростью света, и это можно показать.

Выразим скорость света из (2) следующим образом:

$$c = (s/\varepsilon_0)^{1/2} (1/s\mu_0)^{1/2}, \quad (4)$$

где s - некоторое сечение, например, сечение вихревой трубки. Здесь, имея в виду размерности величин, первый множитель представляет удельный объем, а второй - давление. То есть формула совпадает с выражением для местной скорости звука в непрерывных средах и в данном случае интерпретируется как скорость продольной волны вдоль трубки контура. На условной гра-

нице областей X и Y продольная волна с точки зрения внешнего наблюдателя трансформируется в поверхностную поперечную волну.

Далее, согласно [3], масса контура $M = c_0^{2/3} m_e = 4,48 \cdot 10^5 m_e$, что приблизительно равно суммарной массе W, Z - бозонов (здесь введена безразмерная скорость света $c_0 = c / [м/с]$). Поэтому можно утверждать, что вихревая трубка тока образована тремя вихревыми нитями, вращающимися вокруг общей продольной оси. Эти нити являются конечными структурами, далее не детализируются, и обладают по необходимости правым, левым и последняя, очевидно двойная, суммарно нулевым вращением. Их можно ассоциировать с векторными бозонами W^+, W^-, Z^0 , которые считаются истинно элементарными частицами наряду с фотоном, электроном и нейтрино.

Такая структура подтверждается трехструйными процессами, наблюдаемыми при высоких энергиях - появлением трех адронных струй при распаде тяжелой Y- частицы и при аннигиляции электрона и позитрона. Есть данные об обнаружении трехзонной структуры у собственно электрона [5].

И другие параметры слабого взаимодействия находят свое соответствие в данной модели. Так, проекционный угол, определенный в [3] как $\arcsin(c_0^{1/6} / (2\pi a)^{1/2}) = 61,8^\circ$, где a - обратная постоянная тонкой структуры, является дополнительным к углу смешивания Вайнберга q_w в слабом взаимодействии. Величина $\sin^2 q_w = 0,231$ определена экспериментально, т.е. $q_w = 28,7^\circ$ и $\pi/2 - q_w = 61,3^\circ$. Именно при этом значении угла точно вычисляется электрический заряд, численное значение которого по [3] имеет вид:

$$e_0 = m_e c_0^{4/3} \cos q_w \cdot [м/с] = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ кгм/с.} \quad (5)$$

3. Фермионы и бозоны

Необходимо отметить, что вихревые структуры являются устойчивыми в том случае, если они опираются на границу раздела фаз, т.е. в нашем случае на двухмерную поверхность.

Наиболее близкой аналогией в масштабах нашего мира континууму, на котором разворачиваются явления микромира, являлись бы *поверхность идеальной жидкости*, возникающие в ней вихревые образования и соответствующие взаимодействия между ними, формирующие как рельеф ее поверхности, так и подповерхностные структуры.

Вихревые образования в жидкости могут пребывать в двух крайних формах - вихревой воронки *на поверхности* с радиусом r_x по оси X (пусть это будет **аналог фермиона** с массой m_x) и вихревой нити или трубки тока *под поверхностью* вглубь, с окружной скоростью вращения v , радиусом r и длиной l_y по оси Y (пусть это будет **аналог бозона** с массой m_y). В реальной среде эти структуры осциллируют, переходя друг в друга (осцилляция осцилляторов). По-видимому, частицы-фермионы сохраняют бозонную часть с половинным спином, определяющую их магнитные и спиновые свойства, а при их полном переходе в бозонную форму спин восстанавливается до целого значения. Вихревая нить в свою очередь способна, скручиваясь в спираль, образовывать последующие структуры (трубки тока).

Возможность взаимных переходов фермионной и бозонной форм не означает, что микрочастица находится одновременно в том и другом состояниях, но показывает, что масса (энергия) может пребывать в двух видах и *переходить из одной формы в другую*.

Нетрудно заметить, что такая модель микрочастиц дает своеобразную интерпретацию понятиям *дефект масс* и *суперсимметрия*. В то же время наша модель не требует введения дополнительных частиц (суперпартнёров), которые пока не обнаруживаются в экспериментах и, очевидно, обнаружены не будут.

4. Определение соотношения масс протон/электрон

Для сравнения масс фермионов необходимо представить их объектами, обладающими внутренней структурой. Введем аналогию, где вихревая трубка контура подобна струе, пересекающей поверхность жидкости в ограниченной области и создающей кольцевые волны или контуры второго порядка (те в свою очередь - третьего и т.д.). Пусть эта область пересечения соответствует микрочастице. Тогда она, рассматриваемая уже как собственно контур, может быть охарактеризована параметрами контура: квантовым числом n , радиусом вихревой нити r , окружной скоростью v , массой контура M .

Определим квантовые числа для микрочастиц. Для этого выразим спин фермионов через параметры их собственного контура, ограничиваясь двумя очевидными случаями, а именно:

-- спин частицы равен моменту импульса контура в целом:

$$h / 4\pi = Mvr, \quad (6)$$

-- спин частицы равен моменту импульса, приходящегося на одну структурную единицу контура (фотон):

$$h / 4\pi = Mvr / z, \quad (7)$$

где $h = 2\pi m_e c r_e$ - постоянная Планка.

В работе [3], исходя из условий сохранения заряда и постоянства параметра μ_0 , параметры вихревой нити M , v , r для произвольного контура определены как:

$$M = (an)^2 m_e, \quad (8)$$

$$v = c_0^{1/3} c / (an)^2, \quad (9)$$

$$r = c_0^{2/3} r_e / (an)^4, \quad (10)$$

а число фотонов z в контуре для случая распада контура (ионизация) упрощенно:

$$z \approx n^4. \quad (11)$$

Имея в виду выражение (1) для ε_0 (погонной плотности), очевидно что

$$l_y / r_e = m_y / m_e = M / m_e = (an)^2, \quad (12)$$

т.е. относительная длина трубки тока в единицах r_e равна бозонной массе M в единицах m_e .

Из (6) и (7), раскрывая вышеуказанные параметры, находим:

-- для первой частицы, предположительно протона

$$n = n_p = (2c_0 / a^5)^{1/4} = 0,3338, \quad (13)$$

-- для второй, предположительно электрона

$$n = n_e = (2c_0 / a^5)^{1/8} = 0,5777. \quad (14)$$

Имея в виду свойства фермионов и бозонов в нашей модели, допустим, что бозонная нить в процессе осцилляций по оси Y способна предельно плотно упаковываться в фермионную форму,

причем, учитывая возможное наличие у нее последующих структур, по всем четырем координатам (степеням свободы). Тогда, имея в виду (10) и (12), относительный линейный размер фермиона по оси X можно оценить выражением:

$$r_x/r_e = (r/r_e)(l_y/r_e)^{1/4} = c_0^{2/3}/(an)^{3,5}. \quad (15)$$

Например, подставляя в вышеприведенные формулы $n = n_p$, находим характерные размеры структуры протона в единицах r_e : радиус вихревой нити $r = 0,103$, линейный размер по X $r_x = 0,692$, длина вихревой нити $l_y = 2092$, а для электрона при подстановке $n = n_e$, соответственно имеем: 0,0114, 0,1014, 6266.

Конечно, выражение (15) имеет лишь качественный характер, но его можно использовать для расчета *отношения масс* произвольных фермионов, полагая, что массы пропорциональны отношению своих четырехмерных объемов:

$$m_{xp}/m_{xe} = (r_{xp}/r_{xe})^4 = (n_e/n_p)^{14}. \quad (16)$$

Для данной пары частиц отношение $(0,5777/0,3338)^{14} = 2160$, и становится ясным, что эта пара действительно является *протоном и электроном*. То есть данное отношение равно массе протона в единицах массы электрона. Это тем более очевидно, поскольку бозонная масса частицы $m_{ур}$ почти равна фермионной m_{xp} , и это не случайно. Пусть эти массы равны, тогда более точной является бозонная масса по (12), т.к. она не зависит от числа фотонов z , которое определяется по приближенной формуле. Тогда, используя соотношение (16), величину n_e также можно уточнить и ее значение принять равным 0,5763. Массу протона, как и заряд электрона, следует скорректировать косинусом угла Вайнберга, в итоге получаем почти точное значение относительной наблюдаемой массы протона:

$$m_p/m_e = (an_p)^2 \cos q_w = 1836. \quad (17)$$

Угол Вайнберга имеет и геометрическую интерпретацию, т.к. $(\cos q_w)^{14} = 1/2\pi$, что также косвенно подтверждает правильность соотношения (16).

Массы других частиц в единицах массы электрона рассчитываются: фермионные - по (16), полагая n_p квантовым числом для произвольного фермиона, а бозонные - по (12).

Квантовые числа для электрона n_e и протона n_p являются их внутренними параметрами и определяют также как бы *зону влияния* этих частиц. Параметр n_e определяет длину контура электрона, который в качестве окружности длиной $l_y = (an_e)^2 r_e$ огибает три вписанные окружности диаметром d_y , внутри которых вращаются вихревые нити. Этот диаметр равен длине волны Комптона, т.е. амплитуде колебаний электрона, которое следует из уравнения Дирака (явление «*Zitterbewegung*»), и которое накладывается на наблюдаемое переносное движение электрона. Действительно, из геометрических соображений следует:

$$d_y = (an_e)^2 r_e \sin 60^\circ / 2\pi = 2,423 \cdot 10^{-12} \text{ м}, \quad (18)$$

что совпадает с длиной волны Комптона. Причем «*Zitterbewegung*» подтверждается в экспериментах [6].

Аналогично, параметр n_p определяет длину контура протона с диаметром $d_y = (an_p)^2 r_e / \pi$, огибающий предельно сокращенный $p^+ - e^-$ контур, параметры которого достигают критических значений при $v = c$, рис.1. В этом случае из (9) следует:

$$n_p = n_{min} = c_0^{1/6}/a = 0,1889 \quad (19)$$

и далее по (12) находим $l_y = c_0^{1/3} r_e = 669 r_e \approx d_y$. Бозонные части отражают для электрона - спин, а для протона его пионное окружение.

Возбуждение элементарных частиц дает множество их нестабильных форм. Так фермионы могут иметь более рыхлую и объемистую упаковку бозонной нити, образуя гипероны и т.д. По-видимому, существуют какие-то предпочтительные конфигурации упаковки, но наиболее плотной является протонная, при которой объем и масса частицы являются *минимальными* для барионов.

5. Три поколения элементарных частиц

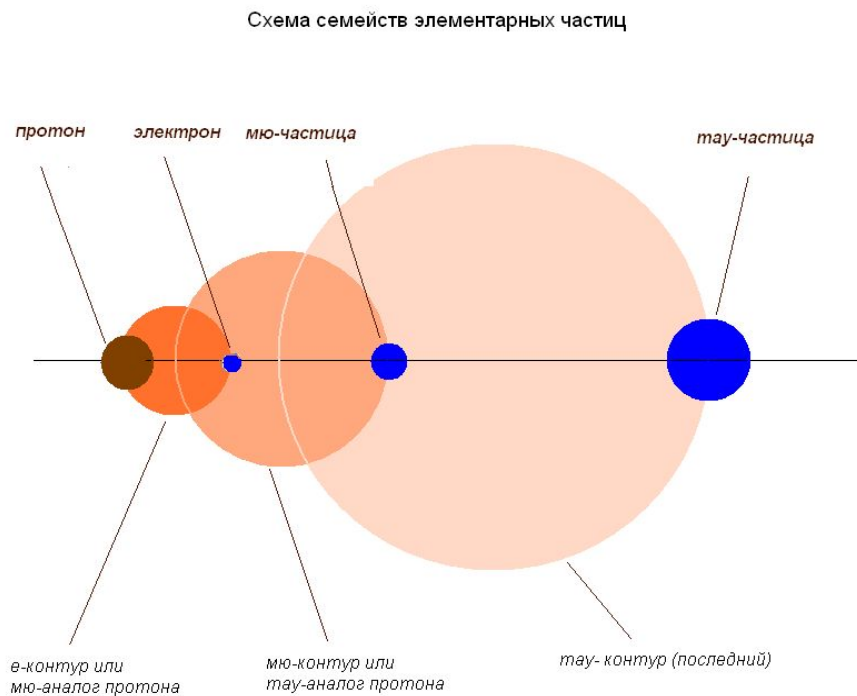


Рис. 1 Схема семейств элементарных частиц.

В нашей модели микрочастица рассматривается как собственно контур, поэтому любой контур, соединяющий заряженные частицы, можно уподобить частице, входящей в состав большего контура, полагая массу меньшего контура массой гипотетического фермиона (т.е. бариона, аналога протона) для большего, рис.1. Таким образом, могут существовать взаимосвязанные контуры первого и последующих порядков, образующие несколько поколений элементарных частиц. Понятно, что любой частице соответствуют два квантовых числа в зависимости от того, рассматривается ли она как фермион - аналог протона в составе большего контура последующего семейства или как бозонная масса контура предшествующего семейства частиц. Только для протона фермионная и бозонная массы равны и таковы по величине, что имеют одно и тоже квантовое число $n = 0,3338$.

Для мю-контура аналогом протона является масса стандартного контура M , равная $c_0^{2/3} m_e$. Из (16) находим его квантовое число, $n_\mu = 0,228$. Для тау-контура аналогом протона является

масса мюонного контура, а n_τ определяется из предельных условий, когда $v \rightarrow 1$, $r \rightarrow 1$ и $n_\tau = n_{min} = 0,1889$. Далее по (16) находим массу мю-контура или тау-аналога протона, которая равна $6,05 \cdot 10^6 m_e$.

Логично предположить, что по аналогии со вторым семейством и эта масса также состоит из трех бозонов со средней массой каждого $2,02 \cdot 10^6 m_e$ (1030 ГэВ), что соответствует верхней границе массы искомого бозона Хиггса. Таким образом, действительно, *тау-контур является наибольшим и последним*.

Предположим, что соотношение между массами барионов и их лептонов в последующих семействах частиц, т.е. между массами мю-аналога протона и мюона и тау-аналога протона и таона такое же, как и для протон-электронного контура и равно 2092. Тогда, исходя из полученного отношения, можно оценить массы других лептонов. Масса мюона - $4,48 \cdot 10^5 / 2092 = 214 m_e$, масса тау-частицы - $6,05 \cdot 10^6 / 2092 = 2892 m_e$.

Реально μ и τ - аналогов протона как барионов не существует. Однако, закономерно, что их бозонные массы $(an_\mu)^2 m_e$ и $(an_\tau)^2 m_e$ оказываются близкими массам наиболее легких мезонов.

6. О структуре протона

Продолжим гидродинамическую аналогию и предположим, что любая заряженная частица, входящая в циркуляционный контур, является местом пересечения потоком среды границы между областями X и Y, где происходит фазовое превращение и приобретение параметрами критических значений.

Введем понятие плотности фермионной и бозонной масс: $\rho_x = m_x / w_x$ и $\rho_y = m_y / w_y$. Представим трехмерные объемы фермионов и бозонов, пренебрегая их точной формой, в наиболее простом виде: объем фермиона - в виде шара $w_x = (r_x)^3$, объем бозонной нити - в виде цилиндра $w_y = r^2 l_y$.

Соответственно их плотности, имея в виду также формулы (10, 12, 15, 16), после преобразований в итоге принимают вид:

$$\rho_x = \rho_e n_e^{14} a^{10,5} / (n^{3,5} c_0^2), \quad (20)$$

$$\rho_y = \rho_e (an)^8 / c_0^{1,333}. \quad (21)$$

где ρ_e - плотность электрона для классического объема, принятая $m_e / r_e^3 = 4,071 \cdot 10^{13} \text{ кг/м}^3$.

Естественно, что в критическом сечении плотности фермионной и бозонной масс сравниваются и тогда при $\rho_x = \rho_y$ находим критическое квантовое число и плотность:

$$n_k = n_e^{1,217} a^{0,217} / c_0^{0,058} = 0,480, \quad (22)$$

$$\rho_k = \rho_e (an_e)^{9,74} / c_0^{1,797} = 7,65 \cdot 10^{16} \text{ кг/м}^3. \quad (23)$$

Эти усредненные параметры можно приписать некоторой частице - кварку, существующей лишь в области фазового перехода. Сразу отметим, что в данной интерпретации кварк является не индивидуальной частицей, а лишь частью массы протона, принявшей критические параметры. Из формулы (16) можно определить эту массу, $m_k = 12,9 m_e$. Далее нетрудно рассчитать и другие параметры электронного кварка и можно убедиться, что плотность кварка находится между фермионной и бозонной плотностями протона, а его размеры вписываются в размеры нуклона.

Критическая скорость потока определяется из известного уравнения гидродинамики:

$$v_k = (p_k / \rho_k)^{1/2}, \quad (24)$$

где в нашем случае: v_k - критическая скорость, $\rho_k = m_k / w_k$ - критическая плотность, где w_k - объем кварка, p_k - давление в критическом сечении, или энергия, отнесенная к соответствующему объему. Энергия стандартного контура по [3] равна $m_e c^2$, а критический объем определим как $z_k w_k$, где z_k - число кварков.

Подставляя указанные величины, а также выражая v_k через (9), из (24) в итоге находим число кварков:

$$z_k = (an_k)^4 m_e / (c_0^{2/3} m_k) = 3,2. \quad (25)$$

Результат указывает на то, что для удовлетворения условиям критических плотности и скорости поток общего контура должен расщепляться в области протона на *три части*. Этой же величине равно и отношение бозонных масс электрона и протона. Действительно, имея в виду (12), $M_e / M_p = (n_e / n_p)^2 = 3,0$.

Это означает, что для выполнения условий неразрывности потока и постоянство заряда в любом сечении контура, в области протона должны возникать *обратные циркуляционные токи*, что в целом может быть интерпретировано как наличие в протоне зон с различным знаком заряда. Используя минимальное число неповторяющихся силовых линий, распределение токов в протоне схематично можно выразить единственным образом, как показано на рис. 2.

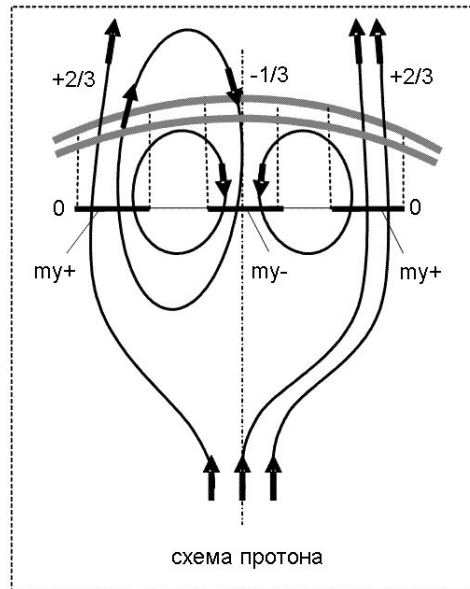


Рис.2 Схема распределение линий тока в протоне.

Как видно, существуют два критических сечения с условно плюсовым движением тока (на схеме вверх) и одно с минусовым (на схеме вниз), причем общему току контура на схеме соответствуют три линии тока. Поэтому фермионная поверхность протона может быть таковой, что для наружного наблюдателя области пересечения силовыми линиями критических сечений на линии $0 - 0$ внутри протона будут проецироваться на поверхность протона в виде $+2/3, +2/3, -1/3$ от

полного заряда в соответствии с числом и направлением силовых линий, пересекающих эту поверхность.

Более правильным было бы кварки ассоциировать не с критическими сечениями, а с устойчивыми *кольцевыми токами*, содержащими, как следует из схемы, один или два замкнутых единичных контура, пересекающих критические сечения. Поэтому массы кварков могут быть определены в 1/3 или 2/3 от полной вычисленной массы $12,9 m_e$, т.е. быть равными, соответственно, $4,3 m_e$ и $8,6 m_e$, что фактически совпадает с определенными на настоящее время массами легких кварков.

Параметры кварков μ и τ - семейств вычисляются аналогично при замене n_e , соответственно, на квантовые числа мюона и таона. Полные массы этих кварков оказываются равными $8780 m_e$ и $233000 m_e$.

Конечно, предложенная структура протона - всего лишь гипотеза автора. Тем не менее, определенные число и массы кварков не противоречат таковым, полученным ранее другими методами. Что же касается конфайнмента или «невыветания» кварков, то это явление представляется самоочевидными, т.к. в данной модели протон не имеет составных частей, а обладает лишь особенностями своей структуры. Плотность субстанции протона в области критических сечений намного ниже его фермионной плотности, и они скорее являются «дырами» и, конечно, не могут быть выделены в виде индивидуальных частиц. В то же время, являясь зонами повышенного скоростного напора (динамического давления), именно области критических сечений наблюдаются в экспериментах как *партоны*.

7. О слабом взаимодействии и нейтрино

Приведенная схема протона позволяет наглядно представить взаимные переходы протон-нейтрон в процессах слабого взаимодействия. В случае, например, e^- - захвата при сближении электрона и протона при $n \leq 1$ образуется промежуточный контур, временно соединяющий частицы. Его суммарная бозонная масса:

$$M = (an)^2 m_e + m_{yp} + m_{ye}. \quad (26)$$

Пусть $n = 1$, тогда $M = 27108 m_e$. Используя общее соотношение между бозонной массой контура и лептоном, находим массу фермиона для этого контура: $m_x = 27137 / 2092 = 12,9 m_e$.

Этот результат является независимым, совпадает с полной массой кварка и подтверждает, что действительно в процессе e^- - захвата образуется временный контур, аналогичный рассмотренным ранее (гл.5), где в качестве лептона присутствует одно из критических сечений протона.

Напомним, что наш модельный континуум имеет свойства идеальной жидкости, поэтому замкнутые кольцевые образования как части этого континуума являются абсолютно неупругими и в то же время абсолютно деформируемыми. При дальнейшем сближении частиц контур, их соединяющий, передает часть энергии-импульса внутренней структуре протона, деформируется, переориентируется в область Y , а затем выделяется в виде *нейтрино*, уносящее момент импульса (спин) электрона, рис.1. То есть происходит нечто подобное разделению заряда и спина - явление, зафиксированное в сверхтонких проводниках [7], которым можно уподобить и вихревую трубку тока.

Подобный контур создается в каждом акте слабого взаимодействия, что соответствует обмену промежуточными бозонами в СМ. Относительная медленность этого процесса связана с *временной постоянной t* , типичная величина которой определяется временем прохождения циркулирующим потоком среды со скоростью v *всей длины «растянутого»*, т.е. с учетом спиральной вторичной структуры, стандартного контура (размер W , Z - частиц):

$$t = 4,884^2 R_b (r_e / r) / v = 1,25 \cdot 10^{-9} \text{ с}, \quad (27)$$

где по [3] 4,884 - квантовое число для стандартного контура, r и v определяются по (9) и (10) при данном n , R_b - 1-ый радиус Бора.

Следуя логике модели, нейтрино - частица, аналогичная фотону, но распространяющаяся в области Y , т.е. переносящая возмущение вдоль вихревой трубки контура. Как известно, существуют два вида этой частицы: с левой спиральностью - нейтрино и с правой спиральностью - антинейтрино, соответствующие двум полюсам общего контура. Поскольку нейтрино существует только в области Y , оно не обладает сколь-нибудь заметными зарядом и массой в фермионной форме, свойственных объектам поверхности X . Возможно, нейтрино имеет спирально-тороидальное строение и таким образом наследует или воспроизводит (в зависимости от типа слабого взаимодействия) структуру вихревой трубки контура.

8. О магнитно-гравитационном равновесии

Рассмотрим возможность существования упомянутых замкнутых контуров за счет равновесия между магнитными силами отталкивания и гравитационными силами притяжения. Признание существования материальной единицы пространства с массой и размером электрона приводит к материальности вихревых трубок и следовательно гравитационного взаимодействия между ними. Так вводится гравитация в микромир. Запишем это равенство формально для трубок контура с противоположенными токами, пренебрегая формой контура и выражая магнитные силы через формулу Ампера в «безкулоновой» форме:

$$z_{g1}z_{g2} \gamma m_e^2 / r_i^2 = z_{e1}z_{e2} \mu_0 m_e^2 c^2 l_i / (2\pi r_i [c^2]), \quad (28)$$

где $z_{g1}, z_{g2}, z_{e1}, z_{e2}, r_i, l_i$ - гравитационные массы и заряды в массах и зарядах электрона, расстояние между трубками тока и их длина.

Раскрывая μ_0 по (2), из (28) выводим характерный размер контура как *среднегеометрическое* из двух линейных величин:

$$l_k = (l_i r_i)^{1/2} = (z_{g1}z_{g2} / z_{e1}z_{e2})^{1/2} (2\pi \gamma \epsilon_0)^{1/2} [c]. \quad (29)$$

Параметр l_k является составным. Используя формулы (10), (12), (29), для контура с единичным зарядом выражаем величины l_i и r_i (здесь r расположено по оси X), где длины представлены в единицах r_e :

$$l_i = c_0^{2/3} / l_k^2, \quad r_i = l_k^4 / c_0^{2/3}. \quad (30, 31)$$

Контур можно рассматривать расположенным как в области X (например, контур $p^+ - e^-$ в атоме), так и в области Y (в ядре атома). Деформация контура, например, его сокращение при e^- захвате происходит за счет энергии бета-распада. При сближении протона и электрона энергия и фермионная масса контура увеличиваются, бозонная масса уменьшается, но импульс (заряд) сохраняется.

Выделим несколько характерных случаев по мере сокращения контура и далее перехода нуклона из протонной формы в нейтронную.

а) составим равенство (29) для $p^+ - e^-$ контура, где $z_{g1} = m_p / m_e \cos q_w$ - относительная масса протона, скорректированная косинусом угла Вайнберга, а $z_{g2} = 1$. В этом случае $l_k = 5977,4 r_e$, что точно соответствует величине R_b / π . То есть для $p^+ - e^-$ контура справедливо:

$$l_k = (m_p / m_e \cos q_w)^{1/2} (2\pi \gamma \epsilon_0)^{1/2} [c] = R_b / \pi. \quad (32)$$

В данном случае дальнейшее увеличение контура уже невозможно, т.к. вся масса протона вовлечена в контур циркуляции. Таким образом, параметры l_i и r_i являются предельными и равными 0,0125 и $2,850 \cdot 10^9 r_e$ соответственно, т.е. длина трубок контура примерно равна радиусу вихревой нити электрона (гл.4), а расстояние между ними - предельному размеру атома водорода ($390^2 R_b$). Последнее подтверждает тот факт, что на настоящее время наибольший уровень возбуждения атомов водорода в космосе, зафиксированный средствами радиоастрономии, не превышает $n = 301$ [8].

б) пусть l_k равно длине волны Комптона $\lambda_k = 2\pi a r_e$. В этом случае параметры l_i и r_i равны 0,604 и $1,227 \cdot 10^6 r_e$ соответственно, т.е. длина трубок контура соответствует диаметру нуклона, а расстояние между ними - размеру наибольших (трансурановых) атомов ($\approx 8^2 R_b$). Таким образом, учитывая (30) и выражение для λ_k , можно выразить радиус протона следующим образом:

$$r_p = c_0^{2/3} / 8\pi^2 a^2 = 0,302 r_e \text{ или } 0,851 \text{ фм}, \quad (33)$$

что хорошо соответствует размеру протона, определенного в последних экспериментах (0,842 фм) [9]. При $l_k = \lambda_k$ отношение $z_{g1}z_{g2}/z_{e1}z_{e2} = 43,4$.

в) критический контур при $v = c$. Здесь $l_i = c_0^{1/6}$, $r_i = c_0^{1/3}$, $l_k = c_0^{1/4}$ в единицах r_e . Равенство (29) соблюдается при условии, когда отношение $z_{g1}z_{g2}/z_{e1}z_{e2} \approx 1$. При дальнейшем сокращении контура, поскольку скорость циркуляции в нем не может превышать скорости света, часть импульса передается собственным токовым (кварковым) контурам протона.

г) контур осесимметричен, находится на пересечении областей X и Y, что соответствует переходному состоянию между протоном и нейтроном. Логично предположить, что и масса контура находится в критическом состоянии, промежуточном между фермионной и бозонной формами. Можно представить в соответствии с принятой моделью, что бозонная нить уже сжата в контур, длиной l_k , но еще не упакована в фермионную форму.

В этом случае $l_i = r_i = l_k = c_0^{2/9} r_e$, а равенство (29) соблюдается при условии, когда отношение $z_{g1}z_{g2}/z_{e1}z_{e2} \approx 1/3$. Предельный импульс такого контура $I = \pi \epsilon_0 l_k c \approx e_0 / 3 \cos q_w$, следовательно, он мог бы соответствовать одному возбужденному кварковому контуру.

Размер магнитно-гравитационного контура в зависимости от величины гравитационных масс, вовлеченных в его структуру, коррелирует с размером атома; в интервалах главных квантовых чисел $n = 1 \dots 8$ произведение этих масс лежит в пределах $(5,4 \dots 43) m_e^2$.

При переходе протона в нейтрон контур переориентируется в область Y. Но в этом случае для области Y существует лишь *единственное решение*, определяющее критический контур при $v = c$. Здесь $l_i = c_0^{1/3}$, $r_i = 1$, $l_k = c_0^{1/6}$ в единицах r_e . Таким образом, этот контур вписывается в трубку тока с размером r_e , причем для него точно выполняется обратное соотношение (по отношению к симметричному контуру):

$$(z_{e1}z_{e2}/z_{g1}z_{g2}) = (130,6/l_k)^2 = (l_k) \text{ симм.} / 3r_i. \quad (34)$$

Имея в виду, что для *симметричного* контура $l_k = c_0^{2/9} r_e$ и формулу (29), после преобразований имеем:

$$c_0^{5/9} r_e^2 / (2\pi \gamma \epsilon_0 [c^2]) = 3. \quad (35)$$

Единственное решение указывает на то, что при переходе протона в нейтрон контур выделяется в область Y именно с этими критическими параметрами и соответствует нейтрину, рис.3

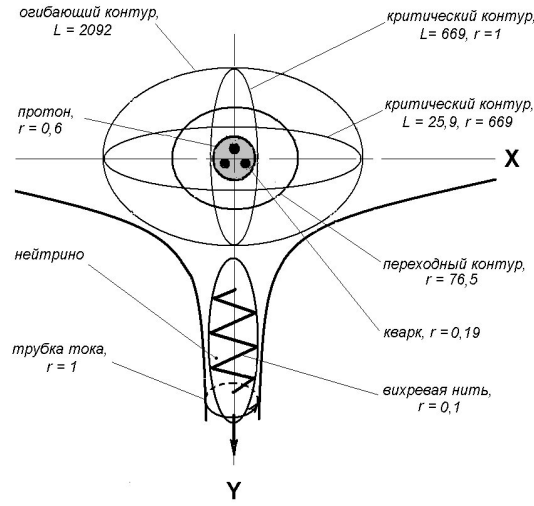


Рис. 3 Схема контуров протона и их размеры в единицах r_e .

По-видимому, выражения (32) и (35) являются точными, т.к. величины π и 3 отражают геометрию пространства и его трехмерность. Из них можно вывести формулу для гравитационной постоянной с использованием наименьшего количества размерных величин, а также получить выражение для угла Вайнберга. Так, раскрывая ϵ_0 , после преобразований из (35) имеем:

$$\gamma = c_0^{5/9} / (6\pi \rho_e [c^2]) = 6,6733 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{с}^2\text{кг}, \quad (36)$$

из (32) и (35):

$$\cos q_w = \pi^2 c_0^{5/9} (m_p/m_e) / 3a^4 = 0,8772. \quad (37)$$

Таким образом, анализ магнитно-гравитационного равновесия дополнительно и независимо подтверждает наличие трех зон в структуре протона и соответствие активных частей массы протона, вовлеченных в контур циркуляции, массам легких кварков. В целом же положения, изложенные в гл.4, 6, 8, отражают различные стороны единой структуры протона.

9. Определение массы и времени жизни нейтрона

Нейтрон немного тяжелее протона, что обусловлено возбужденным состоянием его собственных токовых (кварковых) контуров. Однако, согласно СМ, при переходе протона в нейтрон претерпевает превращение только один кварк из трех. Допустим, что этот кварковый контур дополнительно приобретает энергию симметричного контура (который рассматривается в данной ситуации как собственный контур частицы с массой $\epsilon_0 l_k$), что приводит к увеличению его размера и соответственно к увеличению массы нуклона.

Приравняв полное приращение энергии, полученной нуклоном, энергии вращения симметричного контура за вычетом исходной энергии вращения кваркового контура:

$$(m_n - m_p)c^2 / \cos q_w = (\varepsilon_0 l_k v_i^2 - m_k v_k^2 / 2), \quad (38)$$

где v_i - скорость вращения симметричного контура, v_k - скорость вращения кваркового контура, $m_k / 2$ - усредненная масса кваркового контура (гл.6). Их квантовые числа, исходя из их масс $c_0^{2/9} m_e$ и $12,9 m_e$, определяются из формулы (16), скорости вращения - по (9). Раскрывая значения и делая преобразования, в итоге получаем выражение (в единицах m_e и r_e):

$$m_n - m_p = r_{ie} (c_0^{2/7} - m_k^{9/7} / 2) \cos q_w = 2,53 m_e, \quad (39)$$

где r_{ie} - радиус вихревой нити электрона, определяемый по (10).

После выделения нейтрино и удаления трех незамкнутых линий тока исходного контура в нейтроне остается один суммарный, т.е. состоящий из трех замкнутых силовых линий, контур. Его размер за счет приобретенной энергии максимально может достигать размера симметричного контура. Этот контур образуют три вихревые нити, длиной l_y , с однонаправленными токами, вращающиеся относительно продольной оси и имеющие бозонные массы m_y . Из условия равновесия должно выполняться равенство магнитных и инерционных (центробежных) сил для вихревых нитей. Аналогично (28) имеем:

$$m_y v_0^2 / r_i = z_{e1} z_{e2} \mu_0 m_e^2 c^2 l_y / (2\pi r_i^* [c^2]), \quad (40)$$

где v_0 - окружная скорость вихревых нитей. Учитывая выражения (1), (2), (12), из (40) следует:

$$v_0 = (z_{e1} z_{e2})^{1/2} r_e / ((2\pi)^{1/2} * [c]), \quad (41)$$

причем эта скорость не зависит от длины вихревых нитей и расстояния между ними.

Самопроизвольный, без воздействия внешних сил, распад нейтрона как раз и происходит по причине собственного вращения вихревых нитей, вызывающих изменение его внутренней структуры, т.е. деформацию и выворачивание возбужденного контура в иную, низкоэнергетическую конфигурацию, соответствующую исходной для протона. Такой процесс должен характеризоваться *постоянной времени*, которую можно определить как частное от деления характерного линейного размера на окружную скорость v_0 . Так как диаметр трубки контура r_i не определен, то за характерный размер целесообразно принять длину симметричного переходного контура πl_k . Тогда постоянная времени в случае единичных зарядов будет иметь вид:

$$\tau = \pi l_k / v_0 = 2^{1/2} \pi^{3/2} c_0^{2/9} * [c] = 603 \text{ с}. \quad (42)$$

С другой стороны постоянную времени можно определить также из энергетических соображений по разнице масс нуклонов.

Допустим, что нейтрон постепенно теряет переданную ему полную энергию $(m_n - m_p)c^2$ порциями, пропорциональными энергии электрона $m_e v_e^2$, где v_e - скорость вращения собственного контура электрона, за время, равное периоду обращения вихревых нитей внутри трубки тока. Определим это характерное время как $r_e / v_0 = 2,51 \text{ с}$, тогда, имея в виду (9), (39), (41), получаем продолжительность рассеивания полной энергии нейтроном:

$$\tau = (2\pi)^{1/2} (m_n - m_p) * [c] / (r_{ie} \cos q_w) = 628 \text{ с}, \quad (43)$$

Полученные постоянные времени согласуются с *временем полураспада* нейтрона $\tau_{1/2}$. По определению $\tau_{1/2} = \ln 2 \cdot \tau_n$, где τ_n - время жизни нейтрона; его значение, полученное в одном из последних исследований, составляет 878,5 с [10], тогда $\tau_{1/2} = 609$ с.

Заметим, что контур нейтрино также состоит из трех различных вихревых нитей и, возможно, периодически претерпевает изменения в иные конфигурации относительного выделенного направления.

10. Об энергии бета-распада

При распаде нейтрона энергия его возбужденного контура передается выделяющимся в этом процессе электрону и антинейтрину. Дополнительный импульс $I_\beta = \pi \varepsilon_0 l_k v_i$, переданный нуклону от симметричного контура, имея в виду (1), (9), (16), в относительных единицах можно выразить:

$$I_\beta = \pi c_0^{37/63} / (a n_e)^2 = 47,92 m_e c, \quad (44)$$

и он распределяется между нейтринным и электронным контурами, общей массой M_β , присутствующими в любом процессе слабого взаимодействия.

При этом масса нейтринного контура составляет $c_0^{1/3} m_e$, а масса электронного контура не может быть менее критического значения также $c_0^{1/3} m_e$. При передаче импульса скорость вращения контура будет I_β / M_β , а энергия бета-распада $E_\beta = I_\beta^2 / M_\beta$; тогда ее наибольшее значение, дополнительно передаваемое электронному и нейтринному контурам, а, следовательно, электрону и нейтрину, имеет место при $M_\beta = 2 c_0^{1/3} m_e$. Подставляя значения, получаем граничное значение энергии: $E_{\beta 0} = 1,72$ в единицах $m_e c^2$ или 0,88 МэВ.

Этот же результат можно получить и другим, независимым способом, полагая переходный контур симметричным не с геометрической, а с энергетической точки зрения. Положим, что предельная энергия массы контура в фермионной форме равна энергии вращения массы контура в бозонной форме, т.е. $m_x c^2 = m_y v^2$. Введем также в выражение для импульса величину спина контура, что позволит более объективно характеризовать процесс бета-распада. Для этого скорректируем квантовое число n_e для единичной относительной массы (массы электрона) на случай произвольного спина. Имея в виду (7) и (14) очевидно, что $n_{ei} = n_e / k^{1/8}$, где k - есть отношение величины произвольного спина к спину 1/2.

В итоге, учитывая вышеприведенные равенства и используя формулы (9),(12),(16), получаем выражение для импульса контура, аналогичное (44):

$$I_\beta = k^{7/12} c_0^{11/9} / (a n_e)^{14/3} \text{ в единицах } m_e c, \quad (45)$$

что при $k = 2$ дает значение импульса 47,96 $m_e c$, совпадающее с результатом формулы (44).

Таким образом, мы показали, что в переходном состоянии нуклона симметричный контур временно приобретает спин 1 (суммируя спин электрона 1/2, который затем уносится нейтрино).

Для изотопов эта энергия бета-распада может быть выше, и ее наибольшее значение можно определить. В соответствии с нашей моделью симметричный контур в пределе может передать импульс, равный одной трети заряда (гл.8, г). Тогда, имея в виду (5), полагая $M_\beta = 2 c_0^{1/3} m_e$ и вводя угол Вайнберга, в итоге получаем простое выражение для предельной энергии бета-распада:

$$E_{\beta \lim} = c_0^{1/3} \cos q_w / 18 = 32,6 \text{ в единицах } m_e c^2 \quad (46)$$

или 16,7 МэВ.

Действительно, наибольшая величина энергии бета-распада среди различных изотопов зафиксирована для перехода $^{12}\text{N} \rightarrow ^{12}\text{C}$ (16,6 МэВ), что совпадает с расчетным значением. Величину

импульса, который соответствует данной энергии, формула (45) дает при $k = 28$. Т.е. приобретенный спин пропорционален количеству нуклонов в ядре (для азота $28/2 = 14$).

В случае e^- - захвата выделяется только нейтрино, тогда $M_\beta = c_0^{1/3} m_e$, и типичная энергия нейтрино должна иметь величину $1,75 \text{ МэВ}$.

Именно такие, симметричные по форме и сбалансированные по энергии контуры (кварки), по три для барионов и по два для мезонов, лежат в основе структуры микрочастиц. В частности, контур при $k = 1$, т.е. имеющий спин $1/2$, имеет массу $146,4 m_e$. Следовательно, два таких контура в зависимости от комбинации их свойств могут образовывать наиболее легкие мезоны — пионы.

В итоге, в гл. 8,9,10 получены разумные соответствия по многим параметрам для нашей модели. Совпадения расчетных величин с фактическими (число кварков, размеры осей характерных контуров, размер протона, гравитационная постоянная, разница масс нуклонов, время полураспада нейтрона, энергия бета-распада) не могут быть случайными и доказывают, что структуры, основанные на магнитно-гравитационном равновесии, действительно существуют в микромире.

11. Магнитные моменты протона и нейтрона

Аномальный магнитный момент протона μ_p в данной модели поддается расчету. Величина μ_p зависит от бозонной конфигурации протона и определяется относительно оси Y . По определению μ_p есть произведение (заряд*скорость*путь). Для вихревой нити окружная скорость - v , путь - πr . Раскрывая v и r через (9) и (10), в итоге получаем:

$$\mu_p = \pi c_0 c e_0 r_e / (a n_p)^6 = 1,393 \cdot 10^{-26} \text{ ам}^2, \quad (47)$$

что незначительно отличается от экспериментального значения.

Что касается магнитного момента нейтрона, то он равен двум третям от протонного пропорционально уменьшению числа пересечений критических сечений линиями тока (шесть вместо девяти, существовавших в протоне, рис. 2). Естественно, при этом происходит смена знака момента, поскольку удаляются три плюсовые незамкнутые линии тока.

В таблицу 1 сведены расчетные значения некоторых параметров в сравнении с фактическими или полученными ранее другими методами.

Заключение.

Данная работа является попыткой придать некоторым явлениям микромира физически наглядную интерпретацию, используя топологические образы в духе идеи Дж.Уилера и на основе аналогий из макромира. Это дало возможность включить в рассмотрение инерционные и гравитационные силы.

Модель на данном уровне носит в основном логический, демонстрационный характер и определяет схему для построения возможной теории, дополняющей СМ, в которой должен использоваться математический аппарат, способный описывать вихревые структуры и их взаимодействия. В такой теории контуры, столь часто упоминаемые автором, должны отображаться особыми конфигурациями силовых линий какого-то поля.

Тем не менее, даже в первичном, элементарном виде, используя только законы сохранения и балансы взаимодействий, модель дает правильную интерпретацию и объясняет некоторые явления, непонятые в рамках СМ, и позволяет получить качественные, а в отдельных случаях и количественные результаты при расчете важных параметров микромира.

Таблица 1

№ №	Частицы*	Расчетные значения	Фактические или ранее полученные данные
<i>1 – ое семейство</i>			
1	Протон	$2092 \cos q_w = 1836$	1836
2	Электрон	1	1
3	Кварк	8,6; 4,3	9,4; 4,5
<i>2 – ое семейство</i>			
4	Мю-аналог протона, $m_{\chi\mu}$	$4,48 \cdot 10^5$	$4,92 \cdot 10^5$ (сумма масс W, Z-бозонов)
5	Мюон	214	206,8
6	Мю-кварк	5850; 2920	3230; 276
<i>3 – е семейство</i>			
7	Тау-аналог протона, $m_{\chi\tau}$	$6,31 \cdot 10^6$	?
8	Тау-лептон	2892	3480
9	Тау-кварк	155180; 77590	348000; 8260
<i>Другие параметры</i>			
10	Заряд электрона, кгм/с	$1,603 \cdot 10^{-19}$	$1,602 \cdot 10^{-19}$

11	Число кварков из условия фазового перехода	3,2	3
12	Число кварков из условия магнитно - гравитационного равновесия	3	
13	Угол Вайнберга	$28,2^0$	$28,7^0$
14	Длина волны Комптона, м	$2,423 \cdot 10^{-12}$	$2,426 \cdot 10^{-12}$
15	Гравитационная постоянная, $\text{м}^3/\text{кг сек}^2$	$6,673 \cdot 10^{-11}$	$6,673 \cdot 10^{-11}$
16	Радиус протона, $\phi\text{м}$	0,851	0,842
17	Разность масс протона и нейтрона, m_e	2,53	2,53
18	Время полураспада нейтрона (кинематическая оценка), сек	603	609
19	Время полураспада нейтрона (энергетическая оценка), сек	628	
20	Предельная энергия бета-распада, МэВ	16,7	16,6
21	Магнитный момент протона, ам^2	$1,39 \cdot 10^{-26}$	$1,41 \cdot 10^{-26}$
22	Магнитный момент нейтрона, ам^2	$-0,92 \cdot 10^{-26}$	$-0,97 \cdot 10^{-26}$

* Массы частиц приведены в массах электрона

Литература

1. Yershov V.N. Fermions as topological objects. *Progress in Physics*, 2006, v. 1, 19–26.
2. Dewitt B. S. Quantum gravity. *Scientific American*, December 1983, v. 249, 112–129.
3. Belyakov A.V. Charge of the electron, and the constants of radiation according to J.A.Wheeler's Geometrodynamics Model. *Progress in Physics*, 2010, v. 4, 90–94.

4. Daywitt W.C. The Relativity Principle: space and time and the Plank vacuum. *Progress in Physics*, 2010, v. 4, 34–35.
5. *New Scientist*, 1998, no. 2119, 36.
6. Gerritsma R. et al. Quantum simulation of the Dirac equation. *Nature*, 2010, v. 463, 68–71.
7. Jompol Y., Ford C. J.B., Griffiths J. P., Farrer I., Jones G.A.C., Anderson D., Ritchie D.A., Silk T.W., and Schofield A. J. Probing spincharge separation in a Tomonaga-Luttinger liquid. *Science*, 31 July 2009, v. 325, no. 5940, 597–601.
8. Pedlar A. et al. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 1978, v.182, 473.
9. Pohl R. et al. The size of the proton. *Nature*, 08 July 2010, v. 466, 213–216.
10. Serebrow A. P. The Measurement of the neutron lifetime with the use of gravitational traps of ultra-cold neutrons. *Uspekhi-Physics*, 2005, v. 175, no. 9, 905–923.