

«Квантовая механика» в модели 4D среды

В. Скоробогатов

<http://vps137.narod.ru/phys/>

<mailto:vps137@yandex.ru>

В работе получено описание некоторых основных понятий квантовой механики в рамках модели четырех-мерной среды («4D эфира») таких как, соотношение неопределенности Гейзенберга, спектр состояний атома водорода, волновая функция, волны де Бройля и т.п.

Квантовая механика занимает важное положение в современной физике. Она имеет множество достижений в развитии наших представлений о микромире. Есть также попытка распространить ее и на макромир [5]. Вместе с тем, эти представления во многом имеют формальный характер, что снижает познавательную ценность этой теории, так сильно отличающуюся от классической физики. Ниже приводится попытка дать описание основных понятий квантовой теории на языке модели 4D среды.

В работе [1] было высказано предположение о строении атома в модели 4D-среды. Представляется интересным выяснить возможную связь его с толкованием строения атома, даваемым квантовой механикой. Для этого рассмотрим подробнее устройство атома, принимая во внимание идею о 4D-вихрях как представителях элементарных частиц в данной модели.

Суть этой идеи вкратце состоит в следующем. Вселенная представляет собой ограниченную четырех-мерную область пространства, заполненная особой материей, 4D-средой. Хотя в целом Вселенная из-за поверхностного натяжения имеет сферическую форму, локально ее границу из-за огромных размеров можно представить в виде плоскости

$$x_4 = 0 \tag{1}$$

Эту границу мы воспринимаем как наш 3-мерный Мир, потому что свет и другие электромагнитные волны, как предполагается, представляют собой особые волны на поверхности Вселенной.

Частица имеет пространственную протяженность в дополнительном по отношению к имеющимся и всеми очевидным трем измерениям. Ее начало находится на границе, в Мире, а конец теряется в «глубине», в недрах Вселенной. Для краткости такое представление частицы мы будем называть 4D вихрем или просто вихрем.

Движению частицы, как это показано [2], соответствует наклон такого вихря относительно границы. В этом случае скорость вихря определяется простым выражением, которое ведет к естественной трактовке результатов специальной теории относительности, но без сокращения продольных размеров и замедления времени [3]

$$V = c \sin \alpha \tag{2}$$

где c – скорость света, α – угол между осью вихря и нормалью, восстановленной к гиперповерхности в точке касания вихря и границы. Для границы (1) эта нормаль совпадает с осью x_4 .

Соотношение неопределенности

В работе [4] было получено следующее выражение для импульса частицы, по форме совместимое с тем, что имеется в специальной теории относительности (СТО) для свободной частицы:

$$p = m_0 c \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

где m_0 — масса покоя частицы, связанная с массой частицы в движении m или с так называемой «релятивистской массой» соотношением

$$m = \frac{m_0}{\cos \alpha} \quad (4)$$

Такое выражение совместно с (2) допускает обычное в классической физике определение импульса $p = mV$.

При рассмотрении атома, в качестве которого для определенности возьмем водород, будем считать, что ядро покоится. Это означает, что вихрь, который у нас является его олицетворением, расположен нормально к границе.

Если электрон тоже считать вихрем, то определить его форму можно, рассмотрев процесс возможного образования атома. Чтобы приблизиться к ядру, он должен иметь наклон в сторону ядра, т.е. приобрести некую скорость. Конечно, сближение происходит за счет его электростатического взаимодействия с ядром, поскольку ядро и электрон заряжены разноименно. Представим себе приближающийся к ядру такой наклоненный вихрь. Его «нижняя» часть пройдет мимо ядра, потому что взаимодействие токов, направленных вдоль вихрей, зависят обратно пропорционально кубу расстояний. Нужно очень небольшое прицельное расстояние, чтобы электрон был бы захвачен ядром в этом случае. Но когда «верхняя», т.е. примыкающая к границе, часть приблизится к ядру, то электростатическое взаимодействие, зависящее обратно пропорционально квадрату расстояния, захватит ее и весь вихрь, представляющий электрон, начнет как бы «наматываться» на вихрь, представляющий ядро. В результате получится структура атома в виде спирали, которую можно представить в виде системы уравнений

$$\begin{aligned} x_1 &= a \cos(k_1 x_4 - \omega_1 t) \\ x_2 &= a \sin(k_1 x_4 - \omega_1 t) \\ x_3 &= 0 \\ x_4 &= u_4 t \end{aligned} \quad (5)$$

где a – радиус спирали, k_1 — волновой вектор, ω_1 - угловая скорость обращения электрона вокруг ядра. Время t здесь представляет собой параметр, изменение которого определяет все точки спирали. Предложенная картина представляет собой вращающуюся в четырех-мерном пространстве спираль, которую также можно рассматривать как движущуюся со скоростью ω_1/k_1 вдоль оси x_4 не вращающуюся спираль. Ниже будет показано, что эта фазовая скорость равна скорости света c .

Значение $x_4 = 0$ соответствует мгновенному кажущемуся положению электрона в Мире. При этом надо заметить, что когда в данном случае мы говорим об оси 4D вихря, мы имеем в виду ось координат x_4 , а когда о вращение (5), то понимаем, что оно происходит вокруг плоскости, образованной осями x_3 и x_4 . Это значит, что при сохранении направления оси спирали значения координат x_1 , x_2 и x_3 могут произвольно или по

какому-то закону меняться между собой в зависимости от x_4 и t . Более того, эти значения могут быть заменены на x'_1 , x'_2 и x'_3 , которые получаются из прежнего набора координат любым ортогональным преобразованием.

Поэтому можно сказать, что вращение (5) представляет собой “вырожденное” вращение вокруг оси x_4 . Точки спирали при проекции на плоскость (1) могут находиться на любом месте поверхности шара с радиусом a . В целом трехмерный момент импульса всей спирали, иначе, момент импульса, усредненный по координате x_4 , или *орбитальный момент* электрона l , равен нулю для *состояния* $1s$, которое здесь рассматривается.

Произведение $a\omega_1$ соответствует скорости обращения спирали электрона вокруг ядра, которую в соответствии с (2) можно выразить через угол α и скорость света. Это позволяет представить момент импульса электрона без учета выше-упомянутого вырождения в виде

$$l = pa \tag{6}$$

Эта величина является постоянной, что означает, что постоянен размер спирали и ее шаг, а также скорость обращения всей спирали вокруг своей оси. Угол α также примет некое постоянное значение, которое мы обозначим α_0 .

В терминах квантовой механики можно сказать, что величины p и a представляют собой «неопределенности» в значениях импульса электрона и его расстояния от ядра. Действительно, «наблюдая» за вращающейся спиралью в трехмерном Мире, мы не можем сказать точно где находится электрон, вся вихревая спираль, и с какой скоростью он движется. Поэтому мы можем сопоставить постоянному моменту импульса l постоянную Планка \hbar . Таким образом, в отличие от приближенного соотношения Гейзенберга, мы можем написать точное равенство

$$pa = \hbar \tag{7}$$

Конечно, движение вихря не является единственным движением среды, даже если рассматривается лишь один вихрь. Точки среды, соседние с теми, что определяются в (5), также каким-то образом участвуют в движении вихря. Поэтому на самом деле вихрь представляет собой не одномерную вихревую линию в пространстве, струну, а достаточно сложный 4-х мерный объект в среде. Тогда, учитывая сказанное, равенство (7) следует считать приближенным, что отражает неопределенность в значениях координат и импульсов всех точек, принадлежащих вихрю. Но если говорить о положении точек на оси вихря, то (7) следует понимать точно.

Постоянная тонкой структуры

Используя (7), можно представить тангенс угла α_0 из уравнения (3) в виде

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{\hbar}{am_e c} \tag{8}$$

Если подставить сюда вместо a «боровский радиус» $a_0 = \hbar^2 / m_e e^2$ где e — заряд электрона, а m_e — его масса покоя, то мы получим так называемую *постоянную тонкой структуры*, которую принято также обозначать буквой α ,

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{e^2}{\hbar c} \approx \frac{1}{137} \quad (9)$$

В данном случае она имеет геометрический смысл тангенса угла наклона. Для водорода этот угол равен всего 25 угловым минутам, что соответствует по выражению (2) скорости обращения электрона вокруг ядра 2187633 м/с.

Электромагнитные волны

Шаг спирали λ_1 , которая ассоциируется нами с электроном в атоме, определяется как $2\pi a / \operatorname{tg} \alpha_0$. Численно он равен 4.5563×10^{-8} м и половина его обратной величины называется *постоянной Ридберга*

$$R_\infty = \frac{1}{2\lambda_1} = \frac{m_e e^4}{4\pi \hbar^3 c} \quad (10)$$

Здесь мы использовали в качестве радиуса спирали боровский радиус и значение $e^2 / \hbar c$ вместо $\operatorname{tg} \alpha_0$. Это наблюдение позволяет предположить, что испускаемые и поглощаемые атомом электромагнитные волны имеют значения длин волн, соразмерные λ_1 .

Для подтверждения этого мы вначале найдем кинетическую энергию T_1 , которую имеет вращающаяся спираль в «*основном состоянии*», т.е. в состоянии, когда атом не способен к излучению. Для малого угла α_0 мы можем определить ее как разность между полной энергией в этом состоянии $E_1 = mc^2$ и энергией покоя $E_0 = m_0 c^2$:

$$T_1 = m_e c^2 \left(\frac{1}{\cos \alpha_0} - 1 \right) \approx \frac{p^2}{2m_e} = \frac{m_e c^2 \operatorname{tg}^2 \alpha_0}{2} = \frac{m_e e^4}{2\hbar^2} = \frac{2\pi \hbar c}{\lambda_1} = \hbar \omega_1 \quad (11)$$

Так называемое «*возбужденное состояние*», если также могущее быть описанным в форме спирали, должно «вписываться» в основное состояние. Иными словами, длина волны спирали в первом возбужденном состоянии должна быть в два раза больше λ_1 , второго — в три раза и т.д. Частота n -го возбуждения станет в n раз меньше. Однако в случае когда амплитуда спирали останется постоянной, выражение, соответствующее кинетической энергии $\frac{1}{2} m_0 a_0^2 \left(\frac{\omega_1}{n} \right)^2 = \frac{\hbar \omega_1}{n^2}$ стремится к нулю при $n \rightarrow \infty$. Поэтому полная энергия должна быть такой, чтобы в этом пределе привести к увеличению на T_1 . Лишь сообщив атому дополнительную энергию равную T_1 , мы сможем «размотать» спираль и тем самым перевести электрон в свободное состояние с энергией E_0 . Следовательно, мы можем записать для общей энергии n -го состояния следующее выражение

$$E_n = E_1 + T_1 - \frac{T_1}{n^2} = E_1 + \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) \hbar \omega_1 \quad (12)$$

а возбужденные состояния можно трактовать как образования, возникшие при поглощении квантов света с энергиями $E_2 - E_1 = \hbar \omega_{12} = 3/4 \hbar \omega_1$, $E_3 - E_1 = \hbar \omega_{13} = 8/9 \hbar \omega_1$ и т.д. для переходов из первого, второго и т.д. возбужденного состояния в основное. Этим получается *серия Лаймана* спектра излучения. Также возможны переходы между любыми другими возбужденными состояниями. Опыт показывает, что весь спектр этих энергий можно

представить в виде известной *формулы Бальмера*, которую можно получить из (12),

$$\hbar \omega_{nm} = \hbar \omega_1 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (13)$$

где n и m — целые числа. Длины волн света при этом можно представить как

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = \frac{1}{2\lambda_1} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (14)$$

Для атомов прочих элементов, имеющих заряд Z , эти два последних выражения надо умножить на Z^2 . Кроме того, благодаря экранированию ядра внутренними электронами величина угла α для спирали внешних электронов, участвующих в излучении квантов света, изменится.

Можно предложить следующую картину поглощения и испускания волн атомом. Пусть движущаяся по граничной гиперповерхности в сторону атома волна имеет такие длину волны и частоту, что переводят атом из основного состояния, характеризуемое энергией E_1 , в состояние с энергией E_2 . Воздействие, которое эта волна окажет на спираль электрона в самом ее начале, носит импульсный характер, что приводит к образованию уединенной волны, солитона. Возникнет локальная область на спирали, где ее витки сблизятся, частота обращения этой части спирали возрастет. Солитон начинает двигаться вдоль оси спирали, доходя до какого-то предела в «глубине» среды, отражается и движется в обратном направлении. Достигнув границы среды, он вырывается на нее в виде точно такой же волны света или электромагнитного излучения, что и была поглощена вначале. Этим объясняется задержка, которая всегда существует между моментами поглощения и испускания света.

Солитон можно охарактеризовать смещениями Δx_4 , которые получила спираль (5) при поглощении света. Если воздействие при этом было слабо нелинейным, а среда, в которой распространяется уединенная волна, представляет собой слабо диспергирующую систему, то уравнением движения солитона может быть уравнение Кортевега - де Фриза

$$u_t + u u_{x_4} + u_{x_4 x_4 x_4} = 0 \quad (15)$$

где $u = d(\Delta x_4)/dt$, которое имеет в частности одно-солитонное решение вида

$$u = 3V \operatorname{sech}^2 \left[\frac{\sqrt{V}}{2} (x_4 - Vt) \right], \quad (16)$$

где V — скорость солитона. Из этого решения следует, что поле смещений имеет тем большее значение, чем больше скорость V . Это означает, что и энергия солитона зависит от его скорости. Поэтому можно предположить, что солитон для нашего случая может принимать лишь строго определенные дискретные значения V , которые соответствуют значениям, получаемым с помощью (13). Это предположение означает также, что время задержки между моментами поглощения кванта света и его испусканием зависит от частоты. Оно соответствует удвоенному времени прохождения солитона вдоль вихря.

Этот факт мог бы быть вполне обнаружен экспериментально, что позволило бы уточнить насколько уравнение (15) соответствует реальному уравнению движения «внутреннего» солитона, предположительно возникающего при поглощении кванта света.

Интересно отметить также, что частота ω_{12} равная $\frac{3}{4}$ от основной, характерна для обертона, впервые найденным еще Пифагором. В музыке он называется квартой.

Таким образом, вырвавшийся квант света, фотон, представляет собой часть электрона

в возбужденном состоянии, часть спирали. Его схематично можно представить себе в виде следующих двух рисунков.

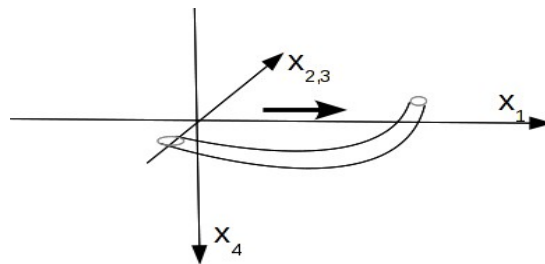


Рис.1. Вихревая трубка имеет начало и конец на гиперповерхности и движется в направлении оси x_1 .

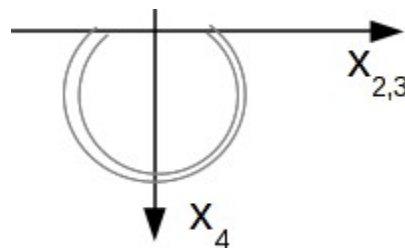


Рис.2. Проекция вихревой трубки на ось x_1 .

Поток, создаваемый фотоном в центре подобной вихревой трубки вдоль оси x_1 , поддерживает движение фотона с предельной скоростью c . Такая картина схожа с той, что получается при движении дымового кольца, которое умеют выпускать курильщики.

Ранее также предлагалась схожая модель нейтрино [6], в которой вихревое кольцо замкнуто. В этом случае частица невидима, поскольку ее движение происходит внутри среды.

Волновая функция

Дифференцируя (5), мы получим скорости точек спирали, принадлежащие оси вихря-электрона в атоме,

$$\begin{aligned} u_1 &= -a\omega \sin(k_1 x_4 - \omega_1 t) \\ u_2 &= a\omega \cos(k_1 x_4 - \omega_1 t) \\ u_3 &= 0 \\ u_4 &\neq 0 \end{aligned} \quad (17)$$

Мы можем ввести в рассмотрение комплексную скорость, определив действительную часть ее как $a\omega$, а мнимую — как u_4 . Тогда *волновой функцией* можно назвать выражение

$$\psi = a\omega + iu_4 \quad (18)$$

если допустить принятую в квантовой механике *нормировку*, заключающуюся в умножении ψ на постоянный коэффициент:

$$\int |\psi|^2 d^4 x = 1 \quad (19)$$

Тогда, учитывая сказанное выше относительно соотношения неопределенности, можно сказать, что квадрат волновой функции определяет плотность кинетической энергии точек среды. Он в какой-то степени отражает вероятность нахождения частицы, в данном случае электрона в атоме, в точке обычного трехмерного пространства, однако наше понимание

волновой функции ближе к трактовке де Бройля, который связывал ее реальными волнами материи. В общем случае волновую функцию можно определить как $\psi = |\mathbf{u}| + i u_4$, где модуль берется от обычной трехмерной скорости точек среды. Отсюда ясно, что такое квантовомеханическое рассмотрение, основанное на использовании волновой функции, может лишь весьма грубо описать поведение частицы не только в четырехмерном пространстве, но и в трехмерном. Оно в принципе не способно дать полного представления о процессах, которые могут иметь место в 4D среде — если, конечно, такая среда действительно существует.

Причина этого, на наш взгляд, в том, что требование, накладываемое *принципом суперпозиции* для волновой функции, слишком жесткое. Уравнения для поля скоростей среды существенно нелинейны в отличие от уравнений движения для волновой функции, получаемые при выполнении этого принципа.

Система единиц

Для упрощения расчетов мы можем предложить использовать «квантовую» систему единиц, привязанную к атому. Это значит, что масса покоя и заряд электрона, а также скорость света полагаются равными единице. Тогда получается следующий ряд:

$$\lambda_1 = 2\pi\hbar^3, \quad a_0 = \hbar^2, \quad \lambda_C = 2\pi\hbar, \quad r_0 = 1, \quad (20)$$

где λ_C - комптоновская длина волны электрона, r_0 - классический радиус электрона, в обычных единицах равные соответственно $2\pi\hbar/m_e c$ и $e^2/m_e c^2$, а постоянная Планка представляет собой масштаб, на который изменяются параметры электрона в атоме. Именно, «радиус орбиты» электрона a_0 в $2\pi\hbar$ раз меньше длины одного периода обращения спирали вокруг оси вихря в дополнительном четвертом измерении. r_0 и λ_C , которые находятся в таком же отношении друг к другу, очевидно, относятся к параметрам, характеризующим внутреннее строение вихря. Этот факт дает основание предположить, что электрон устроен в чем-то схожим образом в сравнении с тем, что был предложен выше для атома.

В этом предположении электрон может быть представлен в виде вихревой трубки, радиус которой в $2\pi\hbar$ раз меньше длины одного периода обращения потока среды вокруг оси вихревой трубки. Направление такого потока вдоль оси указывает на заряд и поэтому обратно тому, каким обладает позитрон. Его завихренность — это *спин*. Она может принимать, как и вращение витков спирали у электрона в атоме, различное направление в трехмерном пространстве. Лишь внешнее воздействие магнитным полем ориентирует спин. *Полный момент* j , которым обладает атом благодаря электронной подсистеме, равен сумме

$$j = l + s \quad (21)$$

Волны де Бройля

Де Бройль показал, что любой частице, движущейся с импульсом \mathbf{p} , можно сопоставить волну с волновым вектором \mathbf{k} :

$$\mathbf{p} = \hbar \mathbf{k} \quad (22)$$

Этому факту, нашедшему подтверждение в опытах по дифракции частиц на кристаллах, можно дать следующее толкование в рамках предлагаемой модели.

Мы рассмотрим движущуюся частицу. Мы знаем, что движению материальной частицы соответствует наклон в сторону движения вихря, представляющую частицу. Пусть это будет наклон в направлении оси x_1 . Поле скоростей для такого вихря можно получить, действуя на координаты в (17) следующей матрицей:

$$M = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & 0 & -\sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix} \quad (23)$$

В результате получится картина, схематично изображенная на рис.3. Можно представить, что из-за наклона поток создает всплеск на гиперповерхности (1), происходящий каждый раз, когда внутренняя завихренность встречается с этой гиперповерхностью в одной и той же фазе. Внутренняя волна, соответствующая комптоновской длине, разворачиваясь в трехмерном Мире, превращается во внешнюю *волну де Бройля*.

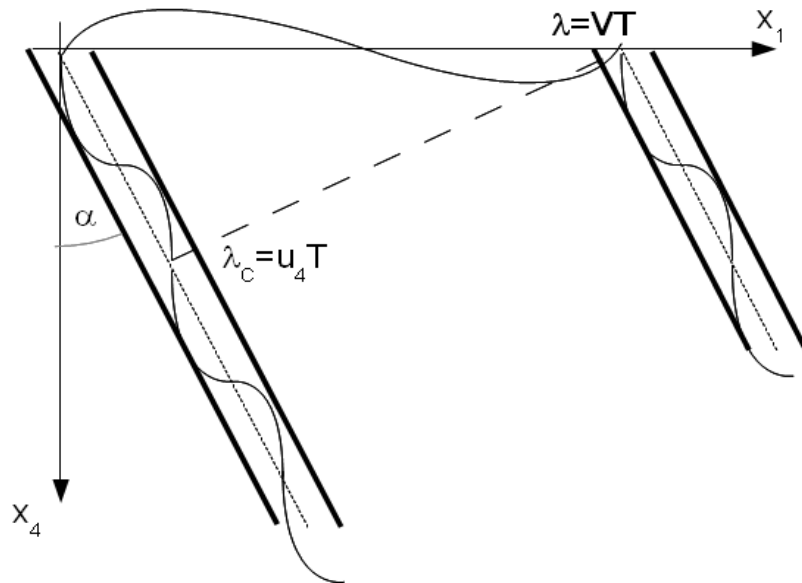


Рис.3.Изображено положение вихревой трубки в моменты времени $t = 0$ и $t = T$ — период обращения потока вокруг оси вихря. Внутри вихревой трубки показана одна из линий тока.

Для частицы с массой покоя m_0 комптоновская длина равна в обычных единицах $\lambda_C m_e / m_0$. Соответственно этому длина волны де Бройля равна

$$\lambda = \frac{\lambda_C m_e}{m_0 \sin \alpha} \quad (24)$$

а соответствующий волновой вектор

$$k = \frac{m_0 v}{\hbar} = \frac{p}{\hbar \sqrt{1 + p^2 / (m_0 c)^2}} \quad (25)$$

Отсюда

$$p = \frac{\hbar k}{\sqrt{1 - (k/k_C)^2}} \quad (26)$$

где k_C - комптоновский волновой вектор электрона. При $k \ll k_C$ получается (22) для модулей векторов p и k .

Заклучение

Так основным величинам квантовой механики можно поставить в соответствие более наглядное в данной модели. Основной величиной, конечно, является постоянная Планка или обратная постоянной тонкой структуры, что одно и то же в системе единиц, которую мы использовали выше.

На примере соотношения λ_1 и a_0 можно заключить, что в квантовой механике умножая какую-либо физическую величину, точнее, ее *представление*, на постоянную Планка, мы осуществляем переход от мнимой части этой величины, находящейся в дополнительном измерении, к действительной. Например, действительная часть выражения $i\hbar\partial\psi/\partial t$ соответствует умноженному на «квант действия», на постоянную Планка, ускорению, приобретенному в дополнительном измерении, точнее, временной производной от составляющей нормализованной скорости, принадлежащей четвертому измерению. Согласно *уравнению Шредингера*, это выражение равно действительной части $H\psi$ - гамильтониана, умноженному на нормализованную 4-скорость. Поскольку скорость представляется комплексной величиной, то гамильтониан также должен быть комплексным и, кроме того, эрмитовым. В квантовой механике говорят, что на волновую функцию действует *оператор* H . Имея в виду предлагаемую модель, становится очевидным, что уравнение Шредингера ни в коей мере не является уравнением движения для точек 4D среды. Ускорение для сплошной среды выглядит иначе. Уравнением для него является, например, уравнение Навье-Стокса.

Таким образом, основные представления квантовой механики оказалось возможным изложить в более наглядном и понятном виде, приблизив их к представлениям классической физики.

- [1] В.Скоробогатов. Некоторые следствия 4D-модели эфира <http://vps137.narod.ru/phys/article3.html> , 2006.
- [2] В.Скоробогатов. Гравитация в модели 4D среды. <http://vps137.narod.ru/phys/article12.pdf>, 2009.
- [3] В.Скоробогатов. Природа преобразований Лоренца. <http://vps137.narod.ru/phys/article20.pdf>, 2012.
- [4] В.Скоробогатов. "Релятивистская" механика в модели 4D-среды. <http://vps137.narod.ru/phys/article10.pdf>, 2008.
- [5] R. Wayte, Evidence for Quantisation in Planetary Ring Systems. <http://vixra.org/pdf/1002.0017v1.pdf>, 2012.
- [6] В. Скоробогатов. Скорость нейтрино в модели 4D среды. <http://vps137.narod.ru/phys/article18.pdf>. 2011.