УДК 512.642

Антонов В.К., д.т.н.

ДВИЖЕНИЕ В КОНТИНУУММЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Национальный авиационный университет

_o0@ukr.net

Построение новых компьютеров (квантовых) связывают с развитием квантовомеханических представлений, что выглядит естественнее иных ожиданий. Многочисленные публикации на тему квантовых вычислений не отражают возможности построения универсального вычислителя. Как правило речь идет об узко специализированных устройствах для генерирования случайных чисел, или алгоритмах разложения чисел на простые множители. Попытки упоминания полноценных программируемых вычислителей, основанных на квантовых идеях, как правило заканчиваются в изложении проблемой коллапса волновой функции, или упоминанием проблемы начальной настройки квантовых объектов. В результате, например, невозможно представить устройство, квантовым способом решающее задачу вычисления суммы 1+1=, или задачу численного интегрирования. Скорее устройство материи на самых низких уровнях организации не управляемо и не является областью целенаправленного воздействия существ отличимых от Бога. Иначе было бы в «повестке дня» построение компьютеров на основе квантовой хромодинамики против факта конфайнмента, или «применение» для вычислений «самых дешевых» субстанций – пространства и времени. Впрочем, остается возможность суперпозиции возможности и невозможности как существующих одновременно.

В [1,2] приведено уравнение Шредингера в континууммерном пространстве. Оно имеет вид

$$\int_0^\infty A(y)\frac{\partial^{B(y)}}{\partial x^{B(y)}}\Psi(x,y)dy+(E-U(x,y))\Psi(x,y)=0, \qquad (1)$$

где x – континууммерный вектор, т.е. функция непрерывного номера y его координат; нулевой номер мы относим ко времени, целые значения (первые три) – к известным пространственным координатам; $\Psi(x,y)$ – волновая функция; E – энергия; U – потенциальная яма;

$$Re\,A(y)=-\frac{\hbar^2}{2m}\left(1-e^{-\frac{y}{\pi}}\right);$$
$$Im\,A(y)=-\hbar e^{-\frac{y}{\pi}};$$
$$B(y)=2-e^{-\frac{y}{\pi}} \qquad (2)$$

коэффициенты (2) определены из условий: принципа соответствия уравнения трехмерному пространству и одномерному времени; ориентации на вычислительную реализацию – получение решения в замкнутой форме.

На рис.1 приведены графики этих коэффициентов.

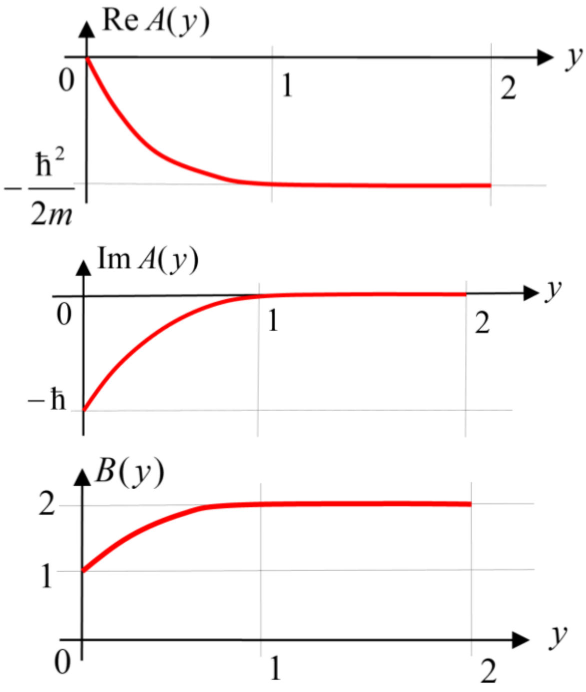

Рис. 1. Графики коэффициентов в уравнении (1)

Оператор дробного дифференцирования волновой функции задается выражением (3).

$$\frac{\partial^{B(y)}}{\partial x^{B(y)}}\Psi(x,y)=$$
$$=\frac{1}{24}(B^4(y)-10B^3(y)+35B^2(y)-50B(y)+24)\Psi(x,y)-$$
$$-\frac{1}{6}(B^4(y)-9B^3(y)+26B^2(y)-24B(y))\frac{\partial}{\partial x}\Psi(x,y)+ \qquad (3)$$
$$+\frac{1}{4}(B^4(y)-8B^3(y)+19B^2(y)-12B(y))\frac{\partial^2}{\partial x^2}\Psi(x,y)-$$
$$-\frac{1}{6}(B^4(y)-7B^3(y)+14B^2(y)-8B(y))\frac{\partial^3}{\partial x^3}\Psi(x,y)+$$
$$+\frac{1}{24}(B^4(y)-6B^3(y)+11B^2(y)-6B(y))\frac{\partial^4}{\partial x^4}\Psi(x,y)$$

Это формула интерполяционного полинома Лагранжа по 5 точкам, в узлах которого расположены производные целого (от 0 до 4) порядка. Любой интерполяционный оператор является одновременно оператором дробного дифференцирования. Интерполяционному же отношению соответствуют размерности координат с дробными номерами. Размерность координат целого номера больше четырех это размерность протяженности, как и первых трех. Нулевой координате соответствует размерность времени. Координатам дробной размерности (дробного номера) соответствуют размерности, определяемые интерполяцией.

Обратный переход от континуального уравнения (1) к дискретному случаю проводится заменой переменной y ее решетчатой функцией $g(y)$, график которой приведен на рис.2.

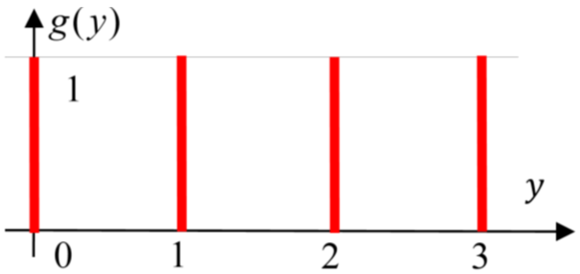

Рис. 2. График функции g(y)

Будем в уравнении (1) волновую функцию искать в виде произведения координатной и размерностной составляющих $\Psi(x,y)=\Psi(x)\cdot\phi(y)$, $\varphi(y)=\exp(-\alpha y)$,
где α – коэффициент затухания экспоненциальной составляющей. Для свободной частицы координатную компоненту попытаемся находить с помощью системы MAPLE. Приведем программу:

$$f:=2-\exp\left(-\frac{y}{pi}\right);$$
$$a:=-\frac{h^2}{2\,m}\cdot\left(1-\exp\left(-\frac{y}{pi}\right)\right)-i\cdot h\cdot\exp\left(-\frac{y}{pi}\right);$$
$$c1:=\frac{1}{24}\cdot a\cdot\exp\left(-alpha\cdot(y-y0)^2\right)\cdot$$
$$\cdot\left(f^4-10\cdot f^3+35\cdot f^2-50\cdot f-24\right);$$
$$b1:=int(c1,y=0..5);$$
$$c2:=\frac{1}{6}\cdot a\cdot\exp\left(-alpha\cdot(y-y0)^2\right)\cdot$$
$$\cdot\left(f^4-9\cdot f^3+26\cdot f^2-24\cdot f\right);$$
$$b2:=int(c2,y=0..5);$$
$$c3:=\frac{1}{4}\cdot a\cdot\exp\left(-alpha\cdot(y-y0)^2\right)\cdot$$
$$\cdot\left(f^4-8\cdot f^3+19\cdot f^2-12\cdot f\right);$$
$$b3:=int(c3,y=0..5);$$
$$c4:=\frac{1}{6}\cdot a\cdot\exp\left(-alpha\cdot(y-y0)^2\right)\cdot \qquad (4)$$
$$\cdot\left(f^4-7\cdot f^3+14\cdot f^2-8\cdot f\right);$$
$$b4:=int(c4,y=0..5);$$
$$c5:=\frac{1}{24}\,a\exp\left(-alpha\cdot(y-y0)^2\right)\cdot$$
$$\cdot\left(f^4-6f^3+11f^2-6f\right);$$
$$b5:=int(c5,y=0..5);$$
$$\mathrm{dsolve}\ (b5\cdot diff(\mathrm{psi}(x),x,x,x,x+$$
$$+b4\cdot diff(\mathrm{psi}(x),x,x,x)+b3\cdot diff(\mathrm{psi}(x),x,x)+$$
$$+b2\cdot diff(\mathrm{psi}(x),x)+b1\cdot\mathrm{psi}(x)=0,\ \mathrm{psi}(x);$$

Решить это уравнение 4 порядка, и даже 3-го MAPLE не может, согласно диагностике [Length of output exceeds limit of 1000000] длина выражения в решении недопустимо велика. Решение находится лишь для второго порядка, когда в (4) члены с b5 и b4 опускаются. Но и в этом случае решение чрезвычайно громоздко.

Для построения уравнений для квантово сцепленных частиц используем идею из теории управления для задачи оптимального управления в случае нескольких функционалов [3]. В этом случае записываются уравнения Беллмана по количеству функционалов. Замкнутость их системы осуществляется введением перекрестных связей, реализуемых с помощью функций Беллмана. Например, для управляемой обыкновенной дифференциальной системы:

$$\dot{X}=F(t,X,u), \qquad (5)$$

где X – вектор фазовых координат; t – время; u – вектор управлений, при задании двух функционалов.

$I_1 = \int_0^{\infty} \omega_1\,(t, X, u)$ и

$$I_2 = \int_0^{\infty} \omega_2\,(t, X, u), \qquad (6)$$

система уравнений Беллмана имеет вид:

$$-\frac{\partial V_1(t,X)}{\partial t} = min_u(\omega_1(t,X,u) +$$
$$+c_1 V_2(t,X) + \frac{\partial V_1(t,X)}{DX^T} F(t,X,u));$$
$$-\frac{\partial V_2(t,X)}{\partial t} = min_u(\omega_2(t,X,u) +$$
$$+c_2 V_1(t,X) + \frac{\partial V_2(t,X)}{DX^T} F(t,X,u)); \qquad (7)$$

где V_1 и V_2 – искомые функции Беллмана; c_1 и c_2 – коэффициенты связи, возможно, функции фазовых координат, удовлетворяющие условию совместности системы уравнений Беллмана. Система (7) относительно функций Беллмана должна иметь единственное решение для управления, замыкающего систему (5), иначе заданные функционалы (6) несовместны.

Идея образования систем уравнений Беллмана явно содержит контекст их связанности, сцепленности, а в применении к квантовым системам – квантовой запутанности. Поэтому для сцепленных (запутанных) микрочастиц можно предположить возможность подобного расширения уравнения Щредингера. В случае n сцепленных частиц, образующих квантовую систему, система уравнений Шредингера имеет вид:

$$\int_0^{\infty} A(y)\frac{\partial^{B(y)}}{\partial x^{B(y)}}\Psi_j(x,y)dy +$$
$$+(E - U(x,y))\Psi_j(x,y) +$$
$$+\sum_{k=1}^{n} c_{jk}\Psi_k(x,y) = 0 \; ; \quad \mathrm{j} = \overline{1,\mathrm{n}}. \qquad (8)$$

Соответственно для континуума частиц, образующих физическое поле, запишем континуум уравнений

$$\int_0^{\infty} A(y)\frac{\partial^{B(y)}}{\partial x^{B(y)}}\Psi_j(x,y)dy +$$
$$+(E - U(x,y))\Psi_j(x,y) +$$
$$+\int_0^{\infty} c(j,k)\Psi_j(x,y)dk = 0 \; ; \; \mathrm{j} \in [0,\infty). \qquad (9)$$

Системы (8) и (9) построены по аналогии с системой (7) уравнений Беллмана для нахождения оптимального управления для нескольких функционалов. Они отражают экспериментальный факт взаимозависимости волновых функций разных частиц. Перспектива исследований в этом направлении состоит в изучении феноменов темной материи и темной энергии, а также туннельного эффекта и квантовой запутанности в связи с подходом к проблеме движения как объединяющем координатное и межразмерностное движение. Например, координатное пространство в нашем представлении содержит возможность перехода от точки к точке с нарушением принципа причинности, а эффект квантовой запутанности есть проявление принципов запрета в пространстве, объединяющем координатное и межразмерностное движения.

Литература

1. *Антонов В.К.* Пространства континуальной размерности. / Антонов В.К. // Проблемы информатизации и управления: Сб. научн. тр. – К.: НАУ, 2019. – №2 (62). – С. 5-16.

2. *Антонов В.*К. Векторний простір континуальної розмірності. / Антонов В.К. // «Комп’ютерні системи та мережні технології» (CSNT-2019): 12 міжнародна науково-практична конференція, Київ, 2019. – С. 12-13.

3. *Антонов В.К.* Применение функционалов с кратными интегралами для построения регуляторов. / Антонов В.К. // Проблемы информатизации и управления: Сб. научн. трудов. – К.: НАУ, 2006. – №.1 (16). – С. 12-17.

Антонов В.К.

ДВИЖЕНИЕ В КОНТИНУУММЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В статье излагается предположение о континуальности размерности физического пространства и новом виде движения материи – вдоль координаты размерности, поддающееся квантовомеханическому описанию. Также по аналогии для задач оптимальной стабилизации из теории управления записаны уравнения Шредингера для квантово запутанных частиц. Показана возможность установления соответствия между задачами скрытой темной материи, темной энергии, туннельного эффекта, квантовой запутанности.

Antonov V.K.

MOTION IN CONTINUOUS SPACE

The article expounds an assumption about the continuity of the dimension of physical space and a new type of motion of matter - along the coordinate of the dimension, amenable to a quantum-mechanical description. Also, by analogy for optimal stabilization problems from control theory, the Schrödinger equations for quantum entangled particles are written. The possibility of establishing correspondence between the tasks of hidden dark matter, dark energy, tunnel effect, quantum entanglement.