УДК 514.84+517.9

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ТУРБУЛЕНТНОСТЬ

Трунев Александр Петрович
к.ф.-м.н., Ph.D.
Директор, A&E Trounev IT Consulting, Торонто, Канада

В работе исследованы решения уравнений Максвелла, Навье-Стокса и Шредингера, связанные с решениями уравнений Эйнштейна для пустого пространства. Показано, что в некоторых случаях наблюдается геометрическая неустойчивость, ведущая к турбулентности по механизму знакопеременной вязкости, который предложил Н.Н. Яненко. Обсуждается механизм генерации материи из темной энергии путем возникновения геометрической турбулентности при Большом взрыве

Ключевые слова: УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА, УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ-СТОКСА, УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА, ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

UDC 514.84+517.9

GEOMETRIC TURBULENCE

Alexander Trunev
Cand.Phys.-Math.Sci., Ph.D.
Director, A&E Trounev IT Consulting, Toronto, Canada

In this article we have investigated the solutions of Maxwell's equations, Navier-Stokes equations and the Schrödinger associated with the solutions of Einstein's equations for empty space. It is shown that in some cases the geometric instability leading to turbulence on the mechanism of alternating viscosity, which offered by N.N. Yanenko. The mechanism of generation of matter from dark energy due to the geometric turbulence in the Big Bang has been discussed

Keywords: GENERAL RELATIVITY, NAVIER-STOKES, MAXWELL EQUATION, SCHROEDINGER EQUATION

Введение

Вопрос о создании единой теории поля обсуждался многими авторами [1-21]. Основные направления построения единых теорий поля были связаны с пространствами многих измерений и теорией симметрии [2-6]. Большой интерес представляют теории, объединяющие квантовые и классические поля на основе общей теории относительности [9-21]. Ранее было установлено, что уравнения Эйнштейна связаны с уравнениями Максвелла, Навье-Стокса, Янга-Миллса и Шредингера [7-21]. Указанные связи не являются случайными, так как уравнения Эйнштейна отражают наиболее фундаментальные свойства движения и материи. В работе [20] были построены метрики, описывающие атом водорода. В работе [22] указаны метрики, описывающие течение вязкой жидкости в пограничном слое. В настоящей работе построены метрики, описывающие электромагнитные явления в проводящих средах, вязкие течения и состояния атомов и атомных ядер. Показано, что в некоторых случаях имеет место геометрическая неустойчивость, ведущая к турбулентности по механизму знакопеременной вязкости, который предложил Н.Н. Яненко [23-24]. Обсуждается механизм генерации материи из темной энергии путем возникновения геометрической турбулентности при Большом взрыве.

Принцип эквивалентности и уравнения гидродинамики и электродинамики в общей теории относительности

Уравнения Эйнштейна имеют вид [25-28]:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = g_{\mu\nu} \Lambda + \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} \tag{1}$$

$$\begin{gathered} R_{ik} = R^j_{ijk}, \quad R = g^{ik} R_{ik}, \\ R^\alpha_{\beta\gamma\delta} = \frac{\partial \Gamma^\alpha_{\beta\delta}}{\partial x^\gamma} - \frac{\partial \Gamma^\alpha_{\beta\gamma}}{\partial x^\delta} + \Gamma^\mu_{\beta\delta}\Gamma^\alpha_{\mu\gamma} - \Gamma^\mu_{\beta\gamma}\Gamma^\alpha_{\mu\delta}, \\ \Gamma^i_{jk} = \frac{1}{2} g^{is} \left(\frac{\partial g_{sj}}{\partial x^k} + \frac{\partial g_{sk}}{\partial x^j} - \frac{\partial g_{jk}}{\partial x^s} \right) \end{gathered} \tag{2}$$

$R_{\mu\nu}, g_{\mu\nu}, T_{\mu\nu}$ - тензор Риччи, метрический тензор и тензор энергии-импульса; Λ, G, c - космологическая постоянная Эйнштейна, гравитационная постоянная и скорость света соответственно; $R^\alpha_{\beta\gamma\delta}$ - тензор Римана, Γ^i_{kl} – символы Кристоффеля второго рода.

В общем случае уравнения движения материальной точки в гравитационном поле можно представить в форме [25-28]

$$\frac{d^2 x^\mu}{ds^2} + \Gamma^\mu_{\nu\lambda} \frac{dx^\nu}{ds} \frac{dx^\lambda}{ds} = 0 \tag{3}$$

В последнее время появились исследования [11-17] и другие, в которых уравнение Навье-Стокса выводится прямо из уравнений (1) в многомерном пространстве с метрикой вида [12]

$$ds^2 = -rdt^2 + 2drdt + dx_i dx^i - 2(1 - r/r_c)u_i dx^i dt - (2/r_c)u_i dx^i dr$$
$$+ (1 - r/r_c)[(u^2 + 2P)dt^2 + (u_i u_j / r_c)dx^i dx^j] + (u^2 + 2P)dtdr/r_c \quad (4)$$
$$-(r^2 - r_c^2)\partial^2 u_i dx^i dt / r_c + \dots$$

Уравнения Навье-Стокса следуют из уравнения (1) для пустого пространства с метрикой (4) путем решения методом последовательного приближения. В первом приближении выполняется уравнение неразрывности, во втором приближении выполняется система уравнений уравнения Навье-Стокса в форме

$$\frac{d\mathbf{u}}{dt} = -\frac{\nabla P}{\rho_0} + \nu \nabla^2 \mathbf{u}, \quad \nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \quad (5)$$

Здесь $\mathbf{u}, P, \rho_0, \nu$ - поле скорости, давление, плотность и кинематическая вязкость соответственно. Отметим, что описание полей ускорения, обусловленных соответствующими гравитационными потенциалами, в рамках общей теории относительности является вполне логичным и обоснованным. Однако принцип эквивалентности получил различное толкование у различных авторов.

Так, например, в [25] утверждается, что при переходе во вращающуюся систему отсчета возникают стационарные гравитационные поля. С другой стороны, в [26] приведены доказательства того, что полей ускорения не существует, что эти поля являются фиктивными. Поэтому во вращающейся системе координат возникают не гравитационные поля, а фиктивные «поля тяготения». Вайнберг [27] различает инерционные и гравитационные силы, поэтому его формулировка принципа эквивалентности сводится к утверждению, что «локально-инерциальные координаты $\xi_X{}^\alpha$, которые мы вводим в данной точке X, могут быть выбраны так, что первые производные метрического тензора в точке X исчезают».

Мы придерживаемся исходной формулировки принципа эквивалентности [29]: «инерция и тяжесть тождественны; отсюда и из результатов специальной теории относительности неизбежно следует, что симметричный «фундаментальный тензор» (g_{ik}) определяет метрические свойства пространства, движение тел по инерции в нем, а также и действие гравитации». Таким образом, любое ускорение эквивалентно изменению метрики и, следовательно, может быть описано метрическим тензором и уравнениями (1)-(3).

Частным случаем ускорения является такое, которое обусловлено движением электрического заряда в электрических и магнитных полях. Поэтому очевидно, что электромагнитное поля может быть представлено через изменение метрики [7-9]. Система уравнений электродинамики Максвелла может быть сведена к теории потенциала путем применения калибровки Лоренца [25]

$$c^2\nabla^2\varphi - \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} = -\frac{\rho c^2}{\varepsilon_0} \tag{6}$$

$$c^2\nabla^2\mathbf{A} - \frac{\partial^2\mathbf{A}}{\partial t^2} = -\frac{\mathbf{j}}{\varepsilon_0} \tag{7}$$

$$c^2\nabla\cdot\mathbf{A} + \frac{\partial\varphi}{\partial t} = 0 \tag{8}$$

Здесь обозначено $c, \rho, \mathbf{j}$ – скорость света, плотность электрического заряда и вектор плотности электрического тока соответственно; $\varphi, \mathbf{A}$ – скалярный и векторный потенциалы. С учетом токов проводимости и токов преонов система уравнений (6)-(8) приводится к виду [30]

$$\nabla^2\mathbf{A} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\mathbf{A}}{\partial t^2} = -\left(\frac{1}{\varepsilon_0\varphi}\sum_a q_a n_a\right)\mathbf{A} + \sigma\mu_0\nabla\varphi + \sigma\mu_0\frac{\partial\mathbf{A}}{\partial t} \tag{9}$$

Рассмотрим для уравнения (9) длинноволновое приближение, в котором считаем, что произведение характерного масштаба на частоту значительно меньше, чем скорость света, т.е. $L\omega / c << 1$.

Тогда, в уравнении (9) можно пренебречь второй производной по времени в сравнении с пространственными производными, а в уравнении (8) можно отбросить производную по времени от скалярного потенциала. В таком случае система уравнений (8)-(9) приводится к виду

$$\nabla.\mathbf{A} = 0, \quad \nu\nabla^2\mathbf{A} = -\left(\frac{1}{\sigma\varphi}\sum_a q_a n_a\right)\mathbf{A} + \nabla\varphi + \frac{\partial\mathbf{A}}{\partial t} \tag{10}$$

Здесь введен параметр вязкости системы $\nu = 1/\sigma\mu_0$.

Для системы уравнений (10) можно указать следующую гидродинамическую аналогию. Предположим, что токи преонов отсутствуют, $\sum_a q_a n_a = 0$, тогда система уравнений (10) в длинноволновом приближении приводится к виду уравнений модели, описывающей медленные течения вязкой несжимаемой жидкости:

$$\nabla\cdot\mathbf{A} = 0, \quad \frac{\partial\mathbf{A}}{\partial t} = \nu\nabla^2\mathbf{A} - \nabla\varphi \tag{11}$$

Здесь векторный потенциал является аналогом поля скорости потока жидкости, а скалярный потенциал является аналогом давления [30]. Эта аналогия позволяет использовать результаты работы [22] для описания электромагнитных явлений в проводящих средах в общей теории относительности.

Электромагнитное поле, в силу указанной выше гидродинамической аналогии, можно считать продолжением микроскопического гидродинамического поля. Эта точка зрения получила развитие в трудах

Гельмгольца, Кирхгофа, Стокса, Кельвина, Максвелла, Томсона, Пуанкаре и других. Исходной моделью являются уравнения Навье-Стокса, которые описывают геометрическую турбулентность пространства-времени [11].

Эквивалентные гравитационные поля в гидродинамических и электродинамических задачах

Наша задача заключается в том, чтобы найти такие метрики, которые описывают движение параболическими уравнениями, похожими на уравнения Навье-Стокса (5) или уравнения электродинамики (11). То, что такие метрики существуют, доказано в работах [11-17, 22] и других.

Однако метрики типа (4), в которых уравнения Навье-Стокса (5) выводятся из уравнения (1) для пустого пространства приводят к увеличению размерности самого пространства. Кроме того, теория гравитации в пространствах с метрикой типа (4) намного сложнее, чем теория уравнений Навье-Стокса. Поэтому есть основания для поиска более простых метрик, в которых уравнения поля сводятся к параболическим уравнениям. Рассмотрим метрику вида

$$ds^2 = \psi(t,x)dt^2 - p(\psi)dx^2 - dy^2 - dz^2 \tag{12}$$

Уравнения поля для пустого пространства нулевой кривизны в метрике (12) сводятся к одному уравнению второго порядка

$$-p'\psi_{tt} + \psi_{xx} + \frac{pp' - 2p''p\psi + p'^2\psi}{2p\psi}\psi_t^2 - \frac{p + p'\psi}{2p\psi}\psi_x^2 = 0 \tag{13}$$

Отметим, что уравнение (14) изменяет свой тип в зависимости от знака производной p':

в области $p' < 0$ уравнение (14) имеет эллиптический тип;

в области $p' > 0$ уравнение (14) имеет гиперболический тип;

в области $p'=0$ уравнение (14) имеет параболический тип.

Рассмотрим метрику вида

$$ds^2 = \exp[h(t,z)]dt^2 - \exp[f(x,y)]dx^2 - \exp[g(f)]dy^2 - \exp[p(h)]dz^2 \quad (14)$$

Уравнения поля для пустого пространства в метрике (14) сводятся к двум уравнениям второго порядка

$$\begin{aligned} &e^h[2h_{zz} - (p'-1)h_z^2] - e^p[2p'h_{tt} + (2p''+p'^2-p')h_t^2] = 0 \\ &e^f[2f_{yy} - (g'-1)f_y^2] + e^g[2g'f_{xx} + (2g''+g'^2-g')f_x^2] = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

Отметим, что уравнения (15) могут быть решены независимо. Каждое из них изменяет свой тип при изменении знаков производных p', g' соответственно. Полагая в уравнениях (15), что $p'=0,\ g'=0$, находим

$$\begin{aligned} &e^h(2h_{zz} + h_z^2) - e^p 2p''h_t^2 = 0 \\ &e^f(2f_{yy} + f_y^2) + e^g 2g''f_x^2 = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

Полученные уравнения (15)-(16) решают поставленную задачу о нахождении метрик, которые описывают электромагнитные явления в проводящих средах. Здесь первое уравнение (15) описывает плоские электромагнитные волны, а второе уравнение (15) описывает стоячие электромагнитные волны.

Метрики, удовлетворяющие второму уравнению (15) могут быть использованы для моделирования течения в пограничном слое. Траектории частиц в этом случае описываются системой уравнений

$$\begin{aligned} &\frac{d^2x}{ds^2} + \frac{f_x}{2}\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 - \frac{g'f_x}{2}e^{g-f}\left(\frac{dy}{ds}\right)^2 + f_y\frac{dy}{ds}\frac{dx}{ds} = 0 \\ &\frac{d^2y}{ds^2} - \frac{f_y}{2}e^{f-g}\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \frac{g'f_y}{2}\left(\frac{dy}{ds}\right)^2 + g'f_x\frac{dy}{ds}\frac{dx}{ds} = 0 \end{aligned} \quad (17)$$

В теории уравнений Навье-Стокса к числу таких решений относится течение Блазиуса. В нестационарном случае используя метрику (12) можно описать течения жидкости при движении плоскости по заданному закону [31].

Уравнение Шредингера

В [18-21] представленная модель квантовой гравитации в многомерных пространствах размерностью D с метрикой

$$ds^2 = \psi(t,r)dt^2 - p(\psi)dr^2 - d\phi_1{}^2 - \sin^2\phi_1 d\phi_2{}^2 - \sin^2\phi_1 \sin^2\phi_2 d\phi_3{}^2 - \\ ... - \sin^2\phi_1 \sin^2\phi_2 ... \sin^2\phi_{N-1} d\phi_N{}^2 \tag{18}$$

Здесь $\phi_1, \phi_2, ..., \phi_N$ - углы на единичной сфере, погруженной в $D-1$ мерное пространство. Метрика (18) описывает многие важные случаи симметрии, используемые в физике элементарных частиц и в теории супергравитации. Такой подход позволяет охватить все многообразие материи, которую производит фабрика природы, путем выбора уравнения состояния $p = p(\psi)$.

Рассмотрим гравитацию в пространствах с метрикой (18). Уравнение Эйнштейна в форме (1) является универсальным, поэтому обобщается на пространство любого числа измерений:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = k g_{\mu\nu} \tag{19}$$

Уравнения поля в метрике (18) сводятся к одному уравнению второго порядка [18-21]

$$-p'\psi_{tt} + \psi_{rr} = -Kp\psi - \frac{pp' - 2p''p\psi + p'^2\psi}{2p\psi}\psi_t{}^2 + \frac{p + p'\psi}{2p\psi}\psi_r^2 \tag{20}$$

В общем случае параметры модели и скалярная кривизна зависят только от размерности пространства, имеем

$$
\begin{aligned}
&k = D(D-5)/2+3,\\
&K = 2(D-3),\\
&R = -D^2+3D
\end{aligned} \tag{21}
$$

Отметим, что уравнение (20) изменяет свой тип в зависимости от знака производной p':

в области $p'<0$ уравнение (20) имеет эллиптический тип;

в области $p'>0$ уравнение (20) имеет гиперболический тип;

в области $p'=0$ уравнение (20) имеет параболический тип.

Покажем, что квантовая механика Шредингера соответствует такой области уравнения состояния, в которой $p'=0$, а уравнение (20) имеет параболический тип. Действительно, уравнение поля (20) сводится в этом случае к параболическому уравнению

$$\psi_{rr} - \frac{1}{2\psi}\psi_r^2 + Kp\psi = p''\psi_t^{\ 2} \tag{22}$$

В случае метрики Шварцшильда уравнение состояния имеет вид [18-21]

$$\frac{dp}{d\psi} = \frac{C}{(C-2K\psi)^2} = 0 \to C = 0, \quad p = \frac{4m^2\psi}{C-2K\psi} = -\frac{2m^2}{K} \tag{23}$$

Здесь m – масса центрального тела.

В пространстве четырех измерений находим, что $K=2$. Далее предположим, что $p''>0$. Полагая $\psi = e^w$, получим

$$w_{rr} + \frac{1}{2}w_r^2 - 2m^2 = p''\psi\, w_t^{\ 2} \tag{24}$$

Уравнение Шредингера непосредственно следует из уравнения (24), если предположить, что энергия системы слабо изменяется по сравнению с энергией покоя, а уравнение состояния удовлетворяет соотношению

$$p''\psi = \sigma \neq 0 \tag{25}$$

Здесь σ некоторая константа. Тогда, интегрируя уравнение (25) находим, что в этом случае

$$p' = \sigma \ln \psi \xrightarrow{\psi \to 1} 0 \qquad (26)$$

Следовательно, уравнение (24) принимает вид

$$w_{rr} + \frac{1}{2} w_r^2 - 2m^2 = \sigma w_t^{\,2} \qquad (27)$$

Легко видеть, что при $w_{rr} = w_r^2 = 0$ уравнение (27) имеет только комплексные решения. Поэтому рассмотрим в общем случае комплексные решения уравнения (27). Извлекая корень квадратный из обеих частей уравнения, получим

$$\pm i\sqrt{2}m\sqrt{1 - \frac{1}{2m^2}\left(w_{rr} + \frac{1}{2} w_r^2\right)} = \sqrt{\sigma}\, w_t \qquad (28)$$

Предположение о малости изменения энергии по сравнению с энергией покоя означает, что можно разложить подкоренное выражение в левой части (28), в результате находим

$$\pm i\sqrt{2}m \mp \frac{i}{2\sqrt{2}m}\left(w_{rr} + \frac{1}{2} w_r^2\right) + \ldots = \sqrt{\sigma}\, w_t \qquad (29)$$

Представим решение уравнения (29) в виде

$$w = \pm i\sqrt{2/\sigma}\, mt + \Psi(r,t) \qquad (30)$$

Подставляя выражение (30) в уравнение (29), получим в первом приближении

$$\mp \frac{i}{2\sqrt{2}m}\left(\Psi_{rr} + \frac{1}{2}\Psi_r^2\right) = \sqrt{\sigma}\Psi_t \qquad (31)$$

Уравнение (31) можно сравнить с уравнение Шредингера

$$\frac{-\hbar^2}{2m}\nabla^2 \Psi_S + U\Psi_S = i\hbar \frac{\partial \Psi_S}{\partial t} \qquad (32)$$

Для согласования уравнений (31) и (32) в случае сферической симметрии достаточно будет положить

$$\sqrt{2\sigma} = 1/\hbar, \quad \Psi = 2\ln r + \tilde{\Psi}, \quad \frac{1}{4m\sqrt{2\sigma}}\left\langle \tilde{\Psi}_r^2 \right\rangle = -U\tilde{\Psi} \qquad (33)$$

Последнее условие можно рассматривать как калибровку, накладываемую на потенциал.

Отметим формальное сходство уравнения (20) и уравнения (13). Очевидно, что метрика (20), описывающая волны в случае квантовой теории, с равным успехом может быть использована для описания волн и в случае теории Максвелла. В частности, можно смоделировать электромагнитное излучение атомов. Различие же двух теорий заключается в поведении коэффициента вязкости, который в случае теории Максвелла является вещественным параметром, тогда как в теории Шредингера этот параметр является мнимым [32].

Возникновение геометрической турбулентности

Покажем, что в метрике (14) могут возникать нелинейные волны, имеющие хаотическое поведение. Рассмотрим случай, когда первое уравнение (15) имеет параболический тип:

$$e^{h}(2h_{zz}+h_z^2)-e^{p}2\sigma h_t^2=0 \tag{34}$$

Здесь $\sigma = p''$. Уравнение (34) можно привести к квазилинейному виду, полагая $u = h_t$ и выполняя однократное дифференцирование по времени, в результате находим

$$e^{h-p}(u_{zz}+u_z h_z)+\sigma u^3 = 2\sigma u u_t, \quad h_t = u \tag{35}$$

Уравнение (35) относится к типу уравнений с переменной вязкостью [23-24]. Уравнения такого типа были предложены Н.Н. Яненко для моделирования устойчивости вязких течений [23]. В математической литературе уравнение типа (35) иногда называют параболическим уравнением с переменным направлением времени. В общей теории относительности такая терминология не только неприемлема, но и противоречит физическому смыслу уравнения (35), которое меняет тип при изменении знака функции $u = h_t$ или параметра $\sigma = p''$, тогда как знак времени остается постоянным.

Для уравнения (35) можно сформулировать задачу в ограниченной области с начальными данными и периодическими граничными условиями:

$$u(0,z) = u_0(z), \quad -L \le z \le L, \quad u(t,-L) = u(t,L) \tag{36}$$

При задании начальных данных отрицательных во всей области развивается неустойчивость – рис. 1. В данной задаче потеря устойчивости приводит к развитию геометрической турбулентности, поскольку соответствующая модель описывает изменение метрики пространства-времени.

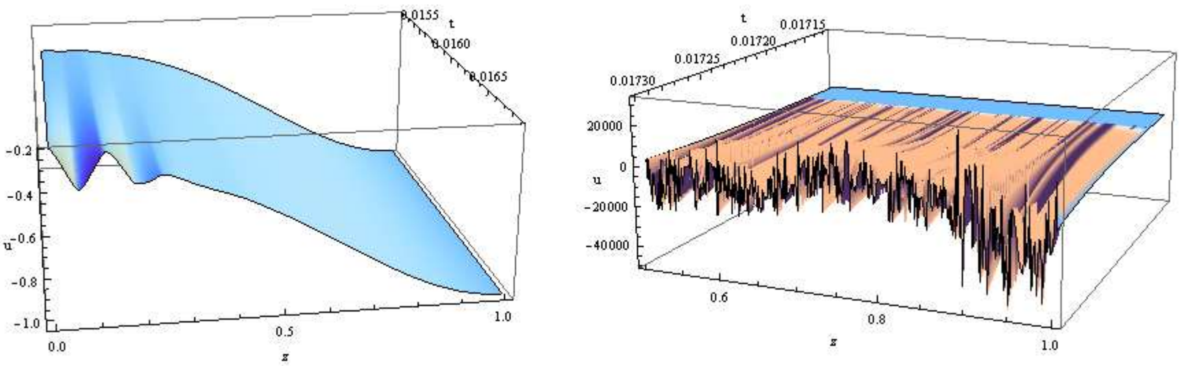

Рис. 1. Переход к геометрической турбулентности в модели (35).

Следовательно, для существования решений задач для уравнений типа Навье-Стокса необходимы специальные ограничения, связанные с метрикой пространства-времени. Например, можно потребовать, чтобы во всей области движения выполнялось условие

$$h_t = u > 0 \tag{37}$$

В природе наблюдается процесс расширения Вселенной, который называется инфляцией [27]. В этом процессе метрика изменяется по экспоненте, что соответствует условию (37). Однако локально условие (37), видимо, может нарушаться повсеместно, что в силу уравнения (35) приводит к взрывной неустойчивости – рис.1.

Для моделирования геометрической турбулентности в случае центральной симметрии используем уравнение (27). Дифференцирую уравнение (27) один раз по времени, находим

$$u_{rr} + w_r u_r = 2\sigma u u_t , \quad w_t = u \tag{38}$$

Следовательно, уравнение (38) относится к типу уравнений с переменной вязкостью [23-24]. В этом случае также можно поставить задачу с начальными данными и с периодическими граничными условиями типа (37). Результаты моделирования перехода к геометрической турбулентности в модели (38) приведены на рис. 2.

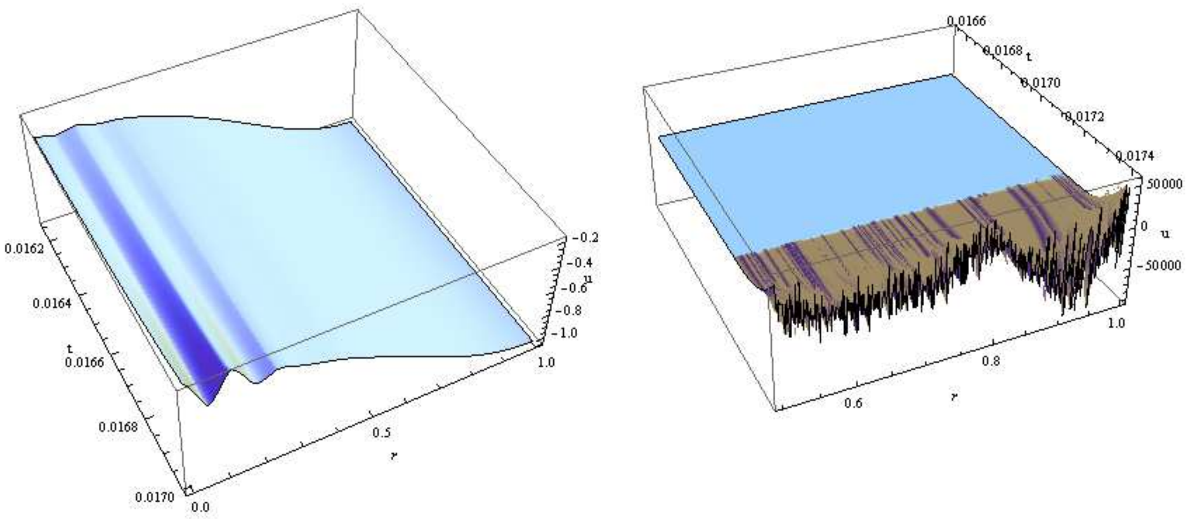

Рис. 2. Переход к геометрической турбулентности в модели (38).

Естественный путь стабилизации движения в малом масштабе, который избрала природа, заключается в установлении такого уравнения состояния, которое приводит к изменению знака параметра в уравнении (34). Предположим, что $\sigma = p'' < 0$, тогда задавая начальные данные в виде постоянного градиента $h_z(0,z)=\kappa_0$, приходим к следующей форме уравнения (34)

$$e^{h/2-p/2}(\kappa_0+\psi_{zz}/\kappa_0+\psi_z+...)=i\sqrt{2|\sigma|}\frac{\partial\psi}{\partial t} \tag{39}$$

Здесь $\psi=h-\kappa_0 z$. Предполагая, что экспонента в левой части уравнения изменяется слабо, вновь приходим к виду уравнения Шредингера типа (29). Следовательно, геометрическая турбулентность в малом масштабе приводит к квантовой механике [32-33].

Отметим, что в случае гладких начальных данных уравнения (29) и (39) также приводят к развитию мелкомасштабных возмущений – рис. 3. Однако эти возмущения не ведут к взрывной неустойчивости, как в случае моделей (35) и (38). Распад начального состояния в этом случае приводит к появлению регулярных волн, которые заполняют всю область движения – рис. 3.

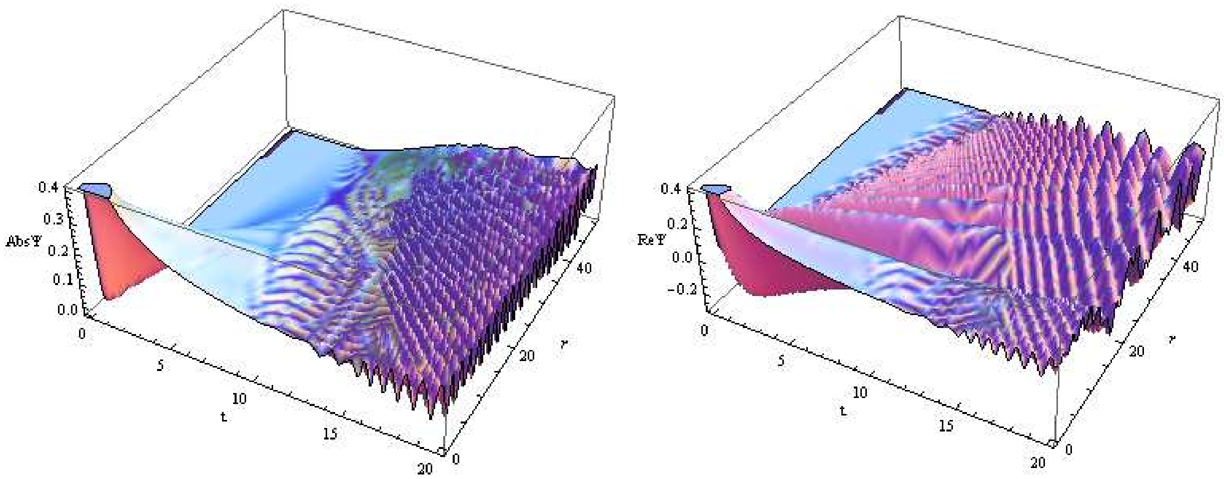

Рис. 3. Распад начального состояния в модели (29).

Мы, таким образом, указали метрики (14), в которых уравнения Навье-Стокса, Максвелла и Шредингера сводятся к одному уравнению поля, имеющему как регулярные решения, так и решения, ведущие к геометрической турбулентности – рис. 1-3.

Среди физических процессов, заканчивающихся взрывной неустойчивостью, можно отметить распады элементарных частиц, атомных ядер, гидродинамическую турбулентность, галактические струи, взрывы сверхновых и Большой взрыв, с которого началась история Вселенной.

Структура материи

Отметим, что общая теория относительности дает ключ к пониманию механизмов преобразования энергии и материи. Действительно, модель атома [20] и метрики (14), описывающие волны материи, электромагнитное поле и вязкие течения позволяют охватить различные случаи движения в широкой области масштабов. Наиболее значимым свойством уравнений (15) и (20) является изменение типа при изменении параметров уравнения состояния. В каждом случае это приводит к возникновению механизма генерации волн различной природы – квантовых, электромагнитных или гидродинамических.

В указанном механизме преобразования энергии кривизна пространства изменяется скачком при переходе от атомных масштабов, которые описываются уравнением (20), к плоским электромагнитным волнам в метрике с нулевой кривизной пространства (14). Этот факт позволяет разграничить классические явления электромагнитного излучения и квантовые явления, связанные с движением атомов.

Теория преонов [30, 34-35] является естественным расширением модели Гейзенберга [6], в которой предполагается, что в основе нашего мира находится нелинейное поле частиц-фермионов, обладающих спином ½. Мы видим из приведенных данных, что все волновые процессы в природе обусловлены движением субстанции, которую называют темной энергией. Преобразование этой субстанции в вихревые возмущения обусловлено тем, что в микроскопическом масштабе справедливы уравнения Навье-Стокса [11-17, 22], которые описывают вихревые течения. Элементарные вихри являются частицами преонами, которые объединяются вместе, создавая молекулы в форме электронов, кварков, протонов, нейтронов и т.д. Электрический заряд преонов удобно считать дробным, так как это не противоречит представлениям о дробных электрических зарядах кварков.

В силу уравнений (5) в исходном континууме возникают нарушения сплошной среды в форме пузырей, которые могут расширяться или сжиматься, создавая соответственно источники или стоки темной энергии. Эти источники и стоки соответствуют электрическим зарядам в теории Максвелла, а порождаемое ими вторичное течение описывается системой уравнений (6)-(8) или упрощенной моделью (10).

Это картина мироздания позволяет создать новую научную парадигму, в которой элементарные частицы рассматриваются как возмущения сплошной среды, связанной с наличием универсальной субстанции типа гравитационного поля, описываемого уравнениями (1)-(2). Течение субстанции в каждой локальной области пространства-времени описывается уравнениями типа Навье-Стокса (5).

Геометрическая турбулентность приводит к возникновению элементарных вихрей, динамика которых описываются уравнениями типа уравнения Гейзенберга [6]. Объединение элементарных вихрей с пузырями электрических зарядов приводит к формированию преонов, кварков и электронов. Объединение кварков приводит к формированию адронов и атомных ядер. Объединение атомных ядер с электронами приводит к формированию атомов и всей структуры вещества.

Таким образом, основным механизмом возникновения материи является геометрическая турбулентность, происхождение которой мы приписываем уравнениям типа (13), (15), (20) и следующим из них уравнениям типа (35) и (38). Уравнения Навье-Стокса, Максвелла и Шредингера могут быть выведены из уравнений поля, как длинноволновое приближение при определенных предположениях относительно уравнения состояния темной энергии [7-22].

Библиографический список

1. Albert Einstein. A Comment on a Criticism of Unified Field Theory. Phys. Rev., 1953, 89, 321.
2. Kaluza Theodor. Zum Unitätsproblem in der Physik// Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin. (Math. Phys.) 1921: 966–972,1921.
3. Klein Oskar. Quantentheorie und fünfdimensionale Relativitätstheorie// Zeitschrift für Physik a Hadrons and Nuclei 37 (12): 895–906, 1926.
4. Albert Einstein, P. Bergmann. Generalization of Kaluza's Theory of Electricity// Ann. Math., ser. 2, 1938, 39, 683-701
5. Ю. Б. Румер. Исследования по 5-оптике. – М., Гостехиздат,1956. 152 с.
6. Werner Heisenberg. Introduction to the unified field theory of elementary particles. Max-Planck-Institut fur Physik und Astrophysik, NTERSCIENCE PUBLISHERS, LONDON, NEW YORK, SYDNEY, 1966
7. J. A. Shifflett. A modification of Einstein-Schrodinger theory that contains Einstein-Maxwell-Yang-Mills theory// Gen.Rel.Grav.41:1865-1886, 2009.
8. Fabio Grangeiro Rodrigues, Roldao da Rocha, Waldyr A. Rodrigues Jr. The Maxwell and Navier-Stokes that Follow from Einstein Equation in a Spacetime Containing a Killing Vector Field// AIP Conference Proceedings, v. 1483, 277-295, 2012.
9. L.N.Krivonosov, V.A.Luk'aynov. The relationship between the Yang-Mills and Einstein and Maxwell Equations// J. SibFU, Math. and Phys, 2(2009), no. 4, 432–448 (in Russian).
10. Alon E. Faraggi and Marco Matone. The Equivalence Postulate of Quantum Mechanics// arXiv:hep-th/9809127v2, 6 Aug 1999.
11. Eling, I. Fouxon, Y. Oz. Gravity and Geometrization of Turbulence: An Intriguing Correspondence// arXiv:1004.2632, 28 Oct, 2010.
12. Bredberg, C. Keeler, V. Lysov, A. Strominger. From Navier-Stokes to Einstein// arXiv: 1101.2451, 12 Jan, 2011.
13. Eling, Y. Oz. Holographic Vorticity in the Fluid/Gravity Correspondence// arXiv:1308.1651, 28 Oct, 2013.
14. Sayantani Bhattacharyya et all. Conformal Nonlinear Fluid Dynamics from Gravity in Arbitrary Dimensions// arXiv: 0809.4272v2, 3 Dec, 2008.
15. Sayantani Bhattacharyya et all. The Incompressible Non-Relativistic Navier-Stokes Equation from Gravity // arXiv: 0810.1545v3, 20 Jul, 2009.

16. Michael Haack, Amos Yarom. Nonlinear viscous hydrodynamics in various dimensions using AdS/CFT// ArXiv: 08064602v2, 11 Sep, 2011.

17. V.E. Hubeny. The Fluid/Gravity Correspondence: a new perspective on the Membrane Paradigm// arXiv:1011.4948v2, February 22, 2011.

18. Трунев А.П. Гравитационные волны и квантовая теория Шредингера// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02(096). С. 1189 – 1206. – IDA [article ID]: 0961402081. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/81.pdf

19. Трунев А.П. Гравитационные волны и стационарные состояния квантовых и классических систем// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). – IDA [article ID]: 0971400090. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/90.pdf

20. Трунев А.П. Атом Шредингера и Эйнштейна// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). – IDA [article ID]: 0971400094. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/90.pdf

21. Трунев А.П., Е.В. Луценко. Гравитационные волны и коэффициент эмерджентности классических и квантовых систем// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 1343 – 1366. – IDA [article ID]: 0971403092. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/92.pdf

22. Трунев А.П. О представлении решений уравнений Навье-Стокса в общей теории относительности// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 1566 – 1587. – IDA [article ID]: 0981404111. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/111.pdf

23. Яненко Н. Н., Новиков В. А. Об одной модели жидкости со знако-переменным коэффициентом вязкости // Численные методы меха-ники сплошной среды. 1973. № 2.

24. Ларькин Н. А., Новиков В. А., Яненко Н. Н.Нелинейные уравнения переменного типа. М., 1983.

25. Ландау Л. Д, Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т.2. Теория поля. – 7 изд. – М.: Наука. - 1988. - стр. 329-330; L. D. Landau and E. M. Lifshitz. The Classical Theory of Fields. Pergamon, New York, second edition, 1962.

26. В.А. Фок. Теория пространства, времени и тяготения (2-е изд.). – М.: ГИФМЛ, 1961.

27. Steven Weinberg. Gravitation and Cosmology. – John Wiley & Sons, 1972.

28. A.Z. Petrov. New methods in general relativity. - Moscow: Nauka, 1966.

29. Einstein. Prinzipielles zur allgemeinen Relativitdtstheorie// Ann. Phys., 1918, 55, 241—244.

30. Трунев А.П. Токи преонов и беспроводная передача электроэнергии // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар:

КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 703 – 721. – IDA [article ID]: 0921308047. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/47.pdf
31. L. D. Landau and E. M. Lifshitz. Fluid Mechanics. - Pergamon, Oxford, UK, first edition, 1959.
32. Fotini Markopoulou and Lee Smolin. Quantum Theory from Quantum Gravity// arXiv:gr-qc/0311059v2 14 Jun 2004.
33. Stephen L. Adler. Where is quantum theory headed? // arXiv:1401.0896 [quant-ph], 5 Jan 2014; Incorporating gravity into trace dynamics: the induced gravitational action//Class. Quantum Grav. 30, 2013.
34. Trunev AP. Preons shell and atomic structure // Poly-thematic electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Journal KubGAU) [electronic resource]. - Krasnodar KubGAU, 2013. - № 03 (87). P. 795 - 813. - Mode of access: http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/61.pdf
35. Jean-Jacques Dugne, Sverker Fredriksson, Johan Hansson, Enrico Predazzi. Preon Trinity - a new model of leptons and quarks// arXiv:hep-ph/9909569v3

References

1. Albert Einstein. A Comment on a Criticism of Unified Field Theory. Phys. Rev., 1953, 89, 321.
2. Kaluza Theodor. Zum Unitätsproblem in der Physik// Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin. (Math. Phys.) 1921: 966–972,1921.
3. Klein Oskar. Quantentheorie und fünfdimensionale Relativitätstheorie// Zeitschrift für Physik a Hadrons and Nuclei 37 (12): 895–906, 1926.
4. Albert Einstein, P. Bergmann. Generalization of Kaluza's Theory of Electricity// Ann. Math., ser. 2, 1938, 39, 683-701
5. Ju. B. Rumer. Issledovanija po 5-optike. – M., Gostehizdat,1956. 152 s.
6. Werner Heisenberg. Introduction to the unified field theory of elementary particles. Max-Planck-Institut fur Physik und Astrophysik, NTERSCIENCE PUBLISHERS, LONDON, NEW YORK, SYDNEY, 1966
7. J. A. Shifflett. A modification of Einstein-Schrodinger theory that contains Einstein-Maxwell-Yang-Mills theory// Gen.Rel.Grav.41:1865-1886, 2009.
8. Fabio Grangeiro Rodrigues, Roldao da Rocha, Waldyr A. Rodrigues Jr. The Maxwell and Navier-Stokes that Follow from Einstein Equation in a Spacetime Containing a Killing Vector Field// AIP Conference Proceedings, v. 1483, 277-295, 2012.
9. L.N.Krivonosov, V.A.Luk'aynov. The relationship between the Yang-Mills and Einstein and Maxwell Equations// J. SibFU, Math. and Phys, 2(2009), no. 4, 432–448 (in Russian).
10. Alon E. Faraggi and Marco Matone. The Equivalence Postulate of Quantum Mechanics// arXiv:hep-th/9809127v2, 6 Aug 1999.
11. Eling, I. Fouxon, Y. Oz. Gravity and Geometrization of Turbulence: An Intriguing Correspondence// arXiv:1004.2632, 28 Oct, 2010.
12. Bredberg, C. Keeler, V. Lysov, A. Strominger. From Navier-Stokes to Einstein// arXiv: 1101.2451, 12 Jan, 2011.
13. Eling, Y. Oz. Holographic Vorticity in the Fluid/Gravity Correspondence// arXiv:1308.1651, 28 Oct, 2013.

14. Sayantani Bhattacharyya et all. Conformal Nonlinear Fluid Dynamics from Gravity in Arbitrary Dimensions// arXiv: 0809.4272v2, 3 Dec, 2008.

15. Sayantani Bhattacharyya et all. The Incompressible Non-Relativistic Navier-Stokes Equation from Gravity // arXiv: 0810.1545v3, 20 Jul, 2009.

16. Michael Haack, Amos Yarom. Nonlinear viscous hydrodynamics in various dimensions using AdS/CFT// ArXiv: 08064602v2, 11 Sep, 2011.

17. V.E. Hubeny. The Fluid/Gravity Correspondence: a new perspective on the Membrane Paradigm// arXiv:1011.4948v2, February 22, 2011.

18. Trunev A.P. Gravitacionnye volny i kvantovaja teorija Shredingera// Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №02(096). S. 1189 – 1206. – IDA [article ID]: 0961402081. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/81.pdf

19. Trunev A.P. Gravitacionnye volny i stacionarnye sostojanija kvantovyh i klassicheskih sistem// Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №03(097). – IDA [article ID]: 0971400090. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/90.pdf

20. Trunev A.P. Atom Shredingera i Jejnshtejna// Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №03(097). – IDA [article ID]: 0971400094. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/90.pdf

21. Trunev A.P., E.V. Lucenko. Gravitacionnye volny i kojefficient jemerdzhentnosti klassicheskih i kvantovyh sistem// Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №03(097). S. 1343 – 1366. – IDA [article ID]: 0971403092. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/92.pdf

22. Trunev A.P. O predstavlenii reshenij uravnenij Nav'e-Stoksa v obshhej teorii otnositel'nosti// Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №04(098). S. 1566 – 1587. – IDA [article ID]: 0981404111. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/111.pdf

23. Janenko N. N., Novikov V. A. Ob odnoj modeli zhidkosti so znako-peremennym kojefficientom vjazkosti // Chislennye metody meha-niki sploshnoj sredy. 1973. № 2.

24. Lar'kin N. A., Novikov V. A., Janenko N. N.Nelinejnye uravnenija peremennogo tipa. M., 1983.

25. Landau L. D, Lifshic E. M. Teoreticheskaja fizika. T.2. Teorija polja. – 7 izd. – M.: Nauka. - 1988. - str. 329-330; L. D. Landau and E. M. Lifshitz. The Classical Theory of Fields. Pergamon, New York, second edition, 1962.

26. V.A. Fok. Teorija prostranstva, vremeni i tjagotenija (2-e izd.). – M.: GIFML, 1961.

27. Steven Weinberg. Gravitation and Cosmology. – John Wiley & Sons, 1972.

28. A.Z. Petrov. New methods in general relativity. - Moscow: Nauka, 1966.

29. Einstein. Prinzipielles zur allgemeinen Relativitdtstheorie// Ann. Phys., 1918, 55, 241—244.

30. Trunev A.P. Toki preonov i besprovodnaja peredacha jelektrojenergii // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar:

KubGAU, 2013. – №08(092). S. 703 – 721. – IDA [article ID]: 0921308047. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/47.pdf

31. L. D. Landau and E. M. Lifshitz. Fluid Mechanics. - Pergamon, Oxford, UK, first edition, 1959.

32. Fotini Markopoulou and Lee Smolin. Quantum Theory from Quantum Gravity// arXiv:gr-qc/0311059v2 14 Jun 2004.

33. Stephen L. Adler. Where is quantum theory headed? // arXiv:1401.0896 [quant-ph], 5 Jan 2014; Incorporating gravity into trace dynamics: the induced gravitational action//Class. Quantum Grav. 30, 2013.

34. Trunev AP. Preons shell and atomic structure // Poly-thematic electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Journal KubGAU) [electronic resource]. - Krasnodar KubGAU, 2013. - № 03 (87). P. 795 - 813. - Mode of access: http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/61.pdf

35. Jean-Jacques Dugne, Sverker Fredriksson, Johan Hansson, Enrico Predazzi. Preon Trinity - a new model of leptons and quarks// arXiv:hep-ph/9909569v3