

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЕЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ КВАНТОВОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Голубева О.Н. Сидоров С.В.

Российский университет дружбы народов
Учебно-научный институт гравитации и космологии
Россия, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6.
E-mail: ogol@mail.ru, sidorovsv@mail.ru

В последние годы большое внимание уделяется изучению нового универсального свойства материи – nearly perfect fluidity (NPF) – почти идеальная текучесть, которое проявляется в столь разных средах как кварк-глюонная плазма, ультрахолодные газы в ловушках и даже, возможно, графен. Один из подходов для изучения этого явления основан на построении стохастической гидродинамики, опирающейся на квантовую механику и изучение квантово-тепловых флуктуаций макропараметров [1].

В данной работе рассмотрена принципиальная возможность некоторых гидродинамических моделей, полученных для описания эволюции квантово-тепловых флуктуаций из уравнений квантовой механики в лагранжевой форме:

1) уравнение Нельсона [2]

$$(1) \quad \frac{\partial u}{\partial t} + v \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial v}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial t} - u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial x} = -\alpha(x),$$

2) уравнение с учетом самодиффузии [3]

$$(2) \quad \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial (uv)}{\partial x} + \frac{\partial (u^2)}{\partial x} = 0, \quad \frac{dv}{dt} + u \frac{\partial u}{\partial x} = -\alpha(x),$$

где u – диффузионная скорость, v – дрейфовая скорость, $\alpha(x)$ – внешний потенциал.

Установлено, что гидродинамические уравнения в модели (1) имеют эллиптический

тип и не пригодны для описания эволюции макроскопических флуктуаций. Уравнения (2) относятся к параболическому типу и принципиально позволяют исследовать квантовые флуктуации макропараметров. Приведенные соображения иллюстрируются численным моделированием.

Литература

1. Суханов А.Д. К квантовому обобщению равновесной статистической термодинамики. Эффективные макропараметры. // Теор. Мат. Физика, 2008, 154, С. 185.
2. Nelson E. Dynamical theory of Brownian motions. Princeton: Princ. Univ. Press, 1967.
3. Golubjeva O.N., Sukhanov A.D. Derivation of stochastic hydrodynamics equations. arXiv: 1112.1598v1[cond.-mat, stat-mech](2011).