

**0.1. Лиханова Ю.В. Результаты численного исследования эволюции конденсата Бозе—Эйнштейна на основе трехмерного уравнения Гросса—Питаевского**

Основной характеристикой конденсата Бозе—Эйнштейна (БЭК) является то, что макроскопическое число бозонов скапливается на самом низком энергетическом уровне. Таким образом, атомы теряют свою самостоятельность и начинают вести себя словно один гигантский атом, т.е. квантовые эффекты проявляются на макромасштабах. Что объясняет большой экспериментальный и теоретический интерес к изучению БЭК.

В данной работе представлены результаты численного моделирования поведения БЭК на основе трехмерного уравнения Гросса—Питаевского (результаты исследований в двумерном случае были представлены ранее [1, 2]). После обезразмеривания уравнение можно записать в виде

$$i\varepsilon \frac{\partial \psi(\mathbf{x}, t)}{\partial t} = -\frac{\varepsilon^2}{2} \nabla^2 \psi(\mathbf{x}, t) + V_3(\mathbf{x})\psi(\mathbf{x}, t) + k_3 |\psi(\mathbf{x}, t)|^2 \psi(\mathbf{x}, t),$$

где потенциал ловушки

$$V_3(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}(\gamma_x^2 x^2 + \gamma_y^2 y^2 + \gamma_z^2 z^2),$$

а параметры  $\varepsilon$  и  $k_3$  позволяют моделировать силу взаимодействия атомов в конденсате, т.к. зависят от числа сконденсированных атомов.

Задача разбивается на 2 подзадачи: 1) нахождение стационарного состояния конденсата с включенной удерживающей ловушкой (соответствующего основному состоянию системы) и 2) изучение поведения конденсата после ее выключения. Для решения этих подзадач был реализован численный алгоритм, основанный на расщеплении уравнения по физическим процессам с использованием быстрого преобразования Фурье (БПФ). Стационарное состояние находилось методом на установление с применением «мнимого времени» [4].

Было проведено сравнение численных результатов с экспериментальными данными [3] для числа частиц  $N \approx 2.3 \cdot 10^5$ , которое показало хорошее качественное и количественное согласование при разлете конденсата (относительная разница по ширинам конденсата, полученных из эксперимента и численного расчета, не превышает 10%). Дальнейшая работа включает в себя расширение используемой математической модели.

## Список литературы

[1] ЛИХАНОВА Ю.В. Об эволюции конденсата Бозе—Эйнштейна // Сборник тезисов XV Всероссийской конференции молодых ученых по ма-

тематическому моделированию и информационным технологиям. Тюмень: ИВТ СО РАН — 2014 — С. 39–40.

- [2] МЕДВЕДЕВ С.Б., ЛИХАНОВА Ю.В., ФЕДОРУК М.П., ЧАПОВСКИЙ П.Л. Эволюция стационарного состояния в двумерном уравнении Гросса—Питаевского // Письма в ЖЭТФ. — 2014. — Т. 100, № 12, С. 935–940.
- [3] ЧАПОВСКИЙ П.Л. Бозе-эйнштейновская конденсация атомов рубидия // Письма в ЖЭТФ. — 2012. — Т. 95, № 3, С. 148–152.
- [4] BAO W., DU Q. Computing the ground state solution of Bose—Einstein condensates by a normalized gradient flow // Siam J. Sci. Comput. — 2004. — Vol. 25, No. 5, P. 1674–1697.