

May 24, 2016

Рецензия
на магистерскую диссертацию
Лебедева Михаила Евгеньевича

«Солитоны в уравнении Шредингера с периодически модулированной
нелинейностью»

Уравнение Гросса-Питаевского (УГП) является ключевой моделью для теории Бозе-конденсата. В своем традиционном виде это уравнение учитывает кубическую нелинейность, порождаемую ансамблем частиц в рамках приближения среднего поля, и потенциал ловушки, удерживающей конденсат. Вместе с тем, экспериментальные достижения последних лет сделали актуальными многие модификации этого уравнения. В частности, в литературе обсуждается возможность генерации пространственно локализованных структур Бозе-конденсата, используя так называемый резонанс Фешбаха, эффективно изменяющий длину межатомных взаимодействий. С точки зрения математической модели, учет резонанса Фешбаха приводит к появлению множителя перед нелинейностью, зависящего от пространственных переменных. В частности, периодическая пространственная модуляция длины межатомных взаимодействий в конденсате была экспериментально реализована в конденсате иттербия. Таким образом, исследование математических свойств обобщенной модели УГП с периодической модуляцией нелинейности, безусловно, является **актуальной задачей**, как для физических приложений, так и для математического рассмотрения.

Работа М.Е.Лебедева посвящена исследованию солитонов, описываемых УГП с периодической пространственной модуляцией нелинейного члена. В диссертации решаются две задачи. *Первой* из задач является построение наиболее полного описания различных типов таких солитонов. *Вторая* задача заключается в изучении устойчивости найденных солитонов. Для решения первой из задач используется метод выделения неколлапсирующих решений, ранее развитый в работах группы Г.Л.Алфимова. В диссертации М.Е.Лебедева этот метод обобщается на случай периодической нелинейности в УГП, при этом автором доказан ряд строгих утверждений. В результате М.Е.Лебедеву удалось построить классификацию солитонов для УГП с периодической модуляцией нелинейности. Эта классификация заключается в сопоставлении каждому из решений указанного вида его уникального кода по определенному правилу.

Для решения второй из задач автор использовал традиционные численные методы исследования устойчивости. В результате выяснилось, что большая часть из найденных солитонов являются неустойчивыми. Вместе с тем имеются два типа устойчивых элементарных солитонов, один из которых (дипольный солитон) был обнаружен впервые. Нахождение нового устойчивого решения для физически значимой модели безусловно является существенным



результатом, полученном на профессиональном уровне.

По результатам работы подготовлено две статьи. Одна из работ уже опубликована в Уфимском Математическом журнале 7 (2), 3-18 (2015). Вторая направлена в журнал Chaos Американского физического общества и находится на рецензии.

На мой взгляд, исследование, проведенное в магистерской диссертации М.Е.Лебедева, представляет существенный интерес, как для теории Бозе-конденсата, так и с математической стороны дела, как развитие метода кодировки неколлапсирующих решений. Работа, безусловно, потребовала от автора углубленного изучения литературы по теории Бозе-конденсата, а также по качественной теории дифференциальных уравнений, в объеме, существенно выходящем за пределы традиционных курсов технического вуза.

В связи со сказанным, я уверен что магистерская диссертация «Солитоны в уравнении Шредингера с периодически модулированной нелинейностью» выполнена на высоком научном уровне, заслуживает оценки «ОТЛИЧНО», а ее автор, М.Е.Лебедев, заслуживает присуждения учёной степени магистра по направлению «Прикладная математика».

Boris Malomed, chaired professor

h-index: **64** (Web of Science); **76** (Google Scholar)

Department of Physical Electronics, School of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Tel Aviv University

Tel Aviv 69978, Israel

malomed@post.tau.ac.il