

ВІДГУК

*офіційного опонента на дисертаційну роботу Лемешевої Н. В.
“Взаємодія локально-максвелівських течій в розрідженому газі”
представлену на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.01.03 – математична фізика*

Тема дисертаційної роботи Н. В. Лемешевої належить до однієї з актуальних галузей досліджень сучасної математичної фізики, а саме, теорії нелінійних кінетичних рівнянь. Важливість і актуальність розвитку теорії таких рівнянь пов'язана, зокрема, з новими математичними проблемами, які виникають при математичному моделюванні еволюційних процесів складних систем різноманітної природи, і які в останній час визначають один з новітніх напрямків розвитку сучасної математичної фізики.

Мета дисертаційної роботи полягала в подальшому розвитку методів побудови наближених розв'язків нелінійного рівняння Больцмана систем багатьох частинок із зіткненнями, а саме, кінетичного рівняння Больцмана для системи твердих куль з пружним зіткненням. Зазначу, що пріоритетні результати в цьому напрямку досліджень було отримано у відомих працях професора В. Д. Гордевського.

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків та списку використаної літератури.

У вступі згідно вимог до оформлення дисертацій обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, висвітлено нові результати, які висунуті для прилюдного захисту, та їх апробацію.

Перший розділ дисертації традиційно присвячено аналізу сучасного стану, основних досягнень і відкритих проблем теорії нелінійних кінетичних рівнянь за темою роботи, а саме, кінетичного рівняння Больцмана, та внеску в обраний напрямок досліджень результатів викладених у дисертації.

У другому розділі роботи сформульовано основні поняття з теорії рівняння Больцмана для системи багатьох твердих куль, які в подальшому використовуються для побудови наближених бімодальних розв'язків такого типу кінетичного рівняння. Треба зазначити, що розгляд систем із взаємодією між частинками як твердих куль із пружним зіткненням бере свої витoki з праць Дж. Максвелла (1860 р., 1867 р.) та Л. Больцмана (1872 р.), і такий підхід виявився надзвичайно плідним на протязі всієї історії розвитку кінетичної теорії, зокрема, як адекватна мікроскопічна модель речовини з фізичної точки зору, так і нетривіальною динамічною системою з математичної точки зору.

У третьому розділі дисертації побудовано наближені розв'язки рівняння Больцмана системи багатьох твердих куль, які визначаються бімодальними розподілами з модами плин у твердих куль типу прискорення-ущільнення, тобто лінійними комбінаціями двох максвеллівських розподілів з різними гідродинамічними параметрами. Встановлено достатні умови малості рівномірно-інтегрального відхилу (2.17), який при цьому використовувався.

Четвертий розділ дисертації присвячено побудові наближених розв'язків кінетичного рівняння Больцмана, які визначаються бімодальними розподілами з модами плин у твердих куль типу прискорення-ущільнення, у випадку оцінки величини відхилу з використанням різних норм, а саме, змішаного відхилу з однорідною вагою (2.18) та неоднорідною вагою (2.19).

Треба зазначити, що використання в цьому розділі дисертації інших різновидів відхилів, дозволило суттєво розширено класи побудованих наближених розв'язків рівняння Больцмана для системи твердих куль у порівнянні з попереднім розділом. Зокрема, це стосується можливості опису плинів твердих куль у всьому просторі.

У п'ятому розділі дисертації побудовано відповідні наближені розв'язки рівняння Больцмана у випадку інтегрального відхилу (2.20). Встановлено граничні випадки в яких стан процесу взаємодії між двома максвеллівськими плинами твердих куль мінімізує інтегральний відхил. У цьому розділі також детально проаналізовано фізичний зміст отриманих результатів, що може бути використано з метою їх подальших практичних застосувань.

Треба підкреслити, що отримані в розглянутих випадках результати ґрунтуються на застосуванні методів побудови оцінок для нев'язки нелінійного еволюційного рівняння, тобто залишку різниці між вільною еволюцією типової частинки системи та процесом зіткнення частинок, які описуються відповідно оператором вільномолекулярної течії та інтегралом зіткнень кінетичного рівняння Больцмана. Зауважимо, що для кожного наближеного розв'язку в роботі побудована оцінка відповідного залишку. Основні результати роботи сформульовано в твердженнях відповідних теорем.

У висновках до дисертації наведено перелік основних результатів роботи.

Таким чином, оскільки теорія нелінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних та її застосування належать до одного з актуальних напрямків розвитку сучасної математичної фізики, побудовані нові наближені розв'язки для нелінійного інтегро-диференціального рівняння Больцмана можна віднести до одного з основних досягнень дисертації.

Список використаних джерел в роботі відображає основні публікації сучасного етапу розвитку теорії кінетичного рівняння Больцмана для систем багатьох частинок із зіткненнями і є достатньо повним.

У цілому дисертаційна робота оформлена якісно і виконана на сучасному науковому рівні.

Як недолік роботи саме з математичної фізики, відзначу, що рукопис дисертації значно виграв би у випадку детальнішого обговорення фізичної інтерпретація класів функцій для яких у роботі встановлено наближені розв'язки рівняння Больцмана. Проте зазначене не впливає на загальну позитивну оцінку роботи.

Результати роботи можуть бути використано для подальших досліджень нелінійних еволюційних рівнянь. З метою стимулювати подальші дослідження в розпочатому напрямку, зауважу наступне. Отримані результати можуть бути поширені на кінетичні рівняння, які узагальнюють рівняння Больцмана для щільних систем частинок, а саме, кінетичне рівняння Больцмана – Енскоґа, рівняння Больцмана з початковими кореляціями, яким описуються плини твердих куль в конденсованих станах.

Ще одним з можливих напрямків застосувань результатів дисертації є побудова наближених розв'язків для рівняння Больцмана та його узагальнень для системи твердих куль з непружним зіткненням, які в останній час широко використовуються з метою моделювання колективної поведінки м'якої речовини в конденсованому стані, а саме, гранульованих газів і гранульованих середовищ. В цьому випадку структура бімодального розподілу з модами типу прискорення-ущільнення для плину твердих куль з непружним зіткненням має відрізнитись від побудованого в дисертації.

Підсумовуючи, відзначу, що дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, в якому отримано результати з одного з актуальних напрямків розвитку сучасної математичної фізики. У цілому результати дисертації, винесені на захист, є новими, достовірними і належать автору. Вони детально опубліковані в авторитетних наукових виданнях з математики, а саме, п'яти статтях у фахових журналах, і мали достатню апробацію на фахових конференціях (опубліковано 8 тез доповідей міжнародних конференцій), наукових семінарах та за результатами обговорювань з провідними фахівцями з математичної фізики.

Автореферат дисертації достатньо повно передає основні положення роботи, а сама дисертаційна робота цілком відповідає паспорту спеціальності 01.01.03 – математична фізика.

На мою думку, дисертаційна робота Лемешевої Н. В. "Взаємодія локально-максвелівських течій в розрідженому газі" є завершеним науковим дослідженням, яке вирішує важливу і актуальну проблему сучасної математичної фізики, а саме розвиток методів побудови наближених розв'язків нелінійних кінетичних рівнянь систем багатьох частинок із зіткненням. Вона задовольняє всім вимогам до кандидатських дисертацій, які подаються на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.03 – математична фізика,

зокрема, «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19 серпня 2015 р. та № 1159 від 30.12.2015 р., а сама дисертантка Лемешева Наталя Володимирівна, без сумніву, заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.03 – математична фізика.

Провідний науковий співробітник
Інституту математики НАН України
доктор фізико-математичних наук,
професор

7.09.2016

