

## ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу  
ГУКАЛОВА Олексія Олександровича „Точні та  
наближені розв’язки рівняння Бріана-Піддака”,  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата  
фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.03  
– математична фізика**

Дослідження поведінки розрідженого газу має довгу та багату історію, витoki якої відносяться до класичних праць Больцмана у 19 столітті. У залежності від прийнятої моделі взаємодії молекул у момент зіткнення, виникають різні системи досить складних нелінійних рівнянь. Важливим моментом дослідження цих рівнянь є побудова досить багатого класу явних розв’язків, які мають прозору аналітичну структуру, що відбиває особливості того чи іншого фізичного процесу, що моделюється. Зрозуміло, що у складних рівнянь може не бути явних розв’язків, які ілюструють усі можливі феномени, тож дуже природним є питання розширення класу аналітичних розв’язків за рахунок (також явно заданих) функцій, які є «майже розв’язками», тобто, задовольняють рівнянням обраної моделі з деякою похибкою.

У дисертаційній роботі О.О.Гукалова, об’єктом дослідження є модель Бріана-Піддака, для якої ставляться питання побудови як точних розв’язків — у вигляді так званих максвеліанів, так і наближених розв’язків — у вигляді лінійних комбінацій максвеліанів. Перш за все, відзначу, що дисертаційна робота містить ретельний, детальний опис стану справ у галузі, що досліджується (розділи 1 і 2). Відповідно до мети роботи, основна частина дисертації складається з двох розділів, 3-го та 4-го. У розділі 3 наведено загальний вигляд точних розв’язків, у вигляді локальних



максвеліанів, який, перш за все, виправляє помилковий результат, наведений у попередній літературі. Записані у певній формі, ці розв'язки дозволяють трактувати їх з фізичної точки зору, де вони відповідають тому чи іншому типу руху газу.

Більшу частину дисертації становить розділ 4, присвячений побудові і аналізу наближених розв'язків, що утворюються як лінійні комбінації двох максвеліанів (бімодальні розподіли). Основним технічним моментом тут є встановлення оцінок для низькотемпературної границі похибки у рівнянні Бріана-Піддака, причому розглядаються різні варіанти визначення похибки. Зокрема, ці оцінки дозволяють визначити вид коефіцієнтів бімодальних розподілів, який забезпечує малість похибки в умовах, коли самі розподіли (максвеліани та відповідні коефіцієнти) не є малими у відповідному сенсі.

При отриманні цих результатів, О.О.Гукалов продемонстрував вміння долати значні аналітичні труднощі та вміння працювати з різноманітним математичним апаратом, в залежності від вимог кожної конкретної задачі. Всі результати роботи є новими і достовірними. Вони повно викладені в опублікованих роботах та доповідалися на багатьох наукових конференціях.

Дисертаційна робота та автореферат оформлені згідно з вимогами, прийнятим в Україні. Автореферат вірно відбиває зміст дисертації. Результати дисертації О.О.Гукалова носять здебільшого теоретичний характер, а також можуть бути використані на практиці, для моделювання різних феноменів, що мають місце у поведінці розріджених газів за різних умов, за допомогою відносно простих, аналітичних виразів.

Як зауваження, відзначу певну кількість друкарських помилок та інших незначних недоліків редакційного характеру. Зокрема, посилання (7) на стор. 32 не визначене у тексті; формула (3.19), за текстом, має використовувати позначення  $\bar{V}(t, x)$  (формула (3.20)), але, за фактом, не містить його в собі (воно використовується кількома сторінками нижче, у формулі (4.1)).

Інше зауваження стосується наступного. Дисертація О.О.Гукалова багато в чому стосується перенесенню результатів, отриманих для моделі твердих сфер (зокрема, в роботах В.Д.Гордевського), на модель шорсткуватих сфер, якою є модель Бріана-Піддака. У зв'язку з цим, логічним виглядало б наведення



рівнянь моделі твердих сфер, зокрема, у розділах 2 та 3, для того, щоб читач мав уяву про співвідношення цих моделей.

Нарешті, відзначу, що результати стосовно наближених розв'язків мали б ще більшу вагу, коли б дисертація містила оцінки малості похибки в залежності від температури та інших параметрів, що входять у формули для розв'язків.

Ці зауваження, безперечно, не впливають на високий науковий рівень та позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Вважаю, що дисертаційна робота Гукалова Олексія Олександровича „Точні та наближені розв'язки рівняння Бріана-Піддака” є закінченим науковим дослідженням, що містить розв'язання актуальних задач математичної фізики, зокрема, побудову, у явній формі, наближених розв'язків фізично значущих систем. Вона задовольняє всім вимогам, прийнятим в Україні, до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук, а її автор О.О.Гукалов, безумовно заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.03 – математична фізика.

26.08.2015 р.

Доктор фізико-математичних наук,  
провідний науковий співробітник

Д.Г. Шепельський

