

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію Харченко Діани Сергіївни  
«Моделювання хвильових процесів в тришаровій гідродинамічній системі»,  
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю  
113 Прикладна математика

**Актуальність** дисертаційного дослідження «Моделювання хвильових процесів в тришаровій гідродинамічній системі» зумовлена тим, що внутрішні хвилі в рідинах із стратифікованою структурою є предметом багатьох сучасних доробок. Внутрішні хвильові рухи відіграють важливу роль у всіх океанічних і динамічних явищах. Гідродинамічні стратифіковані системи охоплюють широке коло об'єктів та процесів. Як показала практика останніх років, тришарові математичні моделі досліджені значно меншою мірою ніж подібні двошарові моделі. Аналіз же таких моделей супроводжується більш громіздкими аналітичними перетвореннями і потребує більш детального вивчення.

**Наукова новизна** зумовлена чітко поставленою метою та наступними науковими положеннями, що отримані вперше в межах завдань дослідження:

1. Отримано перші три наближення для математичної моделі задачі поширення хвильових пакетів у тришаровій гідродинамічній системі «шар із твердим дном – шар – шар із кришкою». Одержані розв'язки перших двох лінійних задач та частково знайдено розв'язки третьої лінійної задачі. В результаті розв'язання першої лінійної задачі отримано дисперсійне співвідношення, яке має дві пари коренів. Для нижньої та верхньої поверхонь контакту отримані еволюційні рівняння обвідних хвильових пакетів у вигляді нелінійного рівняння Шредінгера та умови модуляційної стійкості. Для перших двох наближень отримано вирази відношень амплітуд та формули відхилень поверхонь контакту.

2. Також для обох поверхонь контакту досліджені умови зміни форми хвильових пакетів, побудовано діаграми модуляційної стійкості, досліджено залежність меж модуляційної стійкості від різних фізичних параметрів системи. Досліджено вплив фізичних параметрів на значення відношень

амплітуд для перших двох лінійних задач. Досліджено явище резонансу других гармонік. У першому наближенні досліджено вплив різних фізичних параметрів на потік повної енергії. Проілюстровано граничний випадок рівності густин середнього та верхнього шару, який демонструє перехід досліджуваної тришарової гідродинамічної системи у двошарову.

3. У додатках наведені коди комп'ютерних програм у середовищі Maple, за допомогою яких можна дослідити потік повної енергії від різних фізичних параметрів, отримати та перевірити умови існування нетривіальних розв'язків другого та третього наближень, побудувати діаграми модуляційної стійкості.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Належний рівень обґрунтованості дисертації забезпечується:

- логічно побудованою структурою дисертаційного дослідження та правильно визначеними метою та завданнями;
- коректно підбраною методологічною базою дослідження, що дозволило дисертантці застосувати наступні загальнонаукові методи (порівняння, аналізу, синтезу, комп'ютерного моделювання) та спеціальний метод багатомасштабних розвинень, й сприяло досягненню поставлених мети та завдань;
- достатньою кількістю вітчизняних та іноземних наукових джерел;
- використанням системи комп'ютерної алгебри Maple при здійсненні аналітичних перетворень та побудов.

Виконання умов існування нетривіальних розв'язків, розгляд граничного випадку, автоматизація процесу аналітичних обчислень та використання розроблених комп'ютерних програм переконують у **достовірності** результатів дисертаційного дослідження. Достовірність отриманих результатів також підтверджується їхньою апробацією на наукових конференціях, впровадженням в освітній процес.

**Теоретичне та практичне значення отриманих результатів.** Сформульовані дисертанткою наукові положення можуть бути широко застосовані у теоретичному та практичному аспектах в подальших дослідженнях ділянок Світового океану з тришаровою стратифікацією, які проводяться з метою вивчення нелінійних хвильових процесів, а також у майбутніх експериментах у натурних та лабораторних умовах. Результати дослідження потоку повної енергії можуть бути використані у дослідженнях із розробки спеціальних пристроїв, які використовують енергію внутрішніх хвиль.

Розв'язання задач фізико-математичного моделювання поширення хвильових пакетів у стратифікованих рідких системах має застосування в галузях машино- та суднобудування, океанології, гідравліці, фізиці тощо.

**Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.** Основні наукові результати дисертації повною мірою викладено у 2-х статтях у наукових фахових виданнях України, 1-й статті у виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus, 1-й статті в університетському збірнику, 5-х публікаціях у збірниках матеріалів конференцій. Також результати дослідження були впроваджені в освітній процес.

**Оцінка змісту дисертації та її оформлення.** Дисертаційна робота виконана та оформлена з дотриманням усіх вимог МОН України до дисертацій, які подаються на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика. Дисертація включає вступ, три розділи, висновки та додатки. Загальний обсяг дисертації складає 199 сторінок. Текст роботи написаний доступною, чіткою, логічною мовою з дотриманням наукового стилю.

Попри загальне позитивне враження від роботи, слід виділити деякі зауваження та побажання:

1. При аналізі резонансу другої гармоніки не розкрито в повній мірі фізичну суть досліджуваного явища;

2. Умова модуляційної нестійкості має громіздкий аналітичний вигляд і потребує для дослідження використання чисельних методів аналізу, в тому числі для побудови діаграм стійкості. У роботі не вказані використані чисельні методи та коректність їх застосування

Зауваження мають скоріше рекомендаційний характер і не впливають на загальну високу оцінку результатів дослідження.

**Загальний висновок та оцінка дисертації.** Представлена до захисту дисертаційна робота на тему «Моделювання хвильових процесів в тришаровій гідродинамічній системі» є завершеним самостійним науковим дослідженням, яке містить нові науково обґрунтовані та достовірні результати. Мета та завдання дисертаційної роботи повністю виконані, результати дослідження мають широке теоретичне та практичне застосування.

Отже, вважаємо, що за своєю актуальністю, рівнем наукової новизни, теоретичною та практичною цінністю дисертація Харченко Діани Сергіївни на тему «Моделювання хвильових процесів в тришаровій гідродинамічній системі», подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика, відповідає усім вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії від 12 січня 2022 року № 44, а її авторка заслуговує на присудження їй ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

**Рецензент:**

доцент кафедри математики та методики її навчання

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка,

кандидат фізико-математичних наук, доцент



*[Handwritten signature]* Ю. В. Гуртовий  
12.06.2023