

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Харченко Діани Сергіївни «Моделювання хвильових процесів в тришаровій гідродинамічній системі», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика у спеціалізовану вчену раду Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

Актуальність обраної теми дисертації. Дослідження задачі генерації та поширення хвильових пакетів у рідинах із різним рівнем стратифікації за густиною залишається актуальною проблемою сучасної гідродинаміки. Розглянуті сьогодні математичні моделі не охоплюють усіх явищ та процесів, що зустрічаються в Світовому океані. Наведена в дисертації Харченко Д. С. математична модель дозволяє дослідити хвильові процеси в ділянках океану з тришаровою стратифікацією.

Актуальність дисертаційного дослідження також підтверджується тим, що хвильові рухи є невід'ємною складовою вивчення динаміки Світового океану. Задачі про поширення хвильових пакетів у шаруватих рідинах потребують громіздких аналітичних перетворень та складного математичного апарату. Особливістю проведеного Харченко Д. С. дослідження є застосування пакету символічних обчислень Maple при отриманні аналітичних результатів. Наведені комп'ютерні програми, висвітлені у додатках, можуть бути використані як приклад при дослідженні подібних математичних моделей. Результати дослідження можуть бути застосовані в океанології, гідродинаміці, океанографії, біомеханіці, гідравліці тощо.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації забезпечується логічною структурою роботи, застосуванням загальнонаукових методів та методу багатомасштабних розвинень, використанням достатнього обсягу сучасних

наукових джерел. Обрані дисертанткою методи є достатніми для досягнення поставленої мети. Основні наукові положення та висновки є наслідком результатів дослідження та відповідають поставленим меті та завданням.

Достовірність та наукова новизна одержаних результатів, повнота їх викладу в наукових працях.

Дисертанткою отримані такі *нові* наукові результати:

1. За допомогою методу багатомасштабних розвинень з урахуванням поверхневого натягу для математичної моделі задачі поширення хвильових пакетів у тришаровій гідродинамічній системі «шар із твердим дном – шар – шар із кришкою» отримано перші три лінійні задачі. Отримано розв'язки задачі першого наближення, дисперсійне співвідношення та дві пари коренів.

2. Отримано розв'язки другої та третьої лінійної задачі та відповідні умови існування нетривіальних розв'язків.

3. На основі дисперсійного співвідношення та умов існування нетривіальних розв'язків другого та третього наближень отримано еволюційні рівняння обвідних хвильових пакетів на поверхнях контакту у вигляді нелінійного рівняння Шредінгера. Для обох поверхонь контакту отримані умови модуляційної стійкості.

4. Для перших двох наближень виведено формули відхилень поверхонь контакту. Отримано вирази відношень амплітуд відхилень поверхонь контакту, які відповідають кореням дисперсійного рівняння для першого та другого наближень. Здійснено аналіз впливу різних фізичних параметрів на значення відношень амплітуд. Виявлено випадки рівності абсолютних величин.

5. Для обох коренів дисперсійного рівняння досліджено умову модуляційної стійкості.

6. Досліджено форму хвильових пакетів на поверхнях контакту, отримані рівняння, якими визначається форма хвильових пакетів на

поверхнях контакту. Досліджено явище резонансу других гармонік, отримані графіки областей резонансу.

7. Досліджено вплив різних фізичних параметрів на потік повної енергії у першому наближенні. Розглянуто граничний випадок рівності густин середнього та верхнього шару. Проілюстровано перехід даної тришарової системи у двошарову.

8. У середовищі Maple розроблено коди програм, які дозволяють виконати перевірку умов існування нетривіальних розв'язків, дослідити умови модуляційної стійкості та дослідити потік повної енергії.

Використання пакету символьних обчислень та розроблених комп'ютерних програм переконують у **достовірності** представлених результатів дисертації, наукових положень, які виносяться на захист, та висновків.

Теоретичне та практичне значення отриманих результатів. Результати дисертації можуть бути використані в дослідженнях з океанології, гідродинаміки, суднобудування, фізики, прикладної математики тощо. Математична модель задачі поширення хвильових пакетів у тришаровій гідродинамічній системі «шар із твердим дном – шар – шар із кришкою» дозволяє дослідити хвильові рухи у природних водах з тришаровою стратифікацією. Також теоретична та практична цінність отриманих результатів полягає у можливості їхнього використання у якості теоретичної бази в експериментальних дослідженнях із вивчення внутрішніх хвиль та при розробці спеціальних пристроїв, які використовують енергію внутрішніх хвиль.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Результати дисертаційної роботи в достатній мірі висвітлено в 9 наукових працях (4 статтях та 5 збірниках матеріалів конференцій). З них дві статті належать до видань, які включені до переліку фахових видань за

спеціальністю 113 Прикладна математика, одна стаття належить до іноземного журналу, який індексується у наукометричній базі Scopus.

Оцінка змісту дисертації та її оформлення. Оформлення дисертації та анотації відповідає чинним вимогам Міністерства освіти і науки України до даного виду робіт. Складений зміст дисертаційного дослідження логічно побудований та забезпечує легкість та доступність сприйняття отриманих результатів. Структура роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Дисертація виконана на високому науковому рівні, завдання та мета роботи повністю вирішені. Висновки до розділів дисертаційної роботи та загальний висновок відзначаються аргументованістю та повнотою.

Проте, як і в будь-якій науковій роботі, в даній дисертації присутні деякі недоліки, що дозволяють висловити наступні зауваження:

1. На сторінках 56 та 57 в пункті 2.1 описано процес обезрозмірювання математичної постановки досліджуваної проблеми, внаслідок чого вводяться два коефіцієнти нелінійності - α та β . В подальшому, вказується що коефіцієнт β стає рівним одиниці, але при цьому не вказано, яка саме модель досліджується в подальшому.
2. В роботі стверджується, що при виконанні дослідження та аналізу отриманих результатів використовувався пакет комп'ютерної математики, але не наведено прикладів використання, окрім коду в додатках. Хотілося б конкретизувати, на яких етапах дослідження використовувався пакет Maple.
3. Рекомендую у подальших дослідженнях вдосконалити представлені у дисертаційній роботі програмні продукти шляхом розробки для них зручного графічного інтерфейсу.

Однак, варто зазначити, що дані зауваження не стосуються суті роботи та не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи і несуть рекомендаційний характер.

Загальний висновок та оцінка дисертації. Дисертаційна робота Харченко Діани Сергіївни «Моделювання хвильових процесів в тришаровій гідродинамічній системі» виконана на актуальну тему, з дотриманням вимог наукової новизни, вимог МОН України та 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. Дисертація є самостійним, завершеним науковим дослідженням, авторка дисертації – Харченко Діана Сергіївна – заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Офіційний опонент:

професор кафедри математики

Національного університету

«Києво-Могилянська академія»,

доктор фізико-математичних наук, професор



Авраменко О. В.

Діана Сергіївна Авраменко завідує



09.06.2023