

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Луньової Марії Валентинівни
«Моделювання внутрішніх хвильових процесів у шаруватих рідинах», подану на
на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 113 у спеціалізовану вчену раду ДФ 23.053.004
Центральноукраїнського державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка

Актуальність обраної теми дисертації. Дисертаційна робота Луньової Марії Валентинівни присвячена вивченню фізичних процесів у системі, що складається з трьох шарів рідин і дослідженню дисперсійних властивостей системи, еволюції та стійкості обвідної хвилі в залежності від фізичних та геометричних параметрів системи та виявленню ефектів та закономірностей хвильового руху в лінійному та нелінійному діапазоні збурень. Суттєвою перевагою роботи є використання виключно аналітичних методів дослідження, включаючи залучення комп'ютерних методів символічної математики для одержання результатів. Це дозволяє одержані результати використовувати для визначення ефективності різних обчислювальних методів і процедур, на яких ґрунтуються дослідження інших авторів, а також різних гіпотез, які використовуються при побудові наближених моделей. В прикладному плані такі задачі пов'язані із проблемами внутрішніх хвиль в водних акваторіях, включаючи випадки акваторій, вкритих кригою, чи акваторій під різними технічними спорудами.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. В дисертаційній роботі використовуються математичні постановки задачі, які пройшли багатофакторне тестування на різних прикладах шаруватих течій рідини і по яких проведено чимало якісних і кількісних досліджень переважно для двошарових течій або для течій з неперервною стратифікацією. В роботі показано узгодження і відповідність одержаних результатів з відомими результатами для двошарових течій, для нових задач застосовуються асимптотичні методи нелінійної механіки, які є

Вхідний № 23.053.004/2
від 10.02.2021 р.
ЦДПУ ім. В.Винниченка

Леван

одним із надійних і перевірених методів дослідження нелінійних задач динаміки дискретних і континуальних систем.

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

У дисертації одержані такі нові *наукові результати*:

1. В аналітичному вигляді побудовано перші три наближення для слабконелінійної задачі про поширення хвиль у тришаровій гідродинамічній системі «півпростір – шар – шар з твердою кришкою» з урахуванням поверхневого натягу на поверхнях контакту.
2. В рамках першого наближення слабконелінійної задачі про поширення внутрішніх хвиль у тришаровій системі досліджено дисперсійні характеристики хвиль і проведено аналіз умови проходження внутрішніх хвиль, виявлені якісні та кількісні характеристики взаємодії внутрішніх хвиль.
3. Для проведення аналітичних досліджень, покладених значною громіздкістю виразів і перетворень розв'язків, ефективно використано сучасні можливості комп'ютерних методів символічної математики. В пакеті комп'ютерної алгебри Maple дисертанткою створено програмний код для виведення основних аналітичних виразів у другому і третьому наближенні, в результаті чого у символічному вигляді отримано умову розв'язності другого та третього наближень та відповідні розв'язки, а також проведено аналіз особливостей поширення хвиль та потоку енергії у розглядуваній гідродинамічній системі. Виведено еволюційні рівняння для обвідних хвильового пакету на поверхнях контакту у рамках слабконелінійної моделі системи рідин «півпростір – шар – шар з твердою кришкою» у формі нелінійних рівнянь Шредінгера.
4. Проведено аналіз форм хвильових пакетів на основі отриманих значень амплітуд другої гармоніки та виявлено умови змін форми хвильових пакетів, які виникають у момент встановлення балансу між нелінійністю та дисперсією, а також характерні особливості резонансу другої гармоніки.
5. Вперше виявлено та чисельно досліджено умову стійкості гравітаційно-

капілярних хвиль у задачі про поширення хвильових пакетів у тришаровій напівнескінченній гідродинамічній системі. Виявлено істотний вплив поверхневого натягу на поверхнях контакту на області модуляційної стійкості. В рамках лінійного наближення досліджено характеристики потоку енергії хвильового руху в залежності від параметрів системи.

Достовірність одержаних результатів визначається використанням класичних постановок задач динаміки багат шарових течій рідини, побудовою аналітичних розв'язків задачі на основі асимптотичних методів нелінійної механіки, добрим узгодження одержаних результатів із результатами подібних досліджень для двошарових систем підтверджується співпадінням теоретичних розрахунків у вироджених випадках, якісним узгодженням одержаних результатів із даними натурних спостережень.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів. Отримані результати є базою для використання при моделюванні сильно стратифікованих за глибиною областей термоклин у Світового океану, зокрема таких, які виникають в океані з шаруватою структурою за наявності льодового покриття. Основані на аналітичних підходах результати можуть служити основою для відпрацювання окремих спрощуючих гіпотез і чисельних процедур для наближених моделей поширення хвиль у шаруватих структурах

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Результати роботи в достатньо повній мірі опубліковані в одинадцяти працях, які відповідають вимогам МОН щодо публікацій для захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії за вказаною спеціальністю. Зокрема, три із зазначених статей включені до бази Scopus, є публікації у фахових журналах. Матеріали дослідження висвітлювалися у різних наукових конференціях.

Оцінка змісту дисертації та її оформлення. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (125 найменувань) та додатків. Аналіз змісту анотації засвідчує її відповідність основним положенням, які висвітлені в дисертації. Анотація та текст дисертації

оформлено відповідно до чинних вимог МОН (Наказ МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» зі змінами від 31.05.2019 №759 «Про внесення змін до наказу Міністерства освіти і науки України від 12.січня 2017 року № 40»).

Зауваження по роботі.

1. Незважаючи на те, що в роботі зроблено достатньо повний огляд результатів по дослідженню шарових структур рідини, в цей огляд не попали такі важливі публікації із загальної теорії внутрішніх і поверхневих хвиль як парадокс Фермі-Паста-Улама, з його сучасним тлумаченням для поверхневих хвиль, виконаним М. Onorato із співавторами, результати О.М. Тер-Крикорова по формуванню поодиноких хвиль, а також проведені в Україні дослідження, по яких були захищені докторські дисертації в споріднених до дисертації напрямках, виконані Терлецькою К.В., Мадеричем В.С., Бровченком І.О., Железняком М.І., Сердюченком А.М. і в Італії М. La Rossa для двошарових рідин з верхньою кришкою.
2. В роботі не приведено як третє наближення змінює профіль хвилі, що, як відомо, по результатах дослідження для ряду споріднених задач може бути навіть визначальним.
3. Залишилося незрозумілим чи враховано так звані геометричні нелінійності в асимптотичних розкладах розв'язків задачі.
4. Цікаво було б дослідити еволюцію не лише монохромної хвилі, а й хвильового пакету, нехай і найпростішого (наприклад, двокомпонентного), що значно збагатило би прикладну значимість роботи.

Вказані зауваження в значній мірі є побажаннями для проведення наступних досліджень дисертантки і не зменшують загальної високої оцінки одержаних наукових результатів.


Загальний висновок та оцінка дисертації

Дисертаційна робота Луньової Марії Валентинівни на тему «Моделювання внутрішніх хвильових процесів у шаруватих рідинах» є оригінальним, самостійним та завершеним науково-прикладним дослідженням, виконаним на

високому науковому рівні та належним чином оформлена. Авторка розв'язала важливі в теоретичному і прикладному плані актуальні задачі в галузі прикладної математики, причому основні результати повною мірою опубліковані у міжнародних та українських фізико-математичних журналах.

В цілому вважаю, що дисертаційна робота Луньової М.В. на тему «Моделювання внутрішніх хвильових процесів у шаруватих рідинах» відповідає галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика та всім вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 (зі змінами і доповненнями від 03 квітня 2019 року № 283), п. 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії затвердженого постановою Кабінету Міністрів України 6 березня 2019 р. № 167, а її авторка, Луньова Марія Валентинівна, за вагомі наукові результати досліджень по поширенню внутрішніх хвиль у тришарових рідинних системах заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Офіційний опонент
завідувач кафедри механіки суцільних середовищ
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
доктор технічних наук, професор

 О.С. Лимарченко

Підпис засідача
Вченої комісії
КАРАУЛЬНА Н.В.
03.02.2021р.

