

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Печука Василя Дмитровича на тему:

«Регулярна і хаотична динаміка в механіці хрестоподібних хвиль»»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»

Детальне вивчення дисертації Печука Василя Дмитровича на тему «Регулярна і хаотична динаміка в механіці хрестоподібних хвиль» та його наукових публікацій, дозволяє визначити результати щодо загальної оцінки роботи, оцінки їх наукового рівня, зокрема актуальності, обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, наукової новизни, практичного значення.

Актуальність обраної теми

На сучасному етапі розвитку науки і техніки комп'ютерне моделювання механічних процесів є основою інженерної діяльності. Оскільки в більшості випадків системи диференціальних рівнянь, що виникають в природних явищах мають занадто складну форму для того щоб їх розв'язок можна було відшукати аналітично, а проведення натурних експериментів потребує значних витрат фінансів та часу. Тому в багатьох випадках для прогнозування природних явищ доцільно провести чисельний експеримент тобто «змоделювати явище на комп'ютері». Це, в свою чергу, приводить до розвитку чисельних методів і програмування та інтеграції їх в інші суміжні галузі науки і техніки.

Тому тема даної роботи є актуальною.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації забезпечується логічною відповідністю методів дослідження стосовно сформульованої мети та конкретних завдань, використанням чисельного аналізу

та теоретичних досліджень, загальноприйнятої теорії механіки рідини і чисельних методів.

Достовірність основних положень дисертації підтверджується отриманням на основі розробленої методики, чисельно-аналітичних розв'язків, що відповідають експериментально зареєстрованим коливанням вільної поверхні рідини в прямокутному басейні з хвилепродуктором Інституту Гідромеханіки НАН України. А також оцінкою похибки чисельних експериментів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у побудові моделі і визначенні закономірностей хрестоподібних хвиль в прямокутному басейні скінченних розмірів, що безпосередньо збуджуються коливаннями хвилепродуктора. А також створенні нових чисельних алгоритмів для моделювання і дослідження динамічних систем і в отриманих результатах чисельних експериментів.

Практичне значення результатів роботи і використання результатів досліджень полягає в тому, що розроблена методика реалізована у вигляді комплексу програм та може бути використана у проектно-конструкторській практиці при розрахунку і конструюванні різного роду пристроїв, що коливаються в рідині, випромінювачів, а також механізмів, призначених або придушувати, або створювати динамічний вплив.

Результати виконання роботи використані у науково-дослідних роботах і в навчальному процесі на кафедрі вищої математики КНУБА і в ІГМ НАН України в межах держбюджетних і відомчих науково-дослідних робіт. Зокрема, результати досліджень увійдуть у звіт по темі "Генерація та властивості хрестоподібних хвиль у басейнах скінченних розмірів" (державний реєстраційний номер: 0124U000988).

Повнота викладу матеріалів в опублікованих працях

Дисертаційне дослідження підтверджується апробацією отриманих результатів у шести наукових статтях, опублікованих протягом 2019-2024 рр. Серед опублікованих робіт: чотири статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», одна стаття у наукових фахових виданнях України категорії «А», і одна в міжнародному науковому виданні що індексується у міжнародних науково-метричних базах, зокрема у Scopus і Web of Science. Також матеріали дослідження доповідались на чотирьох міжнародних конференціях.

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення

На рецензію представлена дисертація, що складається з анотації, вступу, 4-х розділів з висновками, списків використаних джерел після кожного з розділів. Загальний обсяг роботи становить 133 сторінок, в тому числі 114 сторінок – основний текст, в якому 27 рисунків, 6 таблиць, 19 сторінок – використаних джерел з 159 найменуванням.

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими планами, сформульовані мета та задачі досліджень, визначені наукова новизна й практичне значення, обґрунтована достовірність і приведені дані про апробацію результатів дисертації і особистий внесок здобувача.

У першому розділі «Огляд літератури» подано детальний огляд літератури за темою дисертації, наведено її зв'язок з результатами отриманими в даній роботі. Зроблено історичний екскурс.

У другому розділі «Сучасні методи теорії динамічних систем» наведено нові та класичні методи теорії динамічних систем.

Зокрема в підпункті 1 надано необхідні поняття і означення з теорії динамічних систем.

В підпункті 2 розглянуто необхідні основи теорії диференціальних рівнянь з запізнюванням. А саме означення та постановка основної початкової задачі, теореми існування та єдиності.

В підпункті 3 розглянуто класичні методи чисельного інтегрування Рунге-Кутти а також узагальнені методи Рунге-Кутти для систем диференціальних рівнянь з запізнюванням. А також явні гібридні методи п'ятого порядку збіжності для динамічних систем з запізнюванням, що отримані в роботах автора.

В підпункті 4 «Оцінка старшого показника Ляпунова» надано класичний алгоритм підрахунку старшого показника Ляпунова. Наведено його недоліки, зроблено модифікацію і запропоновано новий універсальний алгоритм оцінки старшого показника Ляпунова в дисипативній динамічній системі.

У третьому розділі «Хрестоподібні поверхневі хвилі в прямокутному басейні» отримано нову математичну модель, що описує пряме збудження хрестоподібних хвиль коливаннями хвилепродуктора. Для цього, в перших підпунктах, були надані необхідні відомості з динаміки ідеальної рідини. Описано проведений лабораторний експеримент, необхідний для виводу нової математичної моделі, що описує пряме збудження хрестоподібних хвиль коливаннями хвилепродуктора.

У четвертому розділі «Чисельний аналіз» до отриманої в третьому розділі нової математичної моделі, що описує пряме збудження хрестоподібних хвиль коливаннями хвилепродуктора застосовані методи теорії динамічних систем з другого розділу дисертації. Проведено порівняння алгоритмів підрахунку старшого показника Ляпунова. Встановлено суттєвість врахування факторів запізнювання на динаміку системи, що описує пряме збудження хрестоподібних хвиль коливаннями хвилепродуктора.

Узагальнюючи оцінку роботи, слід виділити її основні наукові та практичні результати

- побудована модель і визначено закономірності хрестоподібних хвиль в прямокутному басейні скінченних розмірів, що безпосередньо збуджуються коливаннями хвилепродуктора;
- розроблений новий чисельний метод для інтегрування систем з запізнюванням;

- розроблений новий алгоритм підрахунку показників Ляпунова;
- досліджено вплив запізнювання на динаміку хрестоподібних хвиль.;
- встановлено можливість збудження хаотичних хрестоподібних поверхневих хвиль.

В процесі детального ознайомлення з текстом дисертації виникли наступні зауваження

1. В роботі ідентифікація динамічних режимів проводиться на основі старшого показника Ляпунова, проте як в класичній теорії динамічних систем для ідентифікації хаотичного режиму проводиться комплексний аналіз перерізів Пуанкаре та спектрів Фур'є. Вивчається сценарій переходу до хаосу.

2. В тексті дисертації не вказано похибку проведених обчислень.

3. В тексті дисертації не вказано тестові задачі на яких тестувався програмний пакет.

Висловлені зауваження не зменшують важливості наукових результатів і можуть бути враховані автором у подальших дослідженнях.

Дисертаційна робота виконана з дотриманням правил академічної доброчесності.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії ...»

Дисертаційна робота Печука Василя Дмитровича «Регулярна і хаотична динаміка в механіці хрестоподібних хвиль» відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», зокрема пп. 5,6,7,8,9. Дисертаційна робота є завершеною самостійною науковою працею, а отримані результати свідчать про важливий внесок в розвиток напрямку дослідження коливань поверхні рідини в басейні скінчених розмірів.

Загальний висновок

Підсумовуючи усе вищезазначене, можна стверджувати про високий рівень виконання здобувачем поставленого наукового завдання та глибоке оволодіння методологією наукової діяльності.

Наукова значущість отриманих теоретичних та експериментальних досліджень дозволяє визначити представлену роботу як таку, що вирішує важливу наукову проблему прикладної механіки.

Вважаю, що дисертація «Регулярна і хаотична динаміка в механіці хрестоподібних хвиль», подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» є завершеною науковою працею, яка відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44, та напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КНУБА з вищезазначеної спеціальності, а її автор – Печук Василь Дмитрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Рецензент

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри будівельної механіки
Київського національного університету
будівництва і архітектури

Олена КОСТИНА