

Відгук офіційного опонента
на дисертацію Юрчука Василя Миколайовича «Сценарії поширення хвиль
різних початкових профілів в матеріалах, які деформуються нелінійно
пружно»,

яка представлена на здобуття наукового ступеня
доктора фізико-математичних наук за спеціальністю
01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

Аналіз змісту і структури дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Юрчука В.М. як за сутністю отриманих результатів, так і за формою їх викладу **відповідає вимогам Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого Постановою КАБІНЕТУ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ від 17 листопада 2021 р. № 1197 зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 502 від 19.05.2023 та № 507 від 03.05.2024.** Робота складається з анотації, вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел із 159 найменувань. Загальний обсяг дисертації становить 312 сторінок разом з 237 рисунками та двома таблицями.

Перші три розділи є допоміжними, четвертий – допоміжно основний, у 5-8 розділах викладено основні результати роботи, винесені на захист.

Об'єктом проведеного аналізу є поодинокі хвилі - solitary waves (плоска поздовжна, циліндрична радіальна та крутильна-гармонічна) в матеріалах що деформуються нелінійно пружно та гармонічна плоска зсувна сейсмічна хвиля в ґрунтових шарах з реологічними властивостями.

Актуальність теми дисертації.

Тема дисертації є актуальною з точки зору нелінійної теорії пружних хвиль та інженерно-практичних застосувань цієї теорії.

Теорія нелінійних пружних хвиль в матеріалах є частиною нелінійної теорії хвиль та нелінійної теорії пружності, в'язкопружності та інших узагальнень теорії пружності. Ця теорія не є закінченою і розвивається різними шляхами, що відповідають новим тенденціям розвитку науки. Дослідження нелінійних пружних хвиль з різними початковими профілями проводиться у багатьох наукових центрах світової механіки. Інженерно-практичне застосування таких хвиль спостерігається в сучасній промисловості. Велика кількість машин, конструкцій, приладів, устаткування, працює у динамічних режимах, у роботі яких використовуються механізми поширення хвиль. Тому розвиток теорії хвиль в матеріалах постійно перебуває під тиском промисловості і є для неї затребуваним продуктом.

Поодинокі хвилі складають доволі великий клас хвиль. Знання про ці хвилі є необхідним, оскільки застосування таких хвиль спостерігається у багатьох галузях практичної діяльності людини. Знання закономірностей

розповсюдження поодиноких хвиль корисно при інженерних розрахунках різних конструкцій, на які діє ударний імпульс.

Спеціалізовані наукові журнали з теорії хвиль належать до групи найбільш рейтингових в області механіки. Отже, розвиток теорії поодиноких хвиль в матеріалах є також актуальним з точки зору фундаментальних аспектів теорії хвиль.

На даний момент поодинокі хвилі в різних середовищах (оптичних, електро-магнітних, акусто-пружних і т.д.) є недостатньо дослідженими і привертають увагу вчених з багатьох країн світу. Дослідження автора дисертації являють собою певний закінчений фрагмент загальної теорії поодиноких хвиль.

Степінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі. Наукові положення, висновки, рекомендації, що сформульовані в дисертаційній роботі Юрчука В.М, є теоретично обґрунтованими та базуються на аналізі наукових джерел за даною проблемою, коректній постановці і реалізації поставленої мети, теоретичного та комп'ютерного аналізу нелінійних задач поширення хвиль, використанні нових і науково обґрунтованих методів досліджень, порівнянні і критичному аналізі та інтерпретації отриманих результатів, якісному формулюванні отриманих висновків.

Достовірність теоретичних результатів досліджень дисертаційної роботи не викликає сумнівів, оскільки забезпечуються коректністю постановки задач, використанням класичної нелінійної теорії поширення хвиль в матеріалах, узгодженістю нелінійного підходу до аналізу поздовжних, циліндричних радіальних та крутильних хвиль з класичним лінійним підходом, коректністю аналізу стандартної реологічної моделі щодо сейсмічних хвиль, коректністю використання методів послідовних наближень та обмеження на градієнт зміщення, використання графічних алгоритмів комп'ютерної алгебри, узгодженням отриманих результатів з результатами раніше проведених теоретичних і експериментальних досліджень хвиль та з відповідністю результатів міркуванням фізичного характеру.

Основні наукові положення дисертаційної роботи є обґрунтованими, відзначаються науковою новизною, викладені коректно, послідовно і системно, мають спрямованість і базуються на раніше отриманих результатах. До основних нових наукових результатів дисертації належать:

1. Теоретичний і числовий опис нових нелінійних хвильових ефектів.
2. Побудова сценаріїв еволюції для чотирьох типів хвиль (плоска поздовжня, плоска поперечна, циліндрична радіальна, циліндрична крутильна) з різними початковими профілями.
3. Проведення порівнянь різних сценаріїв за різними критеріями їх порівняння і формулювання нових коментарів до отриманих сценаріїв.
4. Отримання нових нелінійних хвильових рівнянь для всіх розглянутих типів хвиль.

5. Побудова в рамках методу обмеження на градієнт зміщення перших двох та перших трьох наближень при розв'язуванні хвильових задач.
6. Проведення числового моделювання для порівняння двох та трьох наближень розв'язку хвильової задачі при різних типах початкових параметрів хвилі з метою виявлення впливу третього наближення на спотворення початкового профілю хвилі.
7. Побудова сценаріїв поширення сейсмічної плоскої поперечної хвилі прямим методом розв'язання реологічного хвильового рівняння в ґрунтових шарах.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання. Значимість отриманих результатів є дворівневою. Перший рівень включає значимість для загальної теорії поширення нелінійних хвиль в матеріалах. Тут сформульовано і розвинуто новий напрямок теорії – аналіз еволюції поодиноких хвиль з заданим початковим профілем. Наступний рівень полягає в побудові наближених розв'язків конкретних типів хвиль і виявлення нових нелінійних хвильових ефектів.

Робота сформувалася як робота в області фундаментальних проблем механіки, тому практичне значення отриманих результатів має в основному потенційний характер.

Практична значимість результатів полягає в можливості кращого розуміння впливу хвилі, її параметрів і матеріалу (середовища поширення хвилі) на поширення п'яти типів досліджених в роботі хвиль, можливості використання отриманих сценаріїв в практичних задачах. Оскільки поодинокі хвилі здебільшого генеруються вибухами, короткими імпульсами високої інтенсивності та інше, то ті сфери діяльності, де виникають динамічні процеси такого роду, потенційно зацікавлені в дослідженнях поодиноких хвиль.

Дослідження сейсмічних хвиль є предметом постійного інтересу організацій, які відповідають за сейсмічну безпеку. Отримані результати щодо сейсмічних хвиль планується застосовувати в спільних роботах зі вченими Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати досліджень висвітлено та опубліковано в 26 наукових працях, у тому числі:

- 1 розділ у колективній монографії (здобувач приймає участь у постановці задач, реалізація та розробка підходів до їх розв'язання належить здобувачу);

- 3 статті у наукових періодичних виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України (здобувач приймає участь у постановці задач, реалізація та розробка підходів до їх розв'язання належить здобувачу);

- 4 статті у наукових періодичних виданнях інших держав з наряду, з якого підготовлено дисертацію (в.т.ч. 4, що включені до міжнародних наукометричних баз SCOPUS та/або Web of Science Core Collection)

(здобувач приймає участь у постановці задач, реалізація та розробка підходів до їх розв'язання належить здобувачу);

- 10 статей у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports (здобувач приймає участь у постановці задач, реалізація та розробка підходів до їх розв'язання належить здобувачу);

- 8 тез та доповідей на наукових конференціях.

Опубліковані праці повністю відображають основний зміст дисертаційної роботи та відповідають вимогам пункту 8 ПОСТАНОВИ КАБІНЕТУ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ від 17 листопада 2021 р. № 1197.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації. Зміст анотацій українською мовою, відображає зміст дисертації та в достатньому обсязі висвітлює її основні результати та висновки.

Академічна доброчесність. Зразу слід зазначити, що з моменту появи інтересу різних інстанцій до академічної доброчесності в роботах з механіки жодних порушень не виявлено. Це можна пояснити досягнутим високим рівнем досліджень українських механіків і специфікою організації наукового життя в осередках вчених-механіків (багато наукових семінарів різного рівня, високий рівень наукових журналів з механіки і т.п.).

Жодних порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в дисертаційній роботі відсутні.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах.

Зауваження та пропозиції до дисертаційної роботи:

1. У дисертації зроблено 33 висновки, які здебільшого мають описовий характер. Бажано було б залишити 4-6 узагальнюючих висновків.
2. У роботі на основі розв'язання нелінійної хвильової задачі методом послідовних наближень і методом обмеження на градієнт зміщення знайдено сценарії еволюції профілів різних типів хвиль. У розділі 4 зроблено висновок, «що розв'язки при двох наближеннях і розв'язки при трьох наближеннях відповідно методів 1 та 2 дають різну картину зміни початкового профілю». Це обумовлено тим, що вказані методи враховують поправки різних порядків. Оскільки спотворення профілю хвилі не залежить від способу опису, то варто було б вказати умови, при яких необхідно враховувати поправки вищих порядків, наприклад, відстань яку пройшла хвиля.
3. Питання генерації поодинокі хвилі в роботі не піднімалось, хоча воно є ключовим для розуміння особливостей поширення хвилі.
4. У 8 розділі роботи проведено аналіз поширення гармонічної горизонтально поляризованої поперечної хвилі (SH- хвиля) в ґрунтах. Основна увага була приділена визначенню параметрів реологічної моделі, яка застосовувалась для різних типів ґрунтів. В необмеженому середовищі

ця хвиля не трансформується в інші типи хвиль. Проте, для сейсмології практичне значення має аналіз поширення хвиль в ґрунтовому шарі на пружному півпросторі. В цьому випадку за рахунок нелінійності змінюється поляризація хвилі і виникають вертикально поляризовані хвилі (Р, SV хвилі). Розв'язок такої граничної задачі дозволив би визначити і проаналізувати структуру, амплітудно-частотні характеристики нелінійних ангармонічних збурень, що генеруються при поширенні поперечної хвилі в ґрунтах.

ВИСНОВОК

Науковий напрямок Юрчука В.М. вибраний за принципом «мало досліджений». В результаті, дисертантом отримані нові наукові факти загальнотеоретичного значення, які супроводжені великою кількістю двовимірних та тривимірних графіків, коментарі до яких є змістовними і вартісними.

Дисертаційна робота Юрчука В.М. «Сценарії поширення хвиль різних початкових профілів в матеріалах, які деформуються нелінійно пружно» відповідає спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла, вона є завершеною у тому розумінні, що розв'язані задачі про поширення поодиноких хвиль не потребують суттєвих додаткових досліджень і дають достатню та повну в рамках механіки відповідь на питання про еволюцію хвиль в пружних та в'язко пружних середовищах.

Юрчук Василь Миколайович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент

доктор фізико - математичних наук,

професор, заступник директора з наукової роботи

Інститут гідромеханіки НАН України



Городецька Наталія Сергіївна

Власноручний підпис Городецької Н.С. засвідчую

5 серпня 2025 року

