

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Руденко Дар'ї Олексіївни

на тему: «Асимптотико-чисельний підхід у прикладних задачах механіки, що зводяться до сингулярних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами при наявності δ -функції»,

що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 11 Математика та статистика

за спеціальністю 113 Прикладна математика

Дисертація Руденко Дар'ї Олексіївни «Асимптотико-чисельний підхід у прикладних задачах механіки, що зводяться до сингулярних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами при наявності δ -функції», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика, виконана на кафедрі фундаментальної та прикладної математики математичного факультету Запорізького національного університету. Тему дисертації затверджено на засіданні Вченої ради Запорізького національного університету (протокол № 4 від 18 листопада 2021 року).

1. Актуальність теми дослідження

Актуальність теми дисертаційного дослідження обумовлена як внутрішніми потребами прикладної математики, так і необхідністю розробки аналітико-чисельних методів та алгоритмів, спрямованих на розв'язання сучасних задач математичного моделювання фізичних процесів і явищ. Варто підкреслити, що механічні та геометричні параметри багатьох конструкцій і технічних систем залежать від координат і часу та перебувають під впливом змінних зовнішніх навантажень. У таких умовах виникає практична необхідність дослідження нелінійних диференціальних рівнянь однорідного та неоднорідного типу зі змінними коефіцієнтами сингулярної природи. Особливо це стосується рівнянь та систем рівнянь із параметрами при старшій похідній та нелінійній складовій у присутності функції Дірака, які характеризуються локалізованими збуреннями. Зазвичай, такі рівняння не піддаються точному розв'язанню, що зумовлює використання наближених методів. Для випадків малих значень параметра застосовують асимптотичні методи, а за його межами звертаються до чисельних підходів. Проте часто залишається невизначеним діапазон параметра, у межах якого

можливе ефективне застосування асимптотичного або аналітико-чисельного методу. Відповідно до досліджень останніх років, гібридні асимптотичні методи, незалежно від значення параметра при старшій похідній, забезпечують отримання досить точних наближених аналітичних розв'язків. Враховуючи залежності властивостей конструкції і зовнішнього навантаження від координат та часу, а також крайових і початкових умов, ці підходи дозволяють успішно вирішувати прикладні задачі на широкому інтервалі зміни параметра механіки. Крім того, вони створюють міцну основу для подальшого ефективного застосування чисельних методів, що відкриває нові перспективи у дослідженні складних математичних моделей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Проведені у дисертаційній роботі дослідження зроблені в межах наукових досліджень, що провадяться у Запорізькому національному університеті, при виконанні науково-дослідної теми: «Чисельні та аналітичні методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь задач механіки деформівного твердого тіла» (номер державної реєстрації 0121U114696).

2. Наукова новизна, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступних положеннях:

- уперше розвинуто гібридний асимптотичний підхід для отримання наближеного аналітичного розв'язку нелінійного диференціального рівняння зі змінними коефіцієнтами та δ -функцією у правій частині рівняння;
- уперше визначено аналітичний наближений розв'язок для диференціального рівняння нелінійної динаміки пологих оболонок з функціонально-градієнтних матеріалів, враховуючи початкові недосконалості та вплив зовнішніх силових навантажень;
- уперше запропоновано аналітичний підхід до визначення динамічних характеристик геометрично нелінійних систем із демпфуванням та часозалежними параметрами, використовуючи властивості δ -функції Дірака.

Теоретичне значення отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає у впровадженні сучасних наближених аналітичних методів, зокрема асимптотичних підходів, для вирішення актуальних питань прикладної математики. У межах роботи здійснено аналіз поведінки пологих оболонок, виготовлених із функціонально-градієнтних матеріалів, які мають змінну у часі товщину, початкові недосконалості та залежні від часу характеристики за впливу локалізованих збурень. Важливим внеском є розробка нових наближених аналітичних рішень для

низки задач нелінійної динаміки, зокрема для конструкцій із нелінійною функцією демпфування, що сприяє поглибленню знань у цій галузі.

Практичне значення результатів дисертації полягає в можливості застосування запропонованого підходу та результатів дослідження для вирішення прикладних задач математичної фізики. Це здійснюється шляхом використання гібридного асимптотичного підходу в умовах наявності локалізованих ефектів, характерних для таких сфер, як ракетобудування, машинобудування, авіаційна промисловість, радіоелектроніка, робототехніка, виробництво двигунів та промислового обладнання, а також ряду інших важливих галузей.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес Запорізького національного університету при викладанні дисципліни «Асимптотичні методи розв’язання крайових та початкових задач» для освітньо-наукової програми підготовки здобувачів третього рівня вищої освіти Прикладна математика з галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика.

3. Публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, та повнота опублікування

Публікації в наукових фахових виданнях України:

1. Грищак В. З., Руденко Д. О. Динаміка пружної системи із змінними за часом параметрами та нелінійною функцією демпфування при наявності локалізованого зовнішнього збурення. *Computer Science and Applied Mathematics*. 2025. № 1. С. 12–18.

2. Грищак В. З., Руденко Д. О. До аналізу нелінійних коливань пологих оболонок із функціонально-градієнтних матеріалів зі змінними у часі параметрами за наявності локалізованого збурення. *Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій*. 2025. Т. 1, № 38. С. 51–63.

3. Gristchak V. Z., Rudenko D. O. Hybrid asymptotic approach to solving nonlinear differential equations with variable coefficients in the presence of the δ -function. *Computer Science and Applied Mathematics*. 2024. No 1. P. 5–10.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

4. Rudenko D. O., Gristchak V. Z. Force vibrations of nonlinear mechanical system, with parameters dependency upon time, at present of nonlinear damping and casual external loading. *Development and design of modern materials and products : 2nd International Scientific and Practical Conference*. (Dnipro, 9–10 November 2023) Dnipro, 2023.

5. Руденко Д. О., Грищак В. З. До проблеми асимптотичного розв’язку диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами. *Актуальні проблеми математики та інформатики* : Збірник тез доповідей Чотирнадцятої Всеукраїнської, двадцять першої регіональної наукової конференції молодих дослідників. (м. Запоріжжя, 27–28 квітня 2023 р.) Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2023. С. 159–160.

6. Руденко Д. О. До проблеми наближеного аналітичного розв’язку задач математичної фізики, які зводяться до диференціальних рівнянь із змінними коефіцієнтами та розривною нелінійною першою похідною. *Актуальні проблеми математики та інформатики* : Збірник тез доповідей Тринадцятої Всеукраїнської, двадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників. (м. Запоріжжя, 17 червня 2022 р.) Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2022. С. 101–102.

7. Руденко Д. О., Грищак В. З. Асимптотико-чисельний підхід до розв’язання рівнянь математичної фізики зі змінними коефіцієнтами при наявності δ -функції. *Актуальні проблеми математики та інформатики* : Збірник тез доповідей Дванадцятої Всеукраїнської, дев’ятнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників. (м. Запоріжжя, 29–30 квітня 2021 р.) Запоріжжя : Видавничий дім «Гельветика», 2021. С. 120–121.

Особистий внесок здобувача полягає у наступному: застосування гібридного асимптотичного підходу до розв’язання диференціальних рівнянь із змінними коефіцієнтами і нелінійною першою похідною, результати чисельного аналізу; постановка, основні співвідношення і застосування асимптотичного підходу до аналізу впливу локалізованого збурення у задачі коливань пологих оболонок із функціонально-градієнтних матеріалів; алгоритм і результати дослідження наближеного аналітичного розв’язку диференціальних рівнянь другого порядку із змінними коефіцієнтами при наявності δ -функції.

Повнота опублікування результатів дисертації засвідчується таблицею 1.
Таблиця 1 – Повнота опублікування результатів дисертації

№	Наукова публікація здобувача		Підрозділи дисертації, що висвітлюються
	Назва	Видання	
Наукові фахові видання України			
1.	Hybrid asymptotic approach to solving nonlinear differential equations with	<i>Computer Science and Applied Mathematics</i> . 2024. No 1. P. 5– 10.	2.1, 2.2

	variable coefficients in the presence of the δ -function		
2.	До аналізу нелінійних коливань пологих оболонок із функціонально-градієнтних матеріалів зі змінними у часі параметрами за наявності локалізованого збурення	<i>Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій</i> . 2025. Т. 1, № 38. С. 51–63.	3.1, 3.2, 3.3
3.	Динаміка пружної системи із змінними за часом параметрами та нелінійною функцією демпфування при наявності локалізованого зовнішнього збурення	<i>Computer Science and Applied Mathematics</i> . 2025. № 1. С. 12–18.	4.1, 4.2, 4.3

4. Відповідність вимогам щодо оформлення дисертації

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленої кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису, що виконувалася здобувачем особисто. У дисертації наведено нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачкою досліджень. Це підтверджується публікаціями, які розкривають основний зміст роботи.

Дисертація написана грамотною українською мовою. Стиль подачі матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі та характеризується послідовністю, точністю та повнотою.

Дисертацію оформлено у відповідності до вимог Міністерства освіти і науки України (Наказ № 40 від 12.01.2017 із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки №759 від 31.05.2019).

За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю, теоретичною і практичною цінністю отриманих наукових результатів дисертаційна робота відповідає вимогам, передбаченим п. 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 зі змінами, внесеними Постановою Кабінету Міністрів України № 507 від 03.05.2024).

ВИСНОВОК

Ознайомившись із представленою дисертацією Руденко Дар'ї Олексіївни «Асимптотико-чисельний підхід у прикладних задачах механіки, що зводяться до сингулярних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами при наявності δ -функції» та науковими публікаціями, в яких висвітлені основні наукові результати дослідження, вважаємо, що:

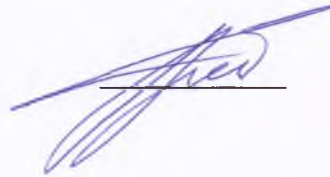
1. Дисертація Руденко Дар'ї Олексіївни «Асимптотико-чисельний підхід у прикладних задачах механіки, що зводяться до сингулярних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами при наявності δ -функції» є актуальним науковим дослідженням, характеризується єдністю змісту, містить наукові результати, яким властива наукова новизна, теоретичне та практичне значення.

2. Дисертація Руденко Дар'ї Олексіївни «Асимптотико-чисельний підхід у прикладних задачах механіки, що зводяться до сингулярних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами при наявності δ -функції» може бути рекомендована до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика у разовій спеціалізованій вченій раді (протокол № 13 засідання кафедри фундаментальної та прикладної математики щодо публічної презентації результатів дисертації від 19.05.2025 р.).

Головуючий на засіданні кафедри:

завідувач кафедри

фундаментальної та прикладної
математики, д.т.н., професор



С.М. Гребенюк

Член експертної групи:

доцент кафедри

фундаментальної та прикладної
математики, к.ф.-м.н., доцент



М.І. Клименко

Член експертної групи:

доцент кафедри

фундаментальної та прикладної
математики, к.ф.-м.н., доцент



Н.М. Д'яченко

« 22 » 05 2025 р.