

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003458

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-08-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Верушкін Іван Олексійович

2. Ivan Verushkin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3837-5567

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 113

Назва наукової спеціальності: Прикладна математика

Галузь / галузі знань: математика та статистика

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Математичне моделювання та оптимізація теплових, механічних процесів і складних геометричних структур

Дата захисту: 02-10-2025

Спеціальність за освітою: Прикладна фізика та наноматеріали

Місце роботи здобувача: Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534570

Місцезнаходження: вул. Комунальників, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 10754

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534570

**Місцезнаходження:** вул. Комунальників, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534570

**Місцезнаходження:** вул. Комунальників, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 30.19.17, 30.19.19, 30.19.21

**Тема дисертації:**

1. Методи граничних інтегральних рівнянь в крайових задачах теорії потенціалу та лінійної теорії пружності
2. Methods of Boundary Integral Equations in Boundary Value Problems of Potential Theory and Linear Elasticity Theory

**Реферат:**

1. Верушкін І. О. Методи граничних інтегральних рівнянь в крайових задачах теорії потенціалу та лінійної теорії пружності. Дисертація присвячена розробці числових методів для розв'язання сингулярних та гіперсингулярних граничних інтегральних рівнянь, що виникають у задачах математичного моделювання напружено-деформованого стану та коливань конструктивних елементів з осью симетрії, дефектами (тріщинами) або тих, що взаємодіють з рідинним середовищем. Актуальність зумовлена потребою підвищення точності інженерних розрахунків для забезпечення надійності сучасних конструкцій в умовах складного навантаження. У роботі сформульовано крайові задачі для рівнянь Лапласа та Ляме, задачі взаємодії рідини з пружними тілами, а також задачі з тріщинами. Розроблено ефективні алгоритми на основі методу граничних елементів, зокрема для аксіально-симетричних тіл. Запропоновано новий підхід до

розв'язання гіперсингулярних рівнянь із використанням методу заданих форм, що дозволяє знизити обчислювальні витрати при високій точності, особливо для тонкостінних елементів, частково заповнених рідиною або з пружною основою. Проведено числову реалізацію алгоритмів, що враховують вплив приєднаної маси рідини, контакт з основою типу Вінклера та концентрацію напружень біля тріщин. Верифікація методів підтвердила їх точність і ефективність. Результати можуть бути застосовані у проектуванні та експлуатації резервуарів, оболонок, паливних баків, лопаток турбомашин тощо, особливо в галузях, де важливі динамічна надійність і стійкість конструкцій – у енергетиці, авіації, оборонній та хімічній промисловості. Ключові слова: сингулярні інтегральні рівняння, пружні пластинки та оболонки, аксіальна симетрія, теорія потенціалу, взаємодія з рідиною, комп'ютерне моделювання, методи граничних і скінченних елементів, коливання, механіка руйнування, розвинення тріщини, лопатки турбомашин, пружна основа, надійність та довговічність конструкцій.

2. Verushkin I.O. Methods of Boundary Integral Equations in Boundary Value Problems of Potential Theory and Linear Elasticity Theory Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 113 "Applied Mathematics" – A.M. Podgorny Institute of Power Engineering and Systems, NAS of Ukraine, Kharkiv, 2025. The dissertation develops numerical methods for solving singular and hypersingular boundary integral equations arising in the analysis of stress-strain states and vibrations of structural elements with axial symmetry, cracks, or fluid interaction. The goal is to improve calculation accuracy to ensure structural reliability under complex loads. Boundary value problems are formulated for the Laplace and Lamé equations, including fluid-structure interaction and crack effects. The boundary element method is applied, particularly for axisymmetric bodies. Efficient algorithms are proposed to compute stress fields and vibration modes. A novel approach combines hypersingular integral equations with the method of prescribed forms, reducing problems to one-dimensional formulations. This lowers computational cost while preserving accuracy and is effective for analyzing thin plates, tanks, and shells on elastic foundations. The research employs potential theory, boundary and finite element methods, Fourier series, and numerical modeling. Algorithms account for added fluid mass, foundation effects, and stress concentrations. Accuracy is verified through comparison with analytical and finite element solutions. The results can be applied to the design and monitoring of tanks, shells, blades, and similar components in aerospace, energy, defense, and chemical industries. Keywords: Singular integral equations, elastic plates and shells, axial symmetry, potential theory, fluid interaction, computer modeling, boundary and finite element methods, vibrations, fracture mechanics, crack propagation, turbomachine blades, elastic foundation, structural reliability and durability.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Інформаційні та комунікаційні технології

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- 1. Vierushkin I. A. Strelnikova E. A. Hypersingular integral equation method in numerical simulating frequencies and modes of circular plate immersed into liquid. Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Математичне моделювання та обчислювальні методи». 2020. Вип. 48. С. 6–21. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2020-48-01>
- 2. Верушкін І. О., Стрельнікова О. О. Комп'ютерне моделювання коливань рідини в резервуарах з пружною основою Вінклера. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2022. № 2 (133). С.91–100. <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.2.12>
- 3. Верушкін І. О., Кононенко Є. С. Дослідження гідропружних коливань елементів конструкцій з використанням методів скінченних та граничних елементів. Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Математичне моделювання та обчислювальні методи». 2021. Вип. 49. С. 16–28.

<https://doi.org/10.26565/2304-6201-2021-49-02>

- 4. Strelnikova E. , Choudhary N. , Degtyariv K., Kriutchenko D., Vierushkin I. Boundary element method for hypersingular integral equations: Implementation and applications in potential theory. Periodical, collection of papers: Engineering Analysis with Boundary Elements, Elsevier BV. 2024. Vol. 169. Part B. 105999. <https://doi.org/10.1016/j.enganabound.2024.105999>
- 5. Дегтярьов К. Г. , Верушкін І. О. , Крютченко Д. В. , Стрельнікова О. О. , Зайденварг О. Л. , Науменко Ю. В. Метод гіперсингулярних інтегральних рівнянь в крайових задачах механіки руйнування. Прикладні питання математичного моделювання. 2023. Т.6. № 2. С. 39–48. <https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2023-6-2-5>
- 6. Gnitko V. I. , Karaiev A. O. , Degtyariv K. G. , Vierushkin I. A. , Strelnikova E. A. Singular and hypersingular integral equations in fluid-structure interaction analysis. WIT Transactions on Engineering Sciences, England. 2022. Vol. 134. P. 67–79. <https://doi.org/10.2495/BE450061>
- 7. Degtyariv K. , Gnitko V., Vierushkin I. , Korneichuk M. Boundary Element Method in Hydroelastic Interaction Problems of Structural Elements. Book chapter in “The Fundamentals of Boundary Element Methods”. 2024 by Nova Science Publishers, Inc. <https://doi.org/10.52305/KFFP5657>
- 8. Sierikova O., Kriutchenko D., Vandyshv K. , Vierushkin I. Structure Elements with Crack-Type Defects Durability Estimation. In: Altenbach H., Gao XW., Syngellakis S., Cheng A. HD., Lampart P., Tkachuk A. (eds) Advances in Mechanical and Power Engineering II. CAMPE 2023. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Cham: Springer, 2025. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-82979-6\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-031-82979-6_30)
- 9. Sierikova E., Strelnikova E., Vierushkin I. Boundary conditions determination of the tank model as a rigid cylindrical shell with the elastic bottom on the elastic Winkler base, 9th International Mardin Artuklu Scientific Researches Conference, January 20–22, 2023, Mardin, TÜRKİYE

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Планується до впровадження

**Зв'язок з науковими темами:** 0119U000655

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Стрельнікова Олена Олександрівна

2. Olena O. Strelnikova

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 01.02.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-0707-7214

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534570

**Місцезнаходження:** вул. Комунальників, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

### **Офіційні опоненти**

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Дзюба Анатолій Петрович

2. Anatoliy P. Dzyuba

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 01.02.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6331-7783

#### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

**Код за ЄДРПОУ:** 02066747

**Місцезнаходження:** проспект Науки, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Іваницький Ярослав Лаврентійович

2. Yaroslav L. Ivanytskyi

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 01.02.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

#### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534506

**Місцезнаходження:** вул. Наукова, Львів, 79060, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### **Рецензенти**

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сметанкіна Наталя Володимирівна

2. Natalya Smetankina

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 01.02.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-9528-3741

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного  
Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534570

**Місцезнаходження:** вул. Комунальників, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Угрімов Сергій Вікторович

2. Serhiy V. Ugrimov

**Кваліфікація:** д.т.н., старший науковий співробітник, 01.02.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0846-4067

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного  
Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534570

**Місцезнаходження:** вул. Комунальників, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Максименко-Шейко Кирило Володимировичу

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Максименко-Шейко Кирило Володимировичу

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Котульська Ольга Валеріївна

**Реєстратор**

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна