

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001318

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-03-2024

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гнездовський Олексій Валентинович

2. Oleksiy V. Hniezdovsky

Кваліфікація: викладач

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 122 Комп'ютерні науки

Дата захисту: 25-12-2023

Спеціальність за освітою: Математика

Місце роботи здобувача: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 17.051.073

**Повне найменування юридичної особи:** Запорізький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02125243

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69600, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

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

**Повне найменування юридичної особи:** Запорізький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02125243

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69600, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 27.23.17

**Тема дисертації:**

1. Відкрита об'єктно-орієнтована архітектура систем скінченно-елементного аналізу
2. Open object-oriented architecture of finite element analysis systems

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена розробці відкритої об'єктно-орієнтованої архітектури, яка може бути застосована при розробці як універсальних, так і спеціалізованих систем скінченно-елементного аналізу широких класів крайових задач. В наш час велика кількість актуальних проблем науки та техніки призводять до необхідності розв'язання різних типів крайових задач. Для більшості з них на сьогодні неможливо отримати точні аналітичні розв'язки, що потребує створення відповідного математичного та програмного забезпечення для наближеного чисельного розв'язання диференційних рівнянь (звичайних та у частинних похідних) або їх систем. Найбільш поширеним на сьогодні способом наближеного розв'язання крайових задач є метод скінченних елементів (МСЕ). Для його використання створено значну кількість як універсального, так і спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ). Серед найбільш відомих програм скінченно-елементного аналізу (пропріетарних та з відкритим кодом) можна відзначити Abaqus, Ansys, FreeFEM, Mathematica, Nastran, OpenCAD та багато інших. Тут слід зазначити, що на сьогодні такого ПЗ розроблено (і постійно продовжує розроблятися) велика кількість, оскільки воно призначено як для

розв'язання різних типів задач, так і різних форм застосування (комерційного, навчального, наукового, open source тощо). Крім того, постійно змінюються можливості обчислювальної техніки (широкого розповсюдження останнім часом отримали багатопроцесорні системи) і вимоги практики (наприклад, необхідність враховувати застосування нових типів матеріалів, таких як композити або матеріали з пам'яттю). Переважну більшість з наявних програм скінченно-елементного аналізу реалізовано мовами програмування C та C++. Слід зазначити, що внесення змін в таке ПЗ для його адаптації до вирішення нових класів задач через складність C/C++ є нетривіальною процедурою. Тому на практиці виникає завдання створення таких програм для скінченно-елементного аналізу, які б, з одного боку, мали відкриту й просту архітектуру, а, з іншого боку, підтримували можливість легкого внесення в них змін для розширення функціональності. Іншими словами, мали б у порівнянні з ПЗ, написаним на мовах C/C++, високу швидкість розробки. Останнім часом однією з найбільш популярних при розробці наукового ПЗ є мова програмування Python, яка початково створювалася для підвищення ефективності роботи програміста. Вона має легкий для розуміння синтаксис і зараз для неї розроблено велику кількість бібліотек, що реалізують різний математичний функціонал (наприклад, NumPy та SciPy, що використовуються для наукових розрахунків). Проте, до сьогодні систем скінченно-елементного аналізу на Python розроблено відносно мало. Серед них можна виділити, наприклад, fempy, FEniCS, PolyFEM, SfePy, втім частина з них має лише python-інтерфейс, але написана на C++. Це можна пояснити тим фактом, що прийнято вважати швидкість роботи python-програм нижчою, ніж у аналогів, написаних на C++. Тим не менш, динамічна типізація Python і його можливості продуктивної розробки програм роблять його перспективним засобом створення нового ефективного ПЗ для чисельного вирішення широких класів крайових задач з використанням МСЕ. Тому розробка відкритої архітектури ПЗ для МСЕ є актуальною в наш час задачею. Таким чином, створення нового ПЗ скінченно-елементного аналізу з відкритою архітектурою і програмним кодом, яке б давало змогу користувачам розв'язувати широкі класи крайових задач на сучасних комп'ютерних платформах є актуальною й важливою задачею. На логічному рівні будь-яке сучасне ПЗ для скінченно-елементного аналізу за своєю архітектурою може бути поділено на три окремі складові (підсистеми): 1) препроцесор – підсистема автоматизації підготовки вихідних даних для чисельного розрахунку (у більшості випадків це генератор скінченно-елементної моделі вихідної геометричної області, для якої виконується розрахунок); 2) процесор – підсистема, що безпосередньо реалізує скінченно-елементний розрахунок задачі (центральний елемент будь-якого ПЗ чисельного аналізу); 3) постпроцесор – підсистема, що автоматизує аналіз великих масивів числової інформації, отриманих як результат роботи процесору (частіше за все у вигляді різноманітних зображень полів досліджуваних функцій). Генерація скінченно-елементної моделі, яку покладено на препроцесор, в загальному вигляді може бути поділена два окремих етапи: 1) побудова формального опису геометричної області, для якої виконується розрахунок, у певному форматі, який є придатним для подальшої автоматичної обробки;...

2. The dissertation is devoted to the development of an open object-oriented architecture, which can be used in the development of both universal and specialized finite element analysis systems of broad classes of boundary value problems. Nowadays, a large number of topical problems of science and technology lead to the need to solve various types of boundary problems. For most of them, it is currently impossible to obtain exact analytical solutions, which requires the creation of appropriate mathematical and software for the approximate numerical solution of differential equations (ordinary and partial derivatives) or their systems. Today, the most common method of approximate solution of boundary value problems is the finite element method (FEM). A significant amount of both universal and specialized software (software) has been created for its use. Abaqus, Ansys, FreeFEM, Mathematica, Nastran, OpenCAD and many others can be noted among the most well-known finite element analysis programs (proprietary and open source). It should be noted here that a large number of such software has been developed (and is constantly being developed), as it is intended both for solving different types of problems and for different forms of application (commercial, educational, scientific, open source, etc.). In addition, the capabilities of computing (multiprocessor systems have become widespread recently) and the requirements of practice (for example, the need to consider the use of new types of materials, such as composites or materials with

memory) are constantly changing. The vast majority of available finite element analysis programs are implemented in the C and C programming languages. It should be noted that making changes to such software for its adaptation to solving new classes of problems due to the complexity of S...

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0121U114694

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

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

**Підсумки дослідження:** Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

**Публікації:**

- Розрахунок напружено-деформованого стану металевих паль / О. В. Гнездовський та ін. Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки. 2020. С. 14–19
- М.С Ігнатченко О.В Кудін О.В Гнездовський. Об'єктно-орієнтована реалізація бібліотеки скінченно-елементного аналізу мовою програмування python. Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки. 2020. № 1. С. 138–147.
- Designing an object-oriented architecture for the finite element simulation of structural elements / O. Hniezdovskyi et al. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 6. P. 78–84. (SCOPUS, Q3)

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

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0121U114694

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кудін Олексій Володимирович

2. Oleksii V. Kudin

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Запорізький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02125243

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69600, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

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

### **Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Максименко-Шейко Кирило Володимирович
2. Kyrylo V. Maksimenko-Sheyko

**Кваліфікація:** д.н, професор, 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7064-2442

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534570

**Місцезнаходження:** вул. Пожарського, буд. 2/10, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Астіоненко Ігор Олександрович
2. Igor O. Astionenko

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5831-6353

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Херсонський національний технічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05480298

**Місцезнаходження:** Бериславське шосе, буд. 24, Херсон, 73008, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Лісняк Андрій Олександрович
2. Andriy O. Lisnyak

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-9669-7858

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Запорізький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02125243

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69600, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Лимаренко Юлія Олексіївна

2. Yuliya O. Lymarenko

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 01.02.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-1643-6939

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Запорізький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02125243

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69600, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

## **VIII. Заключні відомості**

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

Козін Ігор Вікторович

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

Козін Ігор Вікторович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Дребезов Денис Олегович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна