# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0826U000966

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 09-04-2026

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Шамрай Максим Борисович
2. Maksym Shamrai

**Кваліфікація:** 113

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-0730-494X

**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:** Математичні проблеми механіки та обчислювальна математика

**Дата захисту:** 19-05-2026

**Спеціальність за освітою:** 113 Прикладна математика

**Місце роботи здобувача:** Інститут математики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417207

**Місцезнаходження:** вул. Терещенківська, Київ, 01024, 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 12881

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут математики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417207

**Місцезнаходження:** вул. Терещенківська, Київ, 01024, 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 математики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417207

**Місцезнаходження:** вул. Терещенківська, Київ, 01024, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Англійська

**Коди тематичних рубрик:** 27.35.59, 50.03.07, 27.41.19, 28.23.15

### Тема дисертації:

1. Низькорангові наближення, оцінки збурень та їх роль у компресії моделей

2. Low-rank approximations, perturbation bounds, and their role in model compression

### Реферат/анотація:

1. Дисертацію присвячено одній із ключових задач сучасної прикладної математики та машинного навчання — розробленню методів стискання великих нейронних моделей із збереженням передбачуваної якості розв'язання прикладних задач. Із зростанням розмірності моделей їх практичне використання дедалі більше обмежується вимогами до пам'яті, затримки обчислень та енергоспоживання, тоді як більшість наявних схем компресії мають переважно евристичний характер. У дисертації запропоновано єдиний збурювальний підхід, у межах якого рішення щодо компресії спираються на явні кількісні гарантії, а не на ситуативні правила. Дослідження поєднує теорію матричних збурень, низькорангові наближення, емпіричний аналіз прунінгу великих мовних моделей, а також теоретичні гарантії робастності для задач керування та навчання з підкріпленням. Метою дисертації є побудова математично обґрунтованих методів, які пов'язують параметричні збурення, спричинені компресією, з критеріями якості кінцевих прикладних задач. Об'єктом дослідження є низькорангові та розріджені представлення моделей машинного навчання. Предмет дослідження охоплює збурення сингулярних значень конкатенованих матриць, контрольоване за похибкою

групування для спільної SVD-компресії, мовозалежні ефекти безнавчального прунінгу великих мовних моделей, побудову геометрії мов на основі сигналів важливості ваг, а також неасимптотичні оцінки деградації якості в задачах керування та навчання з підкріпленням за структурного розрідження параметрів. Наукова новизна дисертації полягає в поєднанні в межах єдиного узгодженого підходу теорії збурень, компресійно-орієнтованого низькорангового групування, багатомовних експериментів із прунінгу, побудови геометрії мов на основі вагових сигналів, а також сертифікації якості для задач керування та навчання з підкріпленням. Практичне значення одержаних результатів визначається їх безпосередньою придатністю до трьох основних сценаріїв застосування: (i) низькорангової компресії колекцій матриць із контролем похибки; (ii) мовно-орієнтованого прунінгу великих мовних моделей; (iii) безпеко-орієнтованого прунінгу нейромережевих контролерів і політик навчання з підкріпленням. Запропоновані методи забезпечують інтерпретовані та обчислювані критерії, які пов'язують кроки компресії з надійністю та якістю розв'язання прикладних задач.

2. The dissertation addresses one of the key problems of modern applied mathematics and machine learning: how to compress large neural models while preserving predictable task-level quality. As model size grows, practical deployment is constrained by memory, latency, and energy budgets, and common compression pipelines remain heavily heuristic. This thesis develops a unified perturbation-based framework in which compression decisions are guided by explicit quantitative guarantees rather than ad hoc rules. The work combines matrix perturbation theory, low-rank approximation, empirical analysis of large language model pruning, and theoretical robustness guarantees for control and reinforcement learning. The objective of the dissertation is to construct mathematically grounded methods that connect parameter perturbations caused by compression to downstream quality criteria. The research object is low-rank and sparse representations of machine-learning models. The research subject includes: singular-value perturbations of concatenated matrices, error-controlled grouping for joint SVD compression, language-dependent effects of training-free LLM pruning, pruning-derived language geometry, and nonasymptotic control/RL degradation bounds under structured parameter sparsification. The scientific novelty of the dissertation lies in combining perturbation analysis, compression-aware low-rank grouping, multilingual pruning experiments, language-geometry construction from weight-level signals, and control/RL certification in a single consistent framework. The practical significance is determined by direct applicability to three deployment scenarios: (i) error-controlled low-rank compression of matrix collections, (ii) language-aware pruning of large language models, and (iii) safety-oriented pruning of neural controllers and reinforcement-learning policies. The developed methods provide interpretable and computable criteria that connect compression actions to downstream reliability.

### Державний реєстраційний номер ДіР:

**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:


- Shamrai M., Analysis of Perturbations of Singular Values in Concatenated Matrices, Ukr Math J 77, 1136–1149 (2025). https://doi.org/10.1007/s11253-025-02512-1 ISSN: 0041-5995 (Print), 1573-9376 (Online) (Scopus - Q3, WoS - Q3, SJR - Q3). ISSN 1025-6415
- Shamrai M., Nonasymptotic Bounds on Return Degradation for OBD-Pruned Neural Controllers, Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Physics and Mathematics, 81(2), 155-158 (2025).

https://doi.org/10.17721/1812-5409.2025/2.24 ISSN: 1812-5409 (Print), 2218-2055 (Online) (Scopus - Q4, SJR - Q4).

- Shamrai M., Closed-Form Robustness Bounds for Second-Order Pruning of Neural Controller Policies, Proceedings of IAMM of NAS of Ukraine, 39(1), 081-089 (2025). https://doi.org/10.37069/1683-4720-2025-39-7 ISSN: 1683-4720

**Наукова (науково-технічна) продукція:** методи, теорії, гіпотези

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впровадження не планується

**Зв'язок з науковими темами:** 0121U100317, 0120U104004, 0123U100853

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

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тимоха Олександр Миколайович

2. Oleksandr M. Tymokha

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., академік НАН України, 01.01.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6750-4727

**Додаткова інформація:**
https://www.webofscience.com/wos/author/record/1874978;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603557851;https://scholar.google.no/citations?user=HimAPTsAAAAJ&hl=no&oi=ao

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут математики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417207

**Місцезнаходження:** вул. Терещенківська, Київ, 01024, 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. Шатирко Андрій Володимирович

2. Andrii V. Shatyrko

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5648-2999

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070944

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ніколаєвська Олена Анатоліївна
2. Olena A. Nikolaievska

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., пров.н.с., 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5145-0189

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417176

**Місцезнаходження:** проспект Академіка Глушкова, Київ, 03187, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мазко Олексій Григорович
2. Oleksii M. Mazko

**Кваліфікація:** д.ф.-м.н., професор, член-кор. НАН України, 01.01.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-8609-7736

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут математики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417207

**Місцезнаходження:** вул. Терещенківська, Київ, 01024, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ситник Дмитро Олексійович

2. Sytnyk O. Dmytro

**Кваліфікація:** к.ф.-м.н., 01.01.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-3065-4921

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут математики Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417207

**Місцезнаходження:** вул. Терещенківська, Київ, 01024, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Василик Віталій Богданович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Василик Віталій Богданович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | Локазюк Олександра Вікторівна |
| **Реєстратор** | Юрченко Тетяна Анатоліївна |
| **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** | Юрченко Тетяна Анатоліївна |

