

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації

Донця Володимира Віталійовича

**«Методи й моделі стратифікації елементів комп'ютерних систем
медичного моніторингу на основі мультиагентного підходу»,**

яка подається на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 12 – «Інформаційні технології»

за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки».

1. Оцінка роботи здобувача у процесі підготовки дисертації і виконання індивідуального плану навчальної та наукової роботи.

Аспірант Донець Володимир Віталійович виконав у повному обсязі Індивідуальний план виконання освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії. Освітня програм в обсязі 40 кредитів ECTS виконана у повному об'ємі. Він успішно склав наступні дисципліни:

- залік з навчальної дисципліни «Філософські засади та методологія наукових досліджень» (95 балів);
- залік з навчальної дисципліни «Підготовка наукових публікацій та презентація результатів дослідження» (95 балів);
- залік с навчальної дисципліни «Іноземна мова для аспірантів (англійська)» (81 бал);
- залік с навчальної дисципліни «Реєстрація прав інтелектуальної власності» (91 бал);
- іспит з навчальної дисципліни «Іноземна мова для аспірантів (англійська)» (81 бал);
- іспит с навчальної дисципліни «Обрані методи інженерії ПЗ» (96 балів);
- іспит с навчальної дисципліни «Теорія обчислень і програмування» (90 балів);
- залік с навчальної дисципліни «Сучасний числовий аналіз» (95 балів).

Всі заплановані види робіт були виконані своєчасно. Здобувач плідно співпрацював з науковим керівником протягом усього терміну навчання в аспірантурі.

2. Обґрунтування вибору теми дослідження.

Моделі динамічних систем допомагають в описанні будь-якого об'єкту чи процесу до певного рівня деталізації відповідно до можливостей технологій чи необхідності. Такі моделі визначають поняття стану як сукупності певних змінних стану в певний момент часу. А, отже, ці моделі дозволяють визначити закон еволюції стану з плином часу. За допомогою закону еволюції динамічної системи й початкових значень змінних можливо прогнозувати стан системи у будь-який момент часу проте із обмеженням на ступінь деталізації модельованої системи чи процесу.

Для діагностування стану пацієнта чи прогнозування протікання процесу лікування й як наслідок можливості керування процесом лікування використовуються діагностичні моделі та моделі контролю стану, що є по суті інформаційними системами. Для точного прогнозування стану пацієнтів чи прогнозування протікання процесу лікування і як наслідок надання якісних послуг лікування необхідно визначити найбільш впливові змінні стану. Знання про підмножину найбільш впливових керованих змінних стану дозволить ефективніше скеровувати процес лікування, а знання про найбільш інформативні змінні стану дозволить ліпше визначати поточний стан, а особливо якісь критичні зміни. Це все в сукупності дозволить збільшити точність й своєчасність прийняття рішень щодо лікування пацієнтів. Тому дуже важливо визначити змінні стану, що є важливими в процесі прийняття рішень, проте не є очевидними для експертів. Математичне обґрунтування такому визначенню є необхідним для ліпшої інтерпретації прийнятих рішень.

Передові комп'ютерні системи медичного моніторингу мають на меті визначення оптимальних стратегій лікування за допомогою аналізу великих обсягів даних пацієнтів, що зазвичай мають стохастичний характер. Ці дані, незважаючи на можливість ідентифікації стану пацієнта, потребують систематичного аналізу або експертної оцінки. Використання методів машинного навчання дозволяє автоматизувати цей процес та отримати більш детальний аналіз даних, що сприяє покращенню якості надання медичних послуг. Такі системи також використовуються як інструменти для підтримки прийняття рішень у випадках надзвичайних ситуацій. Існуючі інформаційні системи вирішують деякі аспекти стратифікації даних (як то класифікація стану чи визначення найбільш впливових змінних стану) у комп'ютерних системах медичного моніторингу, але дослідження у цій галузі дозволять розробити більш ефективні методи для класифікації станів та прийняття обґрунтованих рішень. Під стратифікацією даних тут мається на увазі багатоетапний процес визначення можливих станів в потоці даних, що генерує комп'ютерна система медичного моніторингу, подальша їх класифікація та виявлення впливу змінних стану.

Мета і задачі дослідження. Головною метою дисертаційної роботи є підвищення точності діагностування стану пацієнтів за рахунок реалізації методів і моделей стратифікації елементів комп'ютерних систем медичного моніторингу. Досягнення мети можливе завдяки удосконаленню або розробки нових математичних моделей та обчислювальних методів стратифікації елементів комп'ютерних систем медичного моніторингу, що дозволить підвищити точність діагностування стану пацієнта.

Для досягнення поставленої мети та рішення поставленого наукового завдання був визначений наступний ряд задач:

1. Аналіз існуючих математичних моделей, обчислювальних методів та прикладних інформаційних технологій, що використовуються для стратифікації елементів комп'ютерних систем медичного моніторингу.
2. Розробка концептуальної моделі методу стратифікації.

3. Розробка методів стратифікації комп'ютерних систем медичного моніторингу.

3.1. Розробка мультиагентного методу кластеризації.

3.2. Розробка методу класифікації.

3.3. Розробка методів визначення загальної і поточної інформативності змінних стану.

4. Програмна реалізація методів стратифікації комп'ютерних систем медичного моніторингу.

5. Розробка методу верифікації програмного забезпечення.

6. Проведення тестування розроблених методів стратифікації.

7. Розробка науково-обґрунтованих практичних рекомендацій з використання розроблених методів стратифікації в діагностуванні стану пацієнта в комп'ютерних системах медичного моніторингу.

Об'єкт дослідження – це процеси стратифікації елементів комп'ютерних систем медичного моніторингу. Характеристиками цих процесів є інформаційні змінні стану елементів комп'ютерних систем, діагностичні моделі, моделі по контролю й управлінню станом, тощо

Предмет дослідження – це математичні методи й моделі стратифікації елементів комп'ютерної системи медичного моніторингу на основі мультиагентного підходу. Мультиагентним підходом є способом елітарного відбору найкращих станів, що є агентами в просторі генерованих даних, за певною метрикою серед визначених станів.

Методи дослідження полягають в використанні принципів та методів системного аналізу, мультиагентного підходу, а також застосування імітаційного та математичного моделювання, теорії математичної статистики, теорії множин, теорії ймовірностей, теорії графів, лінійну алгебру, методи математичної оптимізації, диференціального аналізу, теорії штучних нейронних мереж.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тематика дисертаційної роботи пов'язана з дослідженнями:

– Участь у НДР «Моделювання інформаційних процесів у складних і розподілених системах» за 2021 – 2023 рр. (ДР № 0121U109183), у якості виконавця.

4. Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів та їх новизна.

Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів та їх новизна полягає у наступному:

1. Вперше розроблено модель комп'ютерної системи медичного моніторингу, особливістю якої є застосування та організація взаємодії методів стратифікації для вирішення проблеми кластеризації даних, класифікації станів пацієнтів та визначення інформативності змінних цього стану, що в сукупності забезпечує підвищення точності стратифікації даних в комп'ютерній системі медичного моніторингу.

2. Удосконалено мультиагентний метод нечіткої кластеризації, що є поєднанням методу нечіткої кластеризації c-means із мультиагентним

методом відбору еліт з відповідною модифікацією у визначенні щільності та роздільності отримуваних кластерів. Цей метод дозволяє підвищити точність виділення станів пацієнтів в комп'ютерній системі медичного моніторингу.

3. Удосконалено метод класифікації за допомогою поєднання процедур прискореного навчання та підбору гіперпараметрів моделі ШНМ. Це дозволило ефективно оптимізувати ваги та архітектуру моделей ШНМ для вирішення задачі класифікації станів по відповідним змінним.

4. Удосконалено метод визначення загальної інформативності змінних стану з використанням градієнтів сигналів у навченій моделі ШНМ. Цей метод дозволяє виявити найбільш інформативні керовані та некеровані змінні стану, що покращує процес контролю стану в комп'ютерній системі медичного моніторингу.

5. Удосконалено метод інтегрованих градієнтів, що використовується для визначення поточної інформативності певних змінних стану через навчену модель ШНМ. Цей метод дозволяє оцінювати вплив конкретних змінних стану на конкретне прийняте рішення в розробленій комп'ютерній системі медичного моніторингу.

6. Дістав подальшого розвитку метод верифікації програмного забезпечення стратифікації елементів в комп'ютерній системі медичного моніторингу, що включає етапи перевірки не тільки програмної реалізації розроблюваних методів, а й перевірку точності роботи розроблених методів і моделей, а також їх поєднання.

5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, одержаних Донцем В. В., при проведенні досліджень за темою дисертаційної роботи, забезпечується використанням принципів та методів системного аналізу, мультиагентного підходу, а також застосування імітаційного та математичного моделювання, теорії математичної статистики, теорії множин, теорії ймовірностей, теорії графів, лінійної алгебри, методів математичної оптимізації, диференціального аналізу, теорії штучних нейронних мереж. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в індексованих наукових журналах та доповідалися на міжнародних наукових конференціях. Висновки дисертаційної роботи є обґрунтованими.

6. Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації.

Розроблені та удосконалені методи і моделі можуть бути використані при розробці систем підтримки прийняття рішень в комп'ютерних системах медичного моніторингу. Отримані результати зазначають, що розроблений мультиагентний метод нечіткої кластеризації в деяких випадках може показувати високу точність нечіткого розділення даних, проте було показано, що для деяких медичних даних застосування іншого методу може поліпшити точність. Отримані результати для розробленого методу навчання й підбору гіперпараметрів моделі ШНМ можуть збільшити швидкість навчання й підбору необхідної архітектури моделі ШНМ. Ці методи можуть бути

застосовані не тільки для вирішення проблеми класифікації в комп'ютерній системі медичного моніторингу, а і в інших областях, де така система стає необхідною. Розроблений метод визначення загальної інформативності та модифікований метод інтегрованих градієнтів можливо використовувати для аналізу роботи моделей ШНМ, виділення найбільш впливових змінних та виділення впливу конкретних змінних.

Отримані результати дослідження також використовуються як частина навчального матеріалу курсів «Комп'ютерні інформаційні технології Data Stream Mining» та «Інтелектуальні комп'ютерно-інтегровані технології управління виробничими процесами» у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором.

Матеріали дисертаційної роботи опубліковано в **9** наукових працях, серед яких **3** публікації у міжнародних виданнях, які входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science, **2** публікацій у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України та **4** тези доповідей.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Публікації у наукових фахових виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз Scopus або Web of Science.

1. Viktoriia Strilets, Volodymyr Donets, Mykhaylo Ugrumov, Sergii Artiukh, Roman Zelenskyi, Tamara Goncharova. Agent-oriented data clustering for medical monitoring. Radioelectronic And Computer Systems. 2022. V. 2022. Issue 1. P. 103–114.

Keywords: clustering; fuzzy clustering; agent-based approach; intraclass distance; medical diagnostic.

DOI: 10.32620/reks.2022.1.08 (Scopus).

URL: <http://nti.khai.edu/ojs/index.php/reks/article/view/reks.2022.1.08/0>

(Особистий внесок здобувача: розробка програмної реалізації методу мультиагентної нечіткої кластеризації з впровадженням різних метрик міжелементної відстані та проведення тестування на даних Ірисів Фішера та проведення кластеризації на даних медичного діагностування. Відповідні результати наведені в теоретичній та практичній частині роботи.

Особистий внесок Viktoriia Strilets: аналіз існуючих методів кластеризації, розробка алгоритму методу нечіткої кластеризації, а також аналіз результатів тестування розроблених методів і моделей. Відповідні результати наведені в огляді існуючих методів кластеризації, та в розробленому методі нечіткої кластеризації, обговоренні та висновках.

Особистий внесок Mykhaylo Ugrumov: розробка математичної моделі методу нечіткої кластеризації, а також аналіз результатів тестування розроблених методів і моделей. Відповідні результати наведені в розробленому методі нечіткої кластеризації, обговоренні та висновках.

Особистий внесок Sergii Artiukh: збір даних медичного моніторингу захворювання на рак простати, їх аналіз та експертне виділення цільових класів по кожному запису пацієнтів. Відповідні результати наведені в описі набору даних.

Особистий внесок Roman Zelenskyi: збір даних медичного моніторингу захворювання на рак простати, їх аналіз та експертне виділення цільових класів по кожному запису пацієнтів. Відповідні результати наведені в описі набору даних.

Особистий внесок Tamara Goncharova: переклад статі на англійську, перевірка відповідності термінів, редагування матеріалів статті.)

2. Volodymyr Donets, Viktoriia Strilets, Mykhaylo Ugrumov, Dmytro Shevchenko, Svitlana Prokopovych, Liubov Chagovets. Methodology of the countries' economic development data analysis. Data Analysis. System Research and Information Technologies. 2023. V. 2023. Issue 4. P. 21–36.

Keywords: machine learning, digital development, fuzzy clustering, radial basis neural networks, logistic regression, analysis of variables informativeness.

DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2023.4.02 (Scopus).

URL: <http://journal.iasa.kpi.ua/article/view/297208>

(Особистий внесок здобувача: впровадження розроблених методів мультиагентної нечіткої кластеризації, класифікації на основі штучної нейромережі з модифікованим методом навчання на даних економічного розвитку країн, що дало можливість сформувавши методологію стратифікації елементів в комп'ютерних системах економічного моніторингу, відповідні результати наведені в частині практичного застосування методу та висновків.

Особистий внесок Viktoriia Strilets: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результати є матеріалами публікації.

Особистий внесок Mykhaylo Ugrumov: постановка проблеми дослідження, розробка методології стратифікації елементів, математичне обґрунтування розроблених методів і моделей, відповідні результати наведені в методологічній частині роботи.

Особистий внесок Dmytro Shevchenko: огляд методів попередньої обробки даних, що були застосовані для підготовки даних до застосування методології.

Особистий внесок Svitlana Prokopovych: збір даних економічного моніторингу цифрового розвитку країн, їх аналіз та експертне виділення цільових класів. Відповідні результати наведені в описі набору даних.

Особистий внесок Liubov Chagovets: переклад статті на англійську мову, коректування використаних термінів.)

3. Volodymyr Donets, Dmytro Shevchenko, Maksym Holikov, Viktoriia Strilets, Serhiy Shmatkov. Application of a data stratification approach in computer medical monitoring systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. 2(9 (128), 6–16.

Keywords: data stratification, anomaly detection, fuzzy clustering, neural network, sensitivity analysis.

DOI: 10.15587/1729-4061.2024.298805 (Scopus).

URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/298805>

(Особистий внесок здобувача: впровадження розроблених методів і моделей стратифікації даних в комп'ютерній системі медичного моніторингу, що дало можливість перевірити ефективність поєднання мультиагентного методу кластеризації, методу класифікації та методів визначення інформативності на реальних даних медичного моніторингу, відповідні результати наведені в частині практичного застосування методу та висновків, а також переклад матеріалів статті на англійську.

Особистий внесок Dmytro Shevchenko: розробка методів попередньої обробки даних, а саме фільтрації вхідних даних методом ізольованого лісу та автокодувальника, відповідна частина наведена в роботі.

Особистий внесок Maksym Holikov: аналіз проблемної області та робіт присвяченій цій області, відповідна частина наведена в роботі.

Особистий внесок Viktoriia Strilets: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування.

Особистий внесок Serhiy Shmatkov: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи.)

Статті у наукових фахових виданнях України

4. Донець В. В., Стрілець В. Є., Шевченко Д. О., Шматков С. І. Агентно-орієнтований метод кластеризації даних оптового дистриб'ютора. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління». 2022. Том 1. № 55. Стор. 6–18.

Keywords: fuzzy clustering, multi-agent approach, data processing, Box-Cox transformation, PCA method, t-SNE method, autoencoder, Kullback-Leibler divergence, Mahalanobis distance, Manhattan distance

DOI: 10.26565/2304-6201-2022-55-01.

URL: <https://periodicals.karazin.ua/mia/article/view/22589>

(Особистий внесок: впровадження розробленого методу мультиагентної нечіткої кластеризації на даних оптового дистриб'ютора, що має економічне походження. Відповідні результати наведені в практичній частині роботи

Особистий внесок Стрілець В. Є.: підготовка набору даних для тестування, перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Шевченко Д. О.: попередня обробка та аналіз даних з їх візуалізацією, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Шматков С. І.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи.)

5. Володимир Донець, Сергій Шматков. Методи аналізу інформативності в медичних системах підтримки прийняття рішень. Інформаційні технології та суспільство. Рік 2023. Том 5. № 11. Стор. 6–13.

Ключові слова: аналіз чутливості, аналіз даних, штучна нейронна мережа, інтегровані градієнти, медична діагностика, прийняття рішень.

DOI: 10.32689/maup.it.2023.5.1.

URL: <https://journals.maup.com.ua/index.php/it/article/view/2922>

(Особистий внесок здобувача: аналіз існуючих методів інформативності, впровадження розробленого методу визначення загальної інформативності та адаптація градієнтного методу визначення поточної інформативності Відповідні результати наведені в практичній частині роботи.

Особистий внесок Сергій Шматков: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи.)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. Viktoriia Strilets, Nina Bakumenko, Serhii Chernysh, Mykhaylo Ugrumov, Volodymyr Donets. Application of artificial neural networks in the problems of the patient's condition diagnosis in medical monitoring systems. Advances in Intelligent Systems and Computing. AISC 1113. Харків, 2020. Pp. 173–185.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-37618-5_16 (Scopus).

7. Viktoriia Strilets, Nina Bakumenko, Volodymyr Donets, Serhii Chernysh, Mykhaylo Ugrumov, Tamara Goncharova. Machine Learning Methods in Medicine Diagnostics Problem. 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops, ICTERI 2020. Харків, 2020. – Pp. 89-101.

8. Бакуменко Н. С., Донець В. В., Шевченко Д. О., Одинець О. О., Угрюмов М. Л.. Методи кластеризації даних на основі інформаційних критеріїв. Науковий збірник праці міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання у наукоємних технологіях (КМНТ - 2021)». Харків, 2021. С. 20–23.

9. Donets V., Ugrumov M., Strilets V. A Measure Of Compactness For Fuzzy Clustering Based On Entropy. Науковий збірник праці міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання у наукоємних технологіях (КМНТ -2022)». Харків, 2022.

8. Дотримання академічної доброчесності.

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача, наукових праць здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень виконано в атиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

9. Апробація матеріалів дисертації.

Результати проведених досліджень представлялись на міжнародних та вітчизняних наукових конференціях у формі доповідей, за результатами яких були опубліковані матеріали наукових конференцій:

1. Viktoriia Strilets, Nina Bakumenko, Serhii Chernysh, Mykhaylo Ugrumov, Volodymyr Donets. Application of artificial neural networks in the problems of the patient's condition diagnosis in medical monitoring systems. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. AISC 1113. Харків, 2020. Pp. 173–185.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-37618-5_16 (Scopus).

2. Viktoriia Strilets, Nina Bakumenko, Volodymyr Donets, Serhii Chernysh, Mykhaylo Ugrumov, Tamara Goncharova. Machine Learning Methods in Medicine Diagnostics Problem. 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops, ICTERI 2020. Харків, 2020. – Pp. 89-101.

3. Бакуменко Н. С., Донець В. В., Шевченко Д. О., Одинець О. О., Угрюмов М. Л.. Методи кластеризації даних на основі інформаційних критеріїв. Науковий збірник праці міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання у наукоємних технологіях (КМНТ - 2021)». Харків, 2021. С. 20–23.

4. Donets V., Ugrumov M., Strilets V. A Measure Of Compactness For Fuzzy Clustering Based On Entropy. Науковий збірник праці міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання у наукоємних технологіях (КМНТ -2022)». Харків, 2022.

10. Оцінка структури, мови та стилю дисертації.

Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності та доступно для сприйняття. Дисертація написана науковим стилем мовлення, структура дисертації відповідає алгоритму здійсненого автором дослідження. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам «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 від 12.01.2022 р. № 44), наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

11. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту.

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною практичною значимістю дисертаційна робота Донця В. В. «Методи й моделі стратифікації елементів комп'ютерних систем медичного моніторингу на основі мультиагентного підходу» повністю відповідає паспорту спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки». Здобувачем повністю виконано освітню та наукову складову третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

12. Результати обговорення та проведення презентації. Рекомендація дисертації до захисту.

Здобувач представив основні результати своєї дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки факультету комп'ютерних наук Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна щодо попередньої експертизи дисертації (Витяг з протоколу №12 розширеного засідання кафедри теоретичної та прикладної системотехніки від 13 травня 2024 р.) у формі презентації та наукової дискусії після її завершення. На даному засіданні були присутні 31 співробітник із різних наукових та навчальних установ України, із яких 9 докторів наук та 13 кандидатів наук. Дисертанту було задано 22 запитання, на які він надав вичерпні відповіді. Також виступили 7 науковців, які позитивно відізначались про дисертаційне дослідження Донця В. В.

У рамках цього розширеного засідання було ухвалено одностайно (16 голосів) рекомендувати дисертаційну роботу аспіранта Донця Володимира Віталійовича «Методи й моделі стратифікації елементів комп'ютерних систем медичного моніторингу на основі мультиагентного підходу» до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки».

Головуюча на засіданні,
доктор технічних наук, професор, професор
кафедри теоретичної та прикладної
системотехніки факультету комп'ютерних наук
Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна

Марина МІРОШНИК

Підпис Марини МІРОШНИК засвідчую:
Начальник відділу кадрів
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна



Олена ГРОМИКО