

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Тележенка Дениса Олександровича

«Методи та моделі синтезу архітектури віртуальних розподілених комп'ютерних систем»,

яка подається на здобуття наукового 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

Здобувач Тележенко Денис Олександрович виконав у повному обсязі Індивідуальний план виконання освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії. Освітня програма в обсязі 60 кредитів ECTS виконана у повному об'ємі. Здобувач успішно склав заліки та іспити з наступних дисциплін: Філософські засади та методологія наукових досліджень, Іноземна мова для аспірантів (англійська), Основи інноваційного менеджменту, Теорія обчислень програмування, Сучасний числовий аналіз, Концептуальні моделі архітектури та технології проектування проблемно-орієнтованих інформаційних систем, Концептуальні моделі архітектури та технології проектування проблемно-орієнтованих інформаційних систем, Сучасні технології розробки програмного забезпечення паралельних та розподілених систем, Сучасні методи та засоби моделювання складних комп'ютеризованих систем, Експертні системи на нечіткій логіці для аналізу даних.

У процесі навчання здобувач набув усіх компетентностей, теоретичних знань, вмінь і навичок, визначених Стандартом вищої освіти третього науково-освітнього рівня за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

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

2. Обґрунтування вибору теми дослідження

Актуальність дослідження полягає у зростаючій потребі сучасних інформаційних технологій у вдосконаленні та оптимізації віртуальних розподілених систем (ВРС). ВРС є фундаментом для багатьох критично важливих застосунків, включаючи хмарні обчислення, великі дані, «інтернет речей» (IoT), які

вимагають високої продуктивності, масштабованості, надійності та ефективного управління ресурсами. Водночас, із постійним розвитком та розширенням обсягу даних та комп'ютерних ресурсів, управління ресурсами та прогнозування навантаження на сервери стають все більш складними завданнями, що вимагають вдосконалених методів та інструментів. Застосування алгоритмів машинного навчання, зокрема LSTM (Long Short-Term Memory), відкриває нові можливості для прогнозування навантаження на сервери та оптимізації використання ресурсів у ВРС. LSTM, з його здатністю ефективно обробляти та аналізувати часові послідовності даних, може значно підвищити точність прогнозування навантаження на сервери, що є критично важливим для планування ресурсів, забезпечення безперервності сервісу та зниження витрат. Однак, незважаючи на значний потенціал, практичне застосування LSTM та інших алгоритмів машинного навчання у сфері ВРС зіштовхується з рядом викликів, включаючи високі вимоги до обчислювальних ресурсів, необхідність великих наборів даних для тренування моделей, а також складності інтеграції цих моделей в існуючі системи. У зв'язку з цим, розробка та дослідження методів та моделей синтезу архітектури віртуальних розподілених комп'ютерних систем на основі LSTM, які б враховували специфіку та вимоги сучасних ВРС, стає актуальним і важливим завданням.

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

Тема дисертаційної роботи пов'язана з науково-дослідною роботою «Виконання завдань Перспективного плану розвитку наукового напрямку «Технічні науки» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна» (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. НДР №0121U113068, 2021-2025р.р.), що виконується Навчально-науковим інститутом комп'ютерних наук та штучного інтелекту Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. У межах цієї роботи автором запропоновано методологію інтеграції алгоритмів машинного навчання у процес управління ВРКС, що дозволяє динамічно адаптувати архітектуру системи до змін у вимогах до ресурсів.

Також здобувач приймав участь у виконанні наукових досліджень в межах науково-дослідної роботи «Моделювання інформаційних процесів у складних і розподілених системах», що виконувалась кафедрою теоретичної та прикладної системотехніки факультету комп'ютерних наук Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. НДР № 0121U109183, 2020-2023р.р.). Автором запропоновано підхід до розробки та тренування LSTM моделі для управління віртуальними розподіленими системами з використанням TENSORFLOW і KERAS.

4. Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні конкретного науково-прикладного завдання — розробки ефективних методів і моделей синтезу архітектури віртуальних розподілених комп'ютерних систем (ВРКС), які базуються на використанні компонентів штучного інтелекту, для покращення прогнозування навантаження на сервери та оптимізації ресурсного управління.

Новизна наукових результатів конкретизується в таких положеннях:

уперше:

—розроблено модель прогнозування навантаження на сервери у віртуальних розподілених системах, що відрізняється від існуючих можливістю прогнозування навантаження з високою точністю і адаптації до динамічних змін у системі;

удосконалено:

—метод оптимізації розподілу ресурсів у віртуальних розподілених системах, який відрізняється від існуючих використанням методів машинного навчання, що забезпечує ефективне використання обчислювальних потужностей і зниження затримок у відповідях системи. Це включає алгоритми динамічного балансування навантаження та автоматичного масштабування;

—метод відновлення архітектури віртуальних розподілених комп'ютерних систем після збоїв, який, на відміну від відомих, ґрунтується на прогнозуванні LSTM, дозволяючи системі антиципувати потенційні відмови та автоматично перерозподіляти ресурси для мінімізації впливу збоїв на продуктивність.

дістала подальшого розвитку:

—методологія адаптації архітектури ВРКС до змінних умов експлуатації, яка відрізняється від відомих можливістю аналізу даних про ефективність системи, отриманих із LSTM моделей. Це забезпечує здатність системи до адаптивності в реальному часі.

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

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечуються коректним застосуванням загальноновизнаного математичного апарату, несуперечливістю з відомими положеннями теорії множин, теорії графів, методів імітаційного моделювання, обґрунтованим вибором, основних припущень та обмежень, прийнятих під час моделювання, а також збіжністю результатів, отриманих під час практичного застосування розробленої системи. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в індексованих наукових

журналах та доповідалися на міжнародних наукових конференціях. У цілому наукові результати, отримані в дисертації, є достовірними, науково обґрунтованими та доказовими.

6. Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в доведенні низки теоретичних положень і висновків до конкретних рекомендацій, спрямованих на удосконалення визначення точності прогнозування навантаження на сервери, що призведе до більш ефективного розподілу ресурсів у віртуальних розподілених системах. Це, в свою чергу, забезпечить підвищення продуктивності системи та зниження операційних витрат. Результати дисертаційного дослідження можуть бути використані під час розробки автоматичної системи адаптованого розподілу ресурсів у відповідності до змінюваного навантаження, що забезпечить більш раціональне використання обчислювальних потужностей, зниження витрат на енергоспоживання та підвищення загальної доступності сервісів.

7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором

Основні положення дисертаційного дослідження висвітлено у 8 наукових працях, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України та ті, що входять до міжнародних наукометричних баз, 1 розділ монографії та 4 тези наукових доповідей.

Статті у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:

1. **Telezhenko D., Tolstoluzka O.** Development and training of LSTM models for control of virtual distributed systems using Tensorflow and Keras. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2024. Vol. 2024. Issue 3. P.27-37 (Scopus).

DOI: 10.32620/reks.2024.3.02

Статті у наукових фахових виданнях України:

2 **D. Telezhenko, and O. Tolstoluzka**, "Conceptual model for synthesis of virtual distributed systems architecture." *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University, series "Mathematical modelling. Information technology. Automated control systems*, vol. 55, pp.49-55, 2022.

DOI: <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2022-55-06>

3. Тележенко Д.О. Прогнозування та аналітика у віртуальних розподілених системах: Використання моделей машинного навчання та аналітичних інструментів для прогнозування поведінки системи. *Вісник*

Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління». 2023. Т. 60. С. 46-51

DOI: <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2023-60-05>

Монографії:

4. Тележенко Д.О. Модифікація методу відновлення архітектури віртуальних комп'ютерних систем після збоїв. *Moderní aspekty vědy. Svazek XLVIII mezinárodní kolektivní monografie*. 2024. С. 274–283.

DOI: <https://doi.org/10.52058/48-2024>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Telezhenko D. Model for predicting server load using LSTM. March 8, 2024; Zagreb, Croatia. III International Scientific and Theoretical Conference «Scientific method: reality and future trends of researching» March 8, 2024.

DOI: 10.36074/scientia-08.03.2024

URL: <https://previous.scientia.report/index.php/archive/issue/view/08.03.2024>

6. Telezhenko D.O., Tolstoluzka O.G., Setting the task of researching the architecture of virtual distributed systems. Proceedings of the 8rd International Conference "Computer Modeling in high-technology (CMHT-2022), pp. 179–181.

7. Telezhenko D., Tolstoluzka O. "Training of LSTM models for control of virtual distributed systems using Tensorflow and Keras". Міжнародний науковий журнал «Грааль науки», 38 (квітень, 2024).

8. Telezhenko D., Tolstoluzka O. Method for modification of recovery architecture of virtual Computer systems after failures (CMHT, секція 2, 2024)

8. Апробація матеріалів дисертації

Основні теоретичні положення, висновки і пропозиції, які містяться в дисертації, обговорювалися та були схвалені на засіданнях кафедри теоретичної та прикладної системотехніки Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Ключові положення дослідження оприлюднені у доповідях на науково-технічних конференціях всеукраїнського та міжнародного рівнів (2021–2024 роки), зокрема на:

– Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях» КМНТ-2022 (Україна, м. Харків, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2022);

– Міжнародній науково-технічній конференції «Grail of Science» (Вінниця – Відень, м. Вінниця, 12.04.2024 р.);

– Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях» КМНТ-2024 (Україна, м. Харків, Харківський

національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2024);

– III International Scientific and Theoretical Conference «Scientific method: reality and future trends of researching» (Zagreb, Croatia, March 8, 2024).

9. 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».

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

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною і практичною значимістю дисертаційна робота Тележенка Дениса Олександровича «Методи та моделі синтезу архітектури віртуальних розподілених комп'ютерних систем» повністю відповідає галузі знань 12 – «Інформаційні технології» та відповідає паспорту спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки». Здобувачем повністю виконано освітню та наукову складову третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

11. Дотримання академічної доброчесності

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

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

Здобувач представив основні результати своєї дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри комп'ютерних систем та робототехніки Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна щодо попередньої експертизи дисертації (Витяг з протоколу № 9 розширеного засідання кафедри комп'ютерних систем та робототехніки від 30.04.2025 року) у формі презентації та наукової дискусії після її завершення. За підсумком обговорення, дисертаційне дослідження було оцінено позитивно.

У рамках цього розширеного засідання було ухвалено одноголосно рекомендувати дисертаційну роботу здобувача Тележенко Дениса Олександровича «Методи та моделі синтезу архітектури віртуальних розподілених комп'ютерних систем» до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Головуючий на розширеному засіданні
кафедри комп'ютерних систем та
робототехніки,
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
в.о. завідувача кафедри комп'ютерних систем та робототехніки
Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук
та штучного інтелекту
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна

Максим ХРУСЛОВ