

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Карпенка Андрія Сергійовича на тему «Методи та засоби забезпечення кібербезпеки глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних з контрольованою узгодженістю», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 125 Кібербезпека та захист інформації

На засіданні кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки за участі: голови засідання – д.т.н., професора Харченка В. С.; к.т.н., доцента Бабешка Є. В., д.т.н., професора Горбенка А. В., к.т.н., доцента Дужого В. І., ст. викладача Дужої В. В., ст. викладача Єгорової Є. В., ст. викладача Желтухіна О. В., к.т.н., доцента Ілляшенка О. О., асистента Карпенка А. С., к.т.н., доцента Колісник М. О., к.т.н., доцента Куланова В. О., д.т.н., професора Морозової О. І., к.т.н., професора Орехова О. О., д.т.н., професора Певнєва В. Я., к.т.н., доцента Перепеліцина А. Є., к.т.н., доцента Піскачова О. І., к.т.н., доцента Тецького А. Г., к.т.н., доцента Узуна Д. Д., д.т.н., професора Фесенка Г. В., к.т.н., професора Фурманова К. К., ст. викладача Холодної З. Б., к.т.н., доцента Шостака А.В., д.т.н., професора Скляра В. В., д.т.н., професора Брежнєва Є.В., к.т.н., доцента Ключнікова І.М., аспіранта Землянка Г.А., аспіранта Вдовіченка О.О., а також запрошених фахівців: завідувача кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського, д.т.н., професора Лукіна В.В. (серед присутніх фахівців ХАІ – 6 д.т.н. та 9 к.т.н. в галузі 12 Інформаційні технології), кафедри професора кафедри електроніки і комп'ютерної техніки Сумського державного університету д.т.н., професора Борисенка О.А., професора кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного університету «Дніпровська політехніка», д.т.н., доцента, Іванченко О.В., відбулася публічна презентація дисертаційної роботи Карпенка Андрія Сергійовича на тему «Методи та засоби забезпечення кібербезпеки глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних з контрольованою узгодженістю».

На підставі обговорення змісту презентації дисертаційної роботи, ухвалено висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації (результати голосування – одноголосно).

1. Актуальність теми дослідження. На даний час глобально-розподілені інформаційні системи, що використовуються для збереження та обробка великих обсягів даних, знаходять широке застосування у багатьох галузях, від соціальних мереж і сервісів відеохостингу до комплексів критичного та бізнес-критичного застосування. Призначення таких систем, їх масштабність, а також використання загальнодоступних каналів мережі Інтернет, робить їх ціллю зловмисних атак та інформаційних вторгнень. У той час, як сучасні інформаційні технології мають широкий спектр засобів забезпечення конфіденційності даних, забезпечення

високої готовності та цілісності – ускладнено. Це зумовлено через наявність протиріч між властивостями готовності та цілісності, які виникають у глобально-розподілених системах зберігання даних (ГРРС). Крім того, можлива неузгодженість між даними, що зберігаються на різних вузлах-репліках системи, є додатковою загрозою для цілісності інформації. Дані обставини зумовили актуальність досліджень, проведених Карпенком Андрієм Сергійовичем. Ці дослідження зумовили розроблення ефективних методів забезпечення кібербезпеки глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних й підвищення їхньої стійкості до загроз порушення готовності та цілісності.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Отримані автором результати дисертації використовувались при виконанні науково-дослідних робіт на кафедрі комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» і були відображені в наступних звітах про НДР «Методологічні засади та технології оцінювання та забезпечення безпеки (захисту) критичних інформаційних інфраструктур» (№ держреєстру 0119U100979, 2019-2021) та «Методи, моделі та інформаційні технології підвищення надійності та безпечності складних ІТ-систем на етапах розроблення та впровадження» (№ держреєстру 0121U113842, 2021-2023).

3. Наукова новизна отриманих результатів.

1. Розроблено комплекс нових та удосконалених моделей для глобально-розподілених систем зберігання даних, які забезпечують: 1) деталізацію загроз кібербезпеки ГРРС; 2) формалізацію опису патернів розгортання ГРРС у хмарному середовищі з урахуванням доменів готовності за допомогою апарату теоретико-множинного представлення; 3) оцінювання готовності та зменшення часу обслуговування в умовах кібератак завдяки використанню механізму надлишкових читань за допомогою гібридного імітаційного підходу.

2. Вперше запропоновано метод динамічного керування рівнем узгодженості ГРРС, який, на відміну від відомих, базується на побудові доменів змішаного робочого навантаження та дозволяє підвищити готовність системи, гарантуючи при цьому строгу узгодженість даних для підвищення стійкості до DDoS атак.

3. Удосконалено метод надлишкових читань ГРРС, який ґрунтується на використанні надлишковості щодо встановленого рівня узгодженості операцій читання та дозволяє зменшити екстремальні часові затримки та підвищити готовність при встановленому обмеженні на час обслуговування або цілісність в умовах кіберзагроз порушення даних та відмов в обслуговуванні.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи.

Автором дисертаційної роботи:

1. Розроблений комплекс моделей для глобально-розподілених систем зберігання даних є внеском в розвиток методів оцінювання їхньої готовності і кібербезпеки. Вони забезпечують деталізацію формалізованого опису загроз і патернів розгортання ГРРС у хмарному середовищі, з урахуванням доменів

готовності та базуються на механізмі надлишкових читань. Практичне значення результату полягає в тому, що на базі запропонованих моделей розроблено відповідні алгоритми та імітаційні програми, для оцінювання відповідних показників безпеки ГРРС.

2. Розроблений метод динамічного керування рівнем узгодженості ГРРС формує механізм підвищення готовності глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних, завдяки побудові доменів змішаного робочого навантаження і зменшення наслідків кібератак. Практичне значення результату, полягає в підвищенні стійкості до DDoS атак глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних.

3. Удосконалений метод надлишкових читань ГРРС дозволяє створити механізмом підвищення готовності системи, або цілісності даних, завдяки гнучкому використанню надлишковості залежно від встановленого рівня узгодженості операцій читання. Практичне значення результату полягає в тому, що його використання дозволяє зменшити екстремальні часові затримки та підвищити готовність, при встановленому обмеженні на час обслуговування, або цілісність в умовах кіберзагроз порушення даних та відмов в обслуговуванні.

Достовірність отриманих наукових і практичних результатів, підтверджуються обґрунтованістю допускень, прийнятих при розробленні моделей та методів; співпадінням з допустимою точністю результатів аналітичного та імітаційного моделювання, при ідентичних структурах та параметрах глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних, з результатами практичних випробувань та навантажувального тестування.

Отримані наукові результати, можуть бути використані у науково-дослідних та проектних організаціях, ІТ-компаніях, університетах – при викладанні відповідних дисциплін, та інших організаціях, які спеціалізуються в галузі безпечних інформаційних технологій, зокрема, для побудови та забезпечення кібербезпеки та резильєнтності національної критичної ІТ-інфраструктури та захисту інформаційних активів стратегічних галузей промисловості.

5. Апробація/використання результатів дисертації.

Результати досліджень автора обговорювались на наступних конференціях:

1. Міжнародній конференції "Dependable Systems, Services and Technologies" (2020, Київ, Україна),

2. Кафедральному науково-технічному семінарі «Гарантоздатні Інформаційні Технології» (28 жовтня 2020, Харків, Україна),

3. Міжнародному науково-технічному семінарі «Критичні комп'ютерні технології та системи» (27 жовтня 2023, Харків, Україна),

Розроблені автором наукові положення впроваджені в:

1. ТОВ «Софтсерв Інновації» (акт впровадження від 28 серпня 2023) при проектуванні системи підтримки асинхронних запитів для системи електронної комерції;

2. у навчальному процесі Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (акт впровадження від 16 березня 2023);

3. у навчальному процесі Leeds Beckett University при формуванні курсу «Хмарних обчислень» (акт впровадження від 20 липня 2022).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Карпенка Андрія Сергійовича визнана оригінальною роботою, яка виконана самостійно і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Зміст основних розділів дисертації перевірено 12.12.2023 р. на наявність текстових запозичень в системі «UNICHECK», в порівнянні з файлами бібліотеки корпоративного облікового запису Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». Текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 5 наукових публікацій, у тому числі:

- 2 статті у наукових фахових виданнях України категорії Б (з співавторами);
- 2 статті у англомовних журналах категорії А, що індексовані у базі даних Scopus (квартіль Q3) (з співавторами);
- 1 публікація в працях міжнародної конференції, матеріали якої включено у базу даних Scopus (з співавторами).

Статті у наукових фахових видання, затверджених МОН України:

A. Gorbenko, A. Karpenko, and O. Tarasyuk, «Performance evaluation of various deployment scenarios of the 3-replicated Cassandra NoSQL cluster on AWS», Radioelectronic and computer systems, no. 4 (100), pp. 157-165, 2021. DOI: 10.32620/reks.2021.4.13 (наукове фахове видання категорії А, **Scopus, Q3**).

Здобувач розробив теоретико-множинну модель опису патернів розгортання глобально-розподіленої реплікованої системи у хмарному провайдері та дослідив вплив рівня узгодженості та затримок на готовність системи.

J. Ahmed, A. Karpenko, O. Tarasyuk, A. Gorbenko, and A. Sheikh-Akbari «Consistency issue and related trade-offs in distributed replicated systems and databases: a review», Radioelectronic and computer systems, no. 2 (106), pp. 171-179, 2023. DOI: 10.32620/reks.2023.2.14 (наукове фахове видання категорії А, **Scopus, Q3**).

Здобувач виконав аналіз протиріч між властивостями глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних.

A. Карпенко, О. Тарасюк, і А. Горбенко, «Дослідження узгодженості та продуктивності у нереляційних реплікованих баз даних», Сучасні інформаційні системи, т. 5, №3, pp. 66-75, 2021. DOI: doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.09 (наукове фахове видання категорії Б).

Здобувач розробив метод динамічного керування рівнем узгодженості для підвищення готовності глобально-розподіленої реплікованої системи зберігання даних.

О. Тарасюк, А. Горбенко, і А. Карпенко, «Розвиток архітектур, теорем та моделей властивостей розподілених систем зберігання даних», Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, №2, pp. 5-13, 2022. DOI: 10.31891/2219-9365-2022-70-2-1 (наукове фахове видання категорії Б).

Здобувач побудував GSN діаграму еволюції архітектур глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних з урахуванням вимог до кібербезпеки.

Статті у працях міжнародних конференцій, які проіндексовано у Scopus.

A. Gorbenko, O. Tarasyuk, and A. Karpenko, «Analysis of Trade-offs in Fault-Tolerant Distributed Computing and Replicated Databases», in Proceedings of 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies, DESSERT, Kyiv, 2020, pp. 1-6. DOI: 10.1109/DESSERT50317.2020.9125078 (стаття у працях конференції, Scopus).

Здобувач проаналізував фундаментальні компроміси між властивостями глобально-розподілених реплікованих систем: готовністю цілісність (узгодженістю).

8. Висновок наукового керівника

Виконання індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною освітньо-науковою програмою та написання дисертації Карпенком Андрієм Сергійовичем – вважаю успішним. Дисертаційна робота є результатом самостійного дослідження, завершеною науковою працею, яка містить наукову новизну. Вона виконана на належному науковому рівні та відповідає встановленим вимогам до дисертацій докторів філософії, і може бути рекомендована до захисту, а її автор Карпенко Андрій Сергійович, до присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 125 Кібербезпека та захист інформації.

Вважаємо, що дисертаційна робота Карпенка Андрія Сергійовича «Метод та засоби забезпечення кібербезпеки глобально-розподілених реплікованих систем зберігання даних з контрольованою узгодженістю», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44). Відтак, може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 125 Кібербезпека та захист інформації.

Головуючий на засіданні кафедри
комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки
Національного аерокосмічного університету
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»,
доктор технічних наук, професор

Вячеслав ХАРЧЕНКО