ЗАТВЕРДЖУЮ
президент Національного університету
«Київський авіаційний інститут»

_____ Ксенія СЕМЕНОВА

«28» травня 2026 року

ВИСНОВОК

Національного університету «Київський авіаційний інститут» (далі – КАІ) про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Чижова Олександра Вікторовича на тему «Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу веб-сервісів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Витяг

із протоколу № 7 розширеного засідання
кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ
від 28 травня 2026 року

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники кафедри комп'ютерних інформаційних технологій:

Головуючий на засіданні – Савченко Аліна Станіславівна, д.т.н, проф., завідувач кафедри;

Віноградов Микола Анатолійович, д.т.н.,проф., професор кафедри;

Воронін Альбер Миколайович, д.т.н., проф., професор кафедри;

Райчев Ігор Едуардович, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Климова Асія Сабирівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Чуба Ірина Вікторівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Колісник Олена Василівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Зудов Олег Миколайович, к.т.н., доцент кафедри;

Прокопенко Костянтин Ігорович, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Толстікова Олена Володимирівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Сидоренко Вікторія Миколаївна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Положенцев Артем Анатолійович, PhD, доцент кафедри.

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники КАІ:

Нечипорук Олена Петрівна, д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем;

Гнатюк Сергій Олександрович, д.т.н., проф., проректор з наукових досліджень та трансферу технологій;

Одарченко Роман Сергійович, д.т.н., проф., декан факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій;

Ільєнко Сергій Сергійович, к.т.н., доц., доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту;

Охріменко Тетяна Олександрівна, к.т.н., ст. дослідник, заступник декана Факультету комп'ютерних наук та технологій;

Фесенко Андрій Олексійович, к.т.н., доцент, декан Факультету комп'ютерних наук та технологій.

Порядок денний:

Обговорення дисертаційного дослідження аспіранта кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ Чижова Олександра Вікторовича на тему «Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу веб-сервісів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Науковий керівник – к.т.н., доцент, декан Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ ФЕСЕНКО Андрій Олексійович.

Дисертація виконувалася на кафедрі комп'ютерних інформаційних технологій Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ. Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Факультету кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії (протокол №9 від 28 листопада 2022 року).

Уточнену редакцію теми дисертаційного дослідження затверджено на засіданні Вченої ради Факультету комп'ютерних наук та технологій (протокол № 9 від 19 вересня 2025 року).

Виступили:

Здобувач Чижов Олександр Вікторович представив результати свого дослідження, обґрунтувавши актуальність обраної теми, мету, завдання, методи дослідження, охарактеризувавши об'єкт та предмет дисертаційного дослідження, виклав основні наукові положення та висновки, що виносяться на захист, вказав науково-практичну значимість роботи, зазначив про впровадження результатів дослідження.

Дисертаційна робота присвячена розробленню та обґрунтуванню інформаційної технології оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу вебсервісів. У роботі розглянуто актуальну науково-прикладну задачу масового обслуговування великої кількості слабонавантажених доменів в умовах стохастичного багатодоменного трафіку, нерівномірного розподілу попиту між доменами, домінування захищених TLS-з'єднань, жорстких вимог до доступності та швидкодії за SLA, а також наявності загроз доступності на прикладному рівні.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності використання обчислювальних ресурсів у системах масового вебхостингу за одночасного дотримання вимог до доступності та швидкодії

вебсервісів. Здобувачем запропоновано комплексний підхід, який поєднує математичне планування ємності хмарного кластера, удосконалений метод адаптивного масштабування, метод оцінювання ресурсної ефективності консолідації та модель асинхронного контуру прикладного захисту. Представлено математичні моделі, метод та архітектурні рішення, що відображають взаємозв'язок між інтенсивністю стохастичного багатодоменного трафіку, параметрами обслуговування, обмеженнями оперативної пам'яті, цільовими вимогами SLA та механізмами керування ресурсами і захистом у динамічному хмарному кластері.

У межах дослідження удосконалено метод визначення необхідної конфігурації хмарного кластера та керування його масштабуванням, який, на відміну від статичних підходів до резервування ресурсів, дає змогу адаптивно визначати мінімально достатню ємність системи відповідно до поточного рівня стохастичного багатодоменного навантаження та вимог до якості обслуговування. Запропоновані рішення сприяють підвищенню ефективності використання оперативної пам'яті, зменшенню ризику перевантаження вузлів і забезпеченню стабільності функціонування хмарного середовища в умовах короткочасних флуктуацій трафіку.

Розроблено математичну модель адаптивного керування ємністю хмарного кластера масового вебхостингу, у якій інфраструктуру подано як єдиний пул обчислювальних ресурсів, а оперативну пам'ять визначено як критично обмежувальний ресурс, що задає допустиму конкурентність оброблення запитів. Модель орієнтована на забезпечення дотримання вимог SLA в умовах стохастичного навантаження, нерівномірного розподілу попиту між доменами та динамічної зміни конфігурації системи.

Також розроблено метод асинхронного контуру прикладного захисту, який формалізує функціонування підсистеми відкладеного аналізу HTTP/HTTPS-запитів поза критичним шляхом оброблення легітимного трафіку. На основі цього методу описано динаміку багатоканальної системи з обмеженою чергою, механізм відкладеної верифікації та умови своєчасної реакції на прикладні атаки без внесення додаткової затримки в основний тракт обслуговування.

Для перевірки ефективності запропонованих рішень було сформовано дослідницький програмний прототип і проведено експериментальне дослідження в умовах, наближених до практичних сценаріїв масового багатодоменного вебхостингу. Це дало змогу підтвердити працездатність розроблених моделей, архітектурних принципів і механізмів керування ресурсами та прикладного захисту в динамічному хмарному кластері.

Впровадження результатів дослідження підтверджено актами впровадження у наукових та освітніх установах, а також захищено 1 патентом України на корисну модель.

У процесі експериментальної перевірки одержано кількісні підтвердження ефективності запропонованих рішень. Встановлено, що перехід від традиційної моделі спільного хостингу до динамічного кластерного підходу забезпечує підвищення ресурсної ефективності використання оперативної пам'яті, при цьому інтегральний коефіцієнт ефективності консолідації становить 0,336, що відповідає зменшенню інтегральних витрат RAM на 33,6 % за практично однакового рівня

SLA. Також показано, що застосування методу асинхронного контуру прикладного захисту дозволяє скоротити час стабілізації кластера під час прикладних атак приблизно у 5,5–6,3 рази порівняно з режимом без захисту, а втрати легітимного трафіку зменшити приблизно у 4,7–5,0 рази.

Після закінчення презентації Чижова О.В. присутніми на захисті фахівцями були поставлені наступні запитання:

Запитання до здобувачки:

1. **НЕЧИПОРУК О.П.,** д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем КАІ.

Запитання: Чому для оцінювання необхідної ємності хмарного кластера Ви обрали саме втратну модель Ерланга В, і наскільки коректним є її застосування до вебхостингу?

Відповідь: Дякую за запитання. Модель Ерланга В обрано тому, що в цій архітектурі критичним є не середнє завантаження CPU, а кількість запитів, які система може одночасно обробити в межах доступної оперативної пам'яті. Тому вона добре підходить для оцінювання ймовірності перевищення ємності кластера і ризику порушення SLA. Коректність такого підходу була додатково перевірена експериментально на програмному прототипі.

2. **САВЧЕНКО А.С.,** д.т.н., проф., завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ.

Запитання: Чому саме оперативна пам'ять у Вашій роботі розглядається як основний обмежувальний ресурс кластера?

Відповідь: Дякую за запитання. Це пов'язано зі специфікою масового вебхостингу. У таких системах саме оперативна пам'ять найчастіше визначає, скільки запитів можна обробляти одночасно. Якщо пам'яті не вистачає, починаються черги, підкачка і різке погіршення швидкодії. Процесор у таких сценаріях зазвичай менш критичний, тому в роботі взято саме RAM як основний обмежувальний ресурс.

Запитання: Чи можна застосувати Ваші результати поза сферою вебхостингу?

Відповідь: Дякую за запитання. Так, можна. Ці підходи можуть застосовуватися не лише у вебхостингу, а й в інших хмарних сервісах, де потрібно динамічно керувати ресурсами, підтримувати стабільну роботу і протидіяти прикладним атакам. Наприклад, це SaaS-платформи, API-сервіси та різні багатоклієнтські вебсистеми.

3. **ГНАТЮК С.О.,** д.т.н., проф., проректор з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ.

Запитання: У чому полягає принципова перевага запропонованого Вами підходу до масштабування кластера порівняно зі звичайним пороговим автоскейлінгом?

Відповідь: Дякую за запитання. Відмінність у тому, що масштабування спирається не просто на поточну метрику, а на розрахунок мінімально достатньої ємності кластера з урахуванням допустимої ймовірності блокування та цільового

рівня SLA. Крім того, у роботі використано механізми, які запобігають зайвому перемикання при коротких сплесках навантаження. Це робить керування кластером стабільнішим.

Запитання: Які параметри математичної моделі є найбільш чутливими з погляду точності розрахунку необхідної ємності кластера?

Відповідь: Дякую за запитання. Найбільш чутливими є три параметри: інтенсивність вхідного трафіку, середній час оброблення запиту та обсяг оперативної пам'яті, який фактично припадає на один конкурентний запит. Саме вони безпосередньо визначають розрахункове навантаження і мінімально достатню ємність кластера.

4. **ОДАРЧЕНКО Р.С.,** д.т.н., проф., декан факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Запитання: Які обмеження має запропонована математична модель планування ємності кластера, і в яких умовах її застосування потребує додаткового уточнення?

Відповідь: Дякую за запитання. Ця модель розрахована насамперед на масовий вебхостинг зі слабонавантаженими сайтами, де навантаження можна розглядати як сумарний стохастичний потік, а головним обмеженням є оперативна пам'ять. Якщо ж ідеться про CPU-важкі задачі, довгі блокувальні операції або дуже неоднорідні запити, тоді модель уже треба додатково уточнювати. Тобто вона добре працює для свого класу систем, але не претендує на повну універсальність.

5. **СИДОРЕНКО В.М.,** к.т.н., доц., доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ.

Запитання: Чи не створює асинхронний контур захисту ризик занадто пізньої реакції на атаку, і як це враховано у Вашій моделі?

Відповідь: Дякую за запитання. Такий ризик справді є, тому в роботі він окремо врахований у моделі асинхронного контуру прикладного захисту. Ідея полягає в тому, що складний аналіз не виконується в основному тракті оброблення запитів, але час реакції не повинен бути більшим за межу, після якої атака вже починає суттєво впливати на кластер. Саме тому модель дозволяє оцінити допустимі параметри черги, продуктивність аналізатора і час реакції, за яких такий підхід залишається ефективним.

Запитання: Які саме експериментальні результати, на Вашу думку, найпереконливіше підтверджують практичну ефективність запропонованої інформаційної технології?

Відповідь: Дякую за запитання. Найпереконливішими я вважаю два результати. Перший - це підтверджене зменшення інтегральних витрат оперативної пам'яті на 33,6 % порівняно з традиційною моделлю shared hosting. Другий - це результати для методу асинхронного контуру прикладного захисту. Під час HTTP flood-атаки час стабілізації кластера скорочується приблизно у 5,5–6,3 рази, а втрати легітимного трафіку зменшуються приблизно у 4,7–5,0 рази.

6. **ОХРІМЕНКО Т.О.,** к.т.н., ст. дослідник, заступник декана ФКНТ.

Запитання: Які, на Вашу думку, фактори є найбільш критичними для практичного впровадження запропонованої інформаційної технології у реального хмарного провайдера?

Відповідь: Дякую за запитання. Найбільш критичними я вважаю три фактори: по-перше, якість вхідної телеметрії, бо без коректних даних неможливо надійно керувати масштабуванням; по-друге, правильну архітектурну підготовку платформи, насамперед перехід до stateless-обчислювальних вузлів і винесення стану в окремий шар; по-третє, обережне налаштування параметрів керування і захисту, щоб система не створювала автоколивань і не погіршувала обслуговування легітимного трафіку. Тобто головне тут не лише сама модель, а готовність інфраструктури коректно її реалізувати.

7. **ІЛЬЄНКО С.С.,** к.т.н., доц., доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту КАІ.

Запитання: Яким чином Ваша математична модель дозволяє перейти від стохастичних характеристик трафіку до практичного рішення щодо необхідної конфігурації кластера?

Відповідь: Дякую за запитання. Модель дозволяє перейти від характеристик трафіку до практичного рішення через формалізований зв'язок між інтенсивністю запитів, середнім часом їх оброблення, допустимою конкурентністю та ймовірністю відмови в обслуговуванні. На цій основі обчислюється мінімально достатня ємність кластера

Запитання: Яким чином забезпечується стійкість керувального контуру до короткочасних пікових змін навантаження?

Відповідь: Дякую за запитання. Стійкість забезпечується тим, що кластер не реагує на кожен короткий сплеск навантаження. Рішення про масштабування приймається за згладженими даними і з додатковими запобіжниками, які не дають системі занадто часто перебудовуватися. Саме це зменшує ризик зайвих перемикань і автоколивань.

Після відповідей на запитання виступили:

Науковий керівник – к.т.н., доцент, декан факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ Фесенко Андрій Олексійович.

ФЕСЕНКО А.О.: Доброго дня, шановні колеги! Хочу подякувати за увагу до роботи Чижова Олександра Вікторовича. Представлена дисертація є результатом самостійної, системної й послідовної роботи, що поєднала ґрунтовний теоретичний аналіз, математичне моделювання та практичні експерименти.

Шановні колеги, дисертаційна робота Чижова Олександра Вікторовича присвячена актуальній і практично важливій проблемі – оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу вебсервісів.

Актуальність цієї теми, на мою думку, не викликає сумнівів. Сьогодні провайдери масового хостингу стикаються з постійним викликом: як максимально ущільнити розміщення сотень тисяч клієнтських сайтів, щоб це було економічно

виправдано і при цьому не порушити жорсткі вимоги SLA. Традиційна модель спільного хостингу, де значна частина ресурсу резервується статично, традиційні підходи до організації shared hosting дедалі частіше не забезпечують належної ефективності використання ресурсів. Водночас стохастичний трафік, тотальний перехід на ресурсоємні HTTPS-з'єднання та зростання кількості кіберзагроз значно ускладнюють управління кластером. Дисертація Олександра ЧИЖОВА пропонує технічно зріле вирішення цієї проблеми.

У дисертації розроблено математичну модель планування ємності хмарного кластера, удосконалено підхід до керування масштабуванням і запропоновано метод асинхронного контуру прикладного захисту. Важливо, що ці результати не існують окремо один від одного, а поєднані в цілісну інформаційну технологію. Саме це, на мій погляд, є однією з сильних сторін роботи.

Окремо хочу підкреслити, що здобувач не обмежився лише теоретичними побудовами. Основні положення роботи були перевірені на програмному прототипі та в експериментальних сценаріях, наближених до практичних умов. Це дало змогу не лише сформулювати моделі й підходи, а й показати їхню працездатність і практичну доцільність.

У процесі роботи Олександр Вікторович проявив самостійність, наполегливість і добру дослідницьку дисципліну. Він вміє працювати з науковими джерелами, критично оцінювати наявні підходи, коректно формулювати власні результати і доводити дослідження до завершеного стану. Як науковий керівник, можу сказати, що роботу виконували системно й послідовно.

Здобувач повністю виконав індивідуальний навчальний план і план наукової роботи. У ході підготовки дисертації він продемонстрував належний рівень теоретичних знань, володіння математичним апаратом, навички моделювання, програмної реалізації та експериментальної перевірки результатів. Отримані результати відповідають спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

У цілому вважаю, що дисертаційна робота Чижова Олександра Вікторовича є завершеним самостійним науковим дослідженням, а її результати мають наукову новизну, практичне значення і цілком відповідають вимогам, які висуваються до кваліфікаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Результати дослідження мають як фундаментальне значення, так і широкі прикладні перспективи, а автор Чижов Олександр Вікторович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії, на підставі «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», який затверджено Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Рецензенти дисертаційної роботи, які наголосили на позитивних аспектах дослідження та висловили свої побажання та зауваження:

ОДАРЧЕНКО Р.С., д.т.н., проф., декан факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

Дисертаційна робота Чижова Олександра Вікторовича «Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних

кластерах для динамічного хостингу вебсервісів» присвячена актуальній задачі підвищення ресурсної ефективності масового вебхостингу без втрати якості обслуговування і без зниження рівня прикладного захисту. Актуальність цієї теми зумовлена тим, що сучасні хостинг-платформи працюють в умовах нерівномірного багатодоменного навантаження, широкого використання TLS, жорстких вимог до доступності сервісів і постійної потреби протидіяти прикладним атакам.

Позитивним аспектом роботи є її комплексний характер. У дисертації послідовно поєднано аналіз проблеми, побудову математичних моделей, розроблення методів і архітектурних рішень, програмну реалізацію основних компонентів та їх експериментальну перевірку на дослідницькому прототипі. Це свідчить про цілісність дослідження та належний рівень його практичної орієнтації.

Автором розроблено математичну модель планування ємності хмарного кластера масового вебхостингу, у якій інфраструктуру подано як єдиний пул ресурсів, а оперативну пам'ять обґрунтовано розглянуто як критично обмежувальний ресурс. Удосконалено метод визначення необхідної конфігурації кластера та керування його масштабуванням на основі чисельно стійкого розрахунку ймовірності блокування й механізмів стабілізації керувального контуру. Також розроблено модель асинхронного контуру прикладного захисту, яка дозволяє винести ресурсоємний аналіз HTTP/HTTPS-запитів поза критичний шлях обслуговування легітимного трафіку.

Суттєвим результатом роботи є те, що запропоновані рішення не лише мають теоретичне обґрунтування, а й підтверджені експериментально. Зокрема, у дисертації показано, що перехід до кластерного підходу підвищує ресурсну ефективність порівняно з традиційною моделлю shared hosting, а використання асинхронного контуру прикладного захисту дозволяє скоротити час стабілізації кластера під час прикладних атак і зменшити втрати легітимного трафіку. Це підтверджує досягнення поставленої мети дослідження та практичну цінність одержаних результатів.

До зауважень можна віднести те, що в роботі окремі експериментальні результати могли б бути подані ще більш розгорнуто, зокрема в частині аналізу меж застосовності побудованих моделей для сценаріїв із суттєво неоднорідним профілем запитів. Разом з тим, зазначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи та можуть розглядатися як напрями подальшого розвитку дослідження.

На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Чижова Олександра Вікторовича є завершеним самостійним науковим дослідженням, відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує на присудження відповідного ступеня.

ІЛЬЄНКО С.С., к.т.н., доц., доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту КАІ.

У дисертаційній роботі Чижова Олександра Вікторовича «Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних

кластерах для динамічного хостингу вебсервісів» розглянуто актуальну для сучасних хмарних систем задачу раціонального використання ресурсів у масовому вебхостингу за одночасного забезпечення доступності сервісів і прикладного захисту. Актуальність теми зумовлена тим, що в реальних умовах провайдер повинен працювати з великим числом слабонавантажених доменів, нерівномірним трафіком, значним обсягом TLS-трафіку та ризиком прикладних атак.

До сильних сторін роботи відношу чітку орієнтацію на практичну задачу і наявність конкретних наукових результатів. У дисертації розроблено математичну модель адаптивного керування ємністю хмарного кластера, у якій оперативну пам'ять обґрунтовано використано як основний обмежувальний ресурс. Це дозволило перейти від загальних міркувань про навантаження до формалізованого визначення мінімально достатньої конфігурації кластера з урахуванням вимог SLA. У роботі також удосконалено метод масштабування кластера за рахунок чисельно стійкого розрахунку ймовірності блокування та механізмів, що зменшують ризик нестійкої роботи контуру керування. Окремо слід відзначити розроблену модель асинхронного контуру прикладного захисту, яка дає змогу винести ресурсоємний аналіз HTTP/HTTPS-запитів за межі основного тракту оброблення й тим самим не погіршувати швидкодію легітимного трафіку.

Позитивним є і те, що автор не обмежився лише побудовою моделей. У роботі подано архітектурні рішення для динамічного хмарного кластера, реалізовано дослідницький програмний прототип і проведено експериментальну перевірку запропонованих рішень. Практичне значення роботи підсилюється тим, що автор не просто декларує ефективність кластерного підходу, а виконує її кількісне оцінювання через інтегральне порівняння з традиційною моделлю shared hosting.

На мою думку, найбільш цінним у дисертації є саме поєднання трьох складових: моделі планування ємності, керованого масштабування та асинхронного прикладного захисту. Саме в такому поєднанні робота виходить за межі локального вдосконалення окремого алгоритму і набуває характеру цілісної інформаційної технології.

Разом із тим, можна зазначити, що в роботі доцільно було б дещо ширше подати аналіз сценаріїв, у яких поряд з обмеженнями оперативної пам'яті істотну роль відіграють інші ресурси, насамперед процесорний час. Окремої уваги в подальшому міг би потребувати більш детальний аналіз організації прав доступу на stateless-вузлах у багатодоменному хостингу, зокрема з погляду ізоляції клієнтських середовищ. Однак ці моменти не змінюють загальної позитивної оцінки дисертації.

Вважаю, що дисертаційна робота Чижова Олександра Вікторовича відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», є завершеним самостійним науковим дослідженням, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії.

В **обговоренні** дисертаційного дослідження взяли участь:

ОХРІМЕНКО Т.О., к.т.н., ст. дослід., заступник декана факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ акцентувала увагу на те, що дисертація має добре вибудувану наукову логіку: від постановки задачі до формування цілісної

інформаційної технології. Сильною стороною роботи є те, що автор не зупинився на окремому алгоритмі чи локальному рішенні, а запропонував узгоджену систему моделей, методів і архітектурних рішень для масового динамічного вебхостингу. Було підкреслено, що така постановка роботи має не лише прикладне, а й методологічне значення для подальших досліджень у сфері хмарних обчислень. Робота відповідає всім вимогам, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

НЕЧИПОРУК О.П., д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем КАІ відзначив обґрунтованість математичного апарату, покладеного в основу дисертації. Зокрема, позитивно оцінено використання моделі планування ємності кластера, орієнтованої на реальні умови стохастичного багатодоменного навантаження, а також те, що автор пов'язує питання ресурсної ефективності з вимогами до якості обслуговування. Окремо було наголошено, що робота має чітко виражений практичний вихід, оскільки запропоновані підходи можуть бути застосовані під час побудови та модернізації реальних платформ масового вебхостингу. Зазначила, що дисертаційна робота Чижова О. відповідає встановленим вимогам до завершених наукових досліджень за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», у зв'язку з чим її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії.

САВЧЕНКО А.С., д.т.н., проф., завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ відзначила цілісність і завершеність дисертаційного дослідження. Було підкреслено, що автор послідовно опрацював усі ключові складові роботи: виконав аналіз сучасного стану проблеми, побудував математичні моделі, запропонував підходи до масштабування та прикладного захисту, реалізував програмний прототип і провів експериментальну перевірку. Також було зазначено, що результати дисертації мають значення не лише для наукової, а й для освітньої діяльності, оскільки можуть бути використані під час підготовки здобувачів у межах спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Роботу підтримує.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Чижова Олександра Вікторовича на тему «Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу веб-сервісів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

1. Обґрунтування вибору теми дослідження. Вибір теми дисертаційної роботи Чижова Олександра Вікторовича зумовлений практичними та науковими проблемами, що виникають у сфері сучасного масового вебхостингу. Сьогодні хостинг-провайдери повинні одночасно обслуговувати велику кількість слабонавантажених вебресурсів, забезпечувати належний

рівень доступності та швидкодії сервісів, дотримуватися вимог SLA і водночас раціонально використовувати обчислювальні ресурси інфраструктури. За таких умов традиційні підходи, засновані на статичному резервуванні ресурсів, дедалі частіше виявляються недостатньо ефективними.

Актуальність теми посилюється тим, що навантаження в таких системах має стохастичний характер, нерівномірно розподіляється між доменами та істотно змінюється в часі. Додаткову складність створюють широке використання TLS, яке збільшує навантаження на інфраструктуру, а також необхідність протидії прикладним атакам, насамперед атакам типу HTTP flood. У таких умовах постає потреба не лише в ефективному плануванні ємності хмарного кластера, а й у побудові архітектурних і алгоритмічних рішень, які дозволяють поєднати ресурсну ефективність, стабільність роботи та прикладний захист.

Обраний напрям дослідження є важливим і з теоретичного, і з практичного погляду. З наукової точки зору він пов'язаний із розробленням математичних моделей, методів і архітектурних принципів керування ресурсами в умовах стохастичного багатодоменного навантаження. З практичного боку результати роботи можуть бути використані під час проєктування та розвитку платформ масового вебхостингу, а також в інших багатоклієнтських хмарних системах, де критичними є динамічне масштабування, дотримання вимог до доступності та захист від прикладних атак.

Таким чином, вибір теми дисертаційного дослідження є обґрунтованим, оскільки вона відповідає реальним потребам розвитку хмарних інфраструктур, спрямована на розв'язання актуальних науково-прикладних задач і має очевидну практичну значущість.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційну роботу виконано в Національному університеті «Київський авіаційний інститут» відповідно до планів науково-дослідної роботи кафедри комп'ютерних інформаційних технологій. Тематично дисертаційне дослідження пов'язане з напрямами наукових робіт, присвячених хмарним обчисленням, оптимізації використання обчислювальних ресурсів, балансуванню навантаження, забезпеченню доступності веб-сервісів та інформаційній безпеці хмарних інфраструктур в умовах прикладних атак. Особисто автором у межах зазначеного напряму виконано дослідження, пов'язані з розробленням математичних моделей планування ємності хмарного кластера, методу адаптивного масштабування, моделі асинхронного контуру прикладного захисту та архітектурних засад динамічного хостингу вебсервісів.

Тема дисертації відповідає освітньо-науковій програмі «Комп'ютерні науки» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології» в КАІ (зокрема, ОК 1.3.1, ОК 1.3.4 та ОК 1.3.5).

3. Мета і завдання дослідження. Мета дослідження полягає у розробленні інформаційної технології оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу вебсервісів із забезпеченням вимог SLA та можливістю застосування

прикладного захисту без погіршення швидкодії легітимного трафіку. Для досягнення поставленої мети було визначено такі *завдання*:

- Проаналізувати сучасні архітектурні підходи до організації масового вебхостингу, методи консолідації ресурсів, масштабування та засоби прикладного захисту.
- Розробити математичну модель планування ємності хмарного кластера для динамічного вебхостингу.
- Розробити математичну модель асинхронного контуру прикладного захисту.
- Удосконалити метод визначення необхідної ємності кластера і керування його масштабуванням, а також розробити підхід до оцінювання ресурсної ефективності консолідації.
- Обґрунтувати архітектурні принципи побудови динамічного хмарного кластера, реалізувати програмний прототип і провести експериментальну перевірку запропонованих рішень.

4. Об'єктом дослідження є процеси планування, динамічного розподілу та адаптивного керування обчислювальними ресурсами в хмарних системах масового обслуговування вебсервісів.

5. Предметом дослідження є математичні моделі, методи та алгоритми оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарному кластері динамічного вебхостингу з урахуванням ймовірнісних вимог до якості обслуговування та асинхронної організації контуру прикладного захисту.

6. Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань у дисертаційній роботі використано методи теорії масового обслуговування, втратні моделі Ерланга, математичне моделювання, методи теорії ймовірностей, статистичного аналізу та чисельні рекурентні методи. Їх застосування дозволило формалізувати процеси надходження й обслуговування запитів, описати стохастичні характеристики багатодоменного трафіку, оцінити параметри функціонування системи та забезпечити стійкий розрахунок показників якості обслуговування.

Також у роботі використано методи системного й архітектурного аналізу, програмної інженерії та експериментального дослідження. Це дало змогу обґрунтувати принципи побудови динамічного хмарного кластера й асинхронного контуру прикладного захисту, реалізувати дослідницький програмний прототип та провести перевірку працездатності розроблених моделей, методів і архітектурних рішень у сценаріях, наближених до реальних умов масового динамічного вебхостингу.

7. Наукова новизна дослідження:

вперше:

– розроблено математичну модель адаптивного керування ємністю хмарного кластера масового вебхостингу, яка, на відміну від підходів статичного резервування, розглядає інфраструктуру як єдиний обчислювальний

пул і визначає оперативну пам'ять як критично обмежувальний ресурс. Це дало змогу формалізувати вимоги SLA через цільову ймовірність відмови в обслуговуванні за формулою Ерланга B та визначати мінімально достатню ємність кластера в умовах стохастичного багатодоменного трафіку;

– розроблено математичну модель асинхронного контуру прикладного захисту, яка, на відміну від синхронних схем інспекції трафіку, описує підсистему відкладеного аналізу HTTP/HTTPS-запитів поза критичним шляхом обслуговування як багатоканальну систему з обмеженою чергою. Модель враховує механізм відкладеної верифікації та умови своєчасного реагування на атаки, що дає змогу поєднати вимоги безпеки зі збереженням швидкодії легітимного трафіку;

удосконалено:

– метод визначення необхідної конфігурації хмарного кластера та керування його масштабуванням шляхом використання чисельно стійкої рекурентної процедури розрахунку ймовірності блокування, ітеративного підбору мінімально достатньої ємності та механізмів порогового і часового гістерезису. Це зменшує ризик автоколивань системи під час короткочасних флуктуацій навантаження;

набула подальшого розвитку:

– методика оцінювання ресурсної ефективності консолідації в масовому вебхостингу, яка ґрунтується на інтегральному порівнянні фрагментованої архітектури та динамічного кластера за функціями загальних витрат ресурсу, а не на локальних оцінках завантаження окремих вузлів. Це дає змогу кількісно обґрунтовувати доцільність переходу до кластерної моделі за умови дотримання SLA.

8. Теоретичне значення. Теоретичне значення одержаних результатів полягає в розвитку теоретичних засад оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для масового динамічного вебхостингу. У дисертації розроблено математичну модель планування ємності хмарного кластера в умовах стохастичного багатодоменного навантаження, удосконалено метод визначення необхідної конфігурації кластера та керування його масштабуванням, а також розроблено математичну модель асинхронного контуру прикладного захисту. Це поглиблює теоретичні уявлення про зв'язок між інтенсивністю трафіку, параметрами оброблення запитів, обмеженнями оперативної пам'яті, імовірнісними вимогами SLA та умовами своєчасної реакції на прикладні атаки. Подальшого розвитку набув підхід до оцінювання ресурсної ефективності консолідації, що створює теоретичну основу для кількісного порівняння традиційної моделі shared hosting і динамічного кластерного підходу.

9. Практичне значення та використання результатів дисертаційного дослідження полягає у створенні можливості їх використання для побудови та модернізації інфраструктури масового вебхостингу. Розроблені моделі, методи та архітектурні рішення дають змогу визначати мінімально достатню ємність хмарного кластера, здійснювати адаптивне масштабування без автоколивань

керувального контуру, підвищувати ефективність консолідації ресурсів і забезпечувати дотримання вимог SLA. Запропонований асинхронний контур прикладного захисту дозволяє виконувати аналіз HTTP/HTTPS-запитів поза критичним шляхом обслуговування без погіршення швидкодії легітимного трафіку. Одержані результати можуть бути використані хостинговими компаніями, постачальниками хмарної інфраструктури, а також розробниками багатодоменних вебплатформ і систем балансування навантаження.

Одержані результати було використано:

- у навчальному процесі Державного університету «Київський авіаційний інститут» під час викладання дисциплін «Хмарні технології» та «Адміністрування комп'ютерних систем та мереж» (*акт про впровадження результатів від 30.01.2026)*;

- у діяльності ТОВ «АксонСофт» для аудиту поточної ефективності використання серверного парку компанії (*акт про впровадження результатів*),

Результати дисертаційної роботи використано в ТОВ «АксонСофт» для аудиту поточної ефективності використання серверного парку компанії (*акт про впровадження результатів*), а також у навчальному процесі Державного університету «Київський авіаційний інститут» під час викладання дисциплін «Хмарні технології» та «Адміністрування комп'ютерних систем та мереж» (*акт про впровадження результатів від 30.01.2026 року*).

10. Особистий внесок здобувача. Дисертація «Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу веб-сервісів», Чижова Олександра Вікторовича є самостійною науковою працею, в якій наведено теоретичні положення і висновки, власні ідеї та розробки автора, які дають змогу вирішити поставлені завдання. Усі висновки та практичні рекомендації, винесені на захист, розроблені дисертантом особисто. Використані в дисертації ідеї, положення чи гіпотези інших авторів мають відповідні посилання і використані лише для підкріплення ідей здобувача.

11. Апробація результатів дослідження. Наукові результати та основні положення дисертаційної роботи доповідались, обговорювались на всеукраїнських, міжнародних семінарах та конференціях, а саме: «Проблеми кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем» (Київ, 2023); «Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві» (Київ, 2023); «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології» (Кропивницький, 2023); «AVIA-2025» (Київ, 2025); «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу» (Київ, 2025).

12. Публікації. Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено в 4 наукових публікаціях, серед них 2 публікації у наукових фахових виданнях України категорії Б, 2 – у виданнях, проіндексованих у базі даних *Scopus*, 1 патент України на корисну модель, а також 6 публікацій, які додатково відображають наукові результати дисертації.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Chizhov A., Fesenko A. Intelligent load balancing management in cloud web hosting: Evaluation criteria and methodology. *Problems of Informatization and Management*. 2025. No. 3(83). P. 138–147. DOI: 10.18372/2073-4751.83.20551.

Особистий внесок автора: розроблено систему критеріїв оцінювання балансувальників навантаження для хмарного вебхостингу, сформульовано методологію їх експериментального порівняння, визначено показники оцінювання та проведено аналіз отриманих результатів.

Особистий внесок Фесенко А.: сформульовано наукову постановку задачі дослідження, визначено методологічні підходи до оцінювання балансувальників навантаження для хмарного вебхостингу, здійснено наукове консультування під час розроблення системи критеріїв оцінювання та інтерпретації отриманих результатів.

2. Чижов О., Фесенко А. Метод планування потужностей для консолідації ресурсів у масовому хмарному веб-хостингу. *Проблеми інформатизації та управління*. 2025. Т. 83, № 4. С. 151–161. DOI: 10.18372/2073-4751.84.20905.

Особистий внесок автора: розроблено математичну модель планування ємності хмарного кластера для масового вебхостингу, сформульовано умови дотримання SLA, запропоновано метод визначення мінімально достатньої конфігурації та виконано відповідні розрахунки.

Особистий внесок Фесенко А.: сформульовано наукову постановку задачі планування ємності хмарного кластера, визначено методологічні засади побудови математичної моделі та методу планування потужностей, здійснено наукове консультування й інтерпретацію отриманих результатів.

Статті в іноземних виданнях:

3. Chizhov A., Fesenko A. Web hosting companies' client solutions: A study of a strategic standpoint. *Corporate & Business Strategy Review*. 2025. Vol. 6, №. 1. P. 421–429. DOI: 10.22495/cbsrv6i1siart18 (*Scopus, Q3*). ISSN1810-3057

Особистий внесок автора: проведено порівняльний аналіз підходів до надання вебхостингових послуг, обґрунтовано доцільність переходу до хмарної кластерної моделі для слабонавантажених вебресурсів, виконано інтерпретацію результатів дослідження.

4. Chizhov A., Fesenko A., Ziuziun V., Basshykyzy D. Cloud shared hosting DDoS resistance and potential ways of protection. *CEUR Workshop Proceedings*. 2025. Vol. 3925. P. 13–23. (*Scopus*, Q4), ISSN 1613-0073

Особистий внесок автора: обґрунтовано підхід до підвищення стійкості хмарного shared hosting до DDoS-атак типу HTTP Flood, адаптовано модель оцінювання доступності за атакувальних впливів, сформульовано архітектурні принципи асинхронного захисного контуру та виконано аналіз ефективності запропонованих рішень.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

5. Чижов О., Фесенко А., Пустосвіт М., Німченко Т. Методи оптимізації розподілу навантаження на обчислювальний ресурс інфраструктури хмарного сервісу. *Захист інформації*. 2023. Т. 25, № 4. С. 207–213. DOI: 10.18372/2410-7840.25.18226.

6. Чижов О., Фесенко А. Застосування моделі Маркова при діагностиці інфраструктури хмарного сервісу. Проблеми кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем : збірник матеріалів доповідей та тез (м. Київ, 27 квіт. 2023 р.). Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2023. С. 157–158.

7. Чижов О., Фесенко А. Застосування змішаної моделі Гауса при діагностиці інфраструктури хмарного сервісу. Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві : збірник тез доповідей і наукових повідомлень учасників VII Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 29 верес. 2023 р.) / за заг. ред. В. Плескач, В. Зосімов, О. Булгакова. Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2023. С. 276–279.

8. Чижов О., Фесенко А. SaaS cloud shared hosting як сучасне рішення для малого бізнесу, щоб бути онлайн. Інформаційна безпека та комп'ютерні технології : тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції до 30-річчя кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення (м. Кропивницький, 1 листоп. 2023 р.). М-во освіти і науки України, Центральноукраїнський національний технічний університет, каф. кібербезпеки та програмного забезпечення. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С. 109–110.

9. Chizhov A., Fesenko A. Cloud Migration Failures: Root Causes and Practical Remediation Framework. AVIA-2025 : матеріали XXV Міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 23–24 травня 2025 р.). Київ : КАІ, 2025. Секція 16. С. 16.6–16.9.

10. Чижов О. В., Фесенко А. О. Методологія експериментальної перевірки балансувальників HTTPS у кластерних вебхостингових середовищах. Міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу» : тези доповідей (Київ, 22–23 жовтня 2025 р.). Київ : КАІ, 2025. С. 96–97. DOI: 10.18372/kai.2025.b04/itla.

Патент-на корисну модель:

11. Спосіб захисту вебдодатків на основі асинхронного аналізу запитів: пат. 160974 U Україна: H04W 12/08 , G06F 21/00 , G06F 12/14 / Дуднік А. С., Фесенко А. О., Чижов О. В.; заявник і патентовласник ПрАТ «ВНЗ» МАУП». № u 2025 02265; заявл. 13.05.2025; опубл. 22.10.2025, Бюл. № 43. 4 с.

Особистий внесок автора: запропоновано технічну ідею та принцип функціонування способу захисту обчислювальних ресурсів хмарного вебхостингового кластера від DDoS-атак типу HTTP Flood, розроблено логіку асинхронного аналізу HTTP/HTTPS-запитів і механізм формування динамічного списку блокування.

13. Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків і списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації становить 243 сторінки, із них – 190 сторінок основного тексту. Робота містить 31 рисунок, 15 таблиць, 8 додатків. Список використаних джерел налічує 114 найменувань.

14. Характеристика особистості здобувача. Під час підготовки дисертаційної роботи Чижов Олександр Вікторович проявив себе як ініціативний і наполегливий дослідник, здатний комплексно поєднувати теоретичні знання та практичні навички. Він продемонстрував високий рівень наукової самостійності, креативності у постановці та вирішенні завдань, уміння систематизувати й аналізувати великий обсяг інформації. Здобувач вільно володіє сучасними методами математичного моделювання, алгоритмічного проєктування та програмної реалізації, що дало змогу отримати вагомі результати як теоретичного, так і прикладного характеру. Під час роботи над дисертацією Олександр Вікторович виявив здатність ефективно планувати дослідницьку діяльність, дотримуватися термінів виконання етапів дослідження та інтегрувати отримані результати у навчальний процес і практику.

15. Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертація викладена науковим стилем сучасною українською мовою, із використанням усталеної термінології галузі «Комп'ютерні науки». Виклад матеріалу відзначається чіткістю, логічною послідовністю та аргументованістю.

Структура тексту відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України щодо дисертаційних робіт, усі положення та результати подані в академічно коректній формі.

16. Відповідність принципам академічної доброчесності. Дисертація відповідає чинним принципам академічної доброчесності. У роботі відсутні ознаки плагіату чи безпідставних запозичень. Усі використані наукові результати, підходи, методи та твердження супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями.

Автор чітко відокремлює власні наукові здобутки від результатів попередніх досліджень інших учених. Представлені результати є достовірними та перевіреними, що підтверджено експериментальною перевіркою, апробацією на наукових конференціях, публікаціями у фахових виданнях та впровадженням у практику.

17. Рецензенти рекомендують: відповідно до **пп. 15, 16** Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, ***пропонується такий склад разової ради:***

Голова ради:

ГНАТЮК Сергій Олександрович, д.т.н., професор, проректор з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ.

Рецензенти:

ОДАРЧЕНКО Роман Сергійович, д.т.н., професор, декан факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

ІЛЬЄНКО Сергій Сергійович, к.т.н., доц., доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту Аерокосмічного факультету КАІ.

Офіційні опоненти:

ЄВДОКИМЕНКО Марина Олександрівна, д.т.н., професор, професор кафедри інфокомунікаційної інженерії імені В.В. Поповського Харківського національного університету радіоелектроніки.

СМІРНОВА Тетяна Віталіївна, к.т.н., доцент, старший викладач кафедри автоматизації виробничих процесів Центральноукраїнського національного технічного університету.

Усі члени разової спеціалізованої вченої ради не мають реального чи потенційного конфлікту інтересів щодо здобувача Чижова Олександра Вікторовича (зокрема, не є його близькою особою) та/або його наукового керівника.

У результаті попередньої експертизи дисертації Чижова Олександра Вікторовича повноти публікації основних результатів дослідження

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Чижова Олександра Вікторовича на тему «Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу веб-сервісів».

2. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Чижова Олександра Вікторовича відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.03.2016. № 261 (зі змінами і доповненнями від 03 квітня 2019 року № 283), вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

3. Рекомендувати дисертаційну роботу «Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу веб-сервісів», подану Чижовим Олександром Вікторовичем на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за

спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

4. Рекомендувати Вченій раді затвердити склад разової спеціалізованої вченої ради:

Голова ради:

ГНАТЮК Сергій Олександрович, д.т.н., професор, проректор з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ.

Рецензенти:

ОДАРЧЕНКО Роман Сергійович, д.т.н., професор, декан факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій КАІ.

ІЛЬЄНКО Сергій Сергійович, к.т.н., доц., доцент кафедри автоматизації та енергоменеджменту Аерокосмічного факультету КАІ.

Офіційні опоненти:

ЄВДОКИМЕНКО Марина Олександрівна, д.т.н., професор, професор кафедри інфокомунікаційної інженерії імені В.В. Поповського Харківського національного університету радіоелектроніки.

СМІРНОВА Тетяна Віталіївна, к.т.н., доцент, старший викладач кафедри автоматизації виробничих процесів Центральноукраїнського національного технічного університету.

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації Чижова Олександра Вікторовича:

«за» – 10.

«проти» – немає.

«утримались» – немає.

Головуючий на засіданні:
завідувачка кафедри комп'ютерних
інформаційних технологій КАІ,
д.т.н., професор Аліна САВЧЕНКО

Секретар засідання:
доцент кафедри комп'ютерних
інформаційних технологій КАІ,
к.т.н., доцент Вікторія СИДОРЕНКО

ПОГОДЖЕНО:
проректор з наукових досліджень
та трансферу технологій КАІ,
д.т.н., професор Сергій ГНАТЮК