



ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

Євген СОКОЛ

2025 р.

ВИТЯГ

**з протоколу № 11 від « 23 » травня 2025 р.
засідання кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування»
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»**

**Висновок про наукову новизну, теоретичне
та практичне значення результатів дисертації**

Шиман Анни Павлівни «Синтез кластера граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

ГОЛОВУЮЧИЙ НА ЗАСІДАННІ:

завідувач кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування», д.т.н., професор Заковоротний Олександр Юрійович

ПРИСУТНІ:

співробітники кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування»: науковий керівник, проф., д.т.н., проф. Кучук Н.Г.; доц., к.т.н., доц. Баленко О.І.; доц., к.т.н. Бречко В.О.; доц., к.т.н., доц. Бульба С.С.; проф., д.т.н., проф. Гавриленко С.Ю.; доц., к.т.н. Гейко Г.В.; доц., PhD Главчев Д. М.; проф., к.е.н., доц. Главчев М.І.; ас., PhD Горносталя О.А.; проф., к.т.н., проф. Запововський М.Й.; проф., д.т.н., проф. Коломійцев О.В.; проф., д.т.н., проф. Кучук Г.А.; проф., д.т.н., проф. Леонов С.Ю.; доц., к.т.н. Лисиця Д.О.; доц., к.т.н. Ліпчанська О.В.; ст. вик. Межеріцький С.Г.; проф., к.т.н., доц. Мезенцев М.В.; ст. вик. Мнушка О.В.; ст. вик. Молчанов Г.І.; проф., д.т.н. Носков В.І.; ас. Орлова Т.О.; ст. вик. Панченко В.І.; ас., PhD Петровська І.Ю.; проф., д.т.н., проф. Поворознюк А.І.; доц., к.т.н., доц. Поворознюк О.А.; доц., к.т.н., доц. Подорожняк А.О.; проф., к.т.н., доц. Рисованний О.М.; доц., к.т.н. Савченко В.М.; проф., к.т.н., доц. Скороделов В.В.; проф., д.т.н., проф. Філатова Г.Є.; проф., к.т.н., доц. Філоненко А.М.; доц., PhD Челак В.В.; проф., к. ф.-м. н., доц. Черних О.П.

СЛУХАЛИ:

доповідь аспірантки кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування» НТУ «ХПІ» Шиман Анни Павлівни щодо дисертаційної роботи: «Синтез кластера граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Тема дисертації затверджена вченою радою факультету комп'ютерних та інформаційних технологій НТУ «ХПІ» «17» листопада 2021 року, протокол № 4, та остаточно затверджена вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій НТУ «ХПІ» «21» січня 2025 року, протокол № 1.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі «Комп'ютерна інженерія та програмування» у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут».

Науковий керівник – професор, доктор технічних наук, професор Кучук Ніна Георгіївна.

ЗАПРОШЕНІ ЕКСПЕРТИ:

д.т.н., проф. каф. «Комп'ютерна інженерія та програмування» НТУ «ХПІ», проф. Поворознюк Анатолій Іванович;

д.т.н., проф. каф. «Комп'ютерна інженерія та програмування» НТУ «ХПІ», проф. Леонов Сергій Юрійович.

ПИТАННЯ ЗАДАВАЛИ: доц., PhD Челак В.В; проф., д.т.н., проф. Поворознюк А.І.; доц., к.т.н., доц. Бульба С.С.; доц., к.т.н. Бречко В.О.; к.т.н., доц. Подорожняк А.О.; проф., д.т.н., проф. Леонов С.Ю.; проф., к.е.н., доц. Главчев М.І.

Доц., PhD Челак В.В:

У роботі ви використовуєте стохастично-детерміновану часову мережу Петрі для побудови графа досяжності та аналізу поведінки системи. Разом із цим згадується і напівмарковський підхід. Поясніть, будь ласка, яким чином поєднуються ці два формалізми, якщо вони базуються на різних припущеннях щодо розподілу часу? І чи були випадки, коли ці підходи давали суперечливі результати або вимагали додаткових обмежень на структуру моделі?

Експерт з галузі, проф., д.т.н., проф. Поворознюк А.І.:

У задачах прогнозування часових характеристик ви застосовуєте метод найменших квадратів, але не враховуєте можливу автокореляцію у часовому ряді. Чому ви вирішили нехтувати цим фактором? Чи не призводить це до заниження дисперсії оцінок або до некоректних довірчих інтервалів? І чи проводилась перевірка незалежності похибок?

Доц., к.т.н., доц. Бульба С.С.:

Ви пропонуєте агрегативну модель для спрощення аналізу системи. Чи проводилась оцінка обчислювальної складності цього методу в залежності від кількості подій, переходів або розміток? Якщо ні — на підставі чого ви стверджуєте, що агрегативний підхід є ефективним у сенсі продуктивності?

Доц., к.т.н. Бречко В.О.:

Ви зазначаєте, що частота викликів визначає, які застосунки мають пріоритет при розміщенні в кластері. Але як враховується ситуація, коли застосунок хоч і рідко використовується, але є критично важливим — наприклад, для забезпечення безпеки або відновлення системи? Чи передбачений механізм задання ваги або рівня важливості функцій?

Експерт з галузі, проф., д.т.н., проф. Леонов С.Ю.:

У презентації ви показали, що прогноз часу виконання транзакцій побудований на основі згладжених даних. А як поводить модель у випадках одиничних

збоїв, викидів або різких сплесків? Чи тестувалась її стійкість до аномалій у часових рядах? І чи застосовувались якісь методи фільтрації таких подій?

Доц., к.т.н., доц. Подорожняк А.О.:

У розділі, де ви оцінюєте адекватність моделі, застосовується χ^2 -критерій Пірсона. Відомо, що цей критерій чутливий до обсягів вибірки, особливо коли очікувані частоти в окремих групах малі. Чи перевіряли ви, що розподіл спостережень у вас дозволяє коректно застосувати цей критерій? І чи проводився аналіз чутливості результату до обсягу вибірки?

Проф., к.е.н., доц. Главчев М.І.:

У роботі ви моделюєте кластер для обробки даних у типовому IoT-середовищі. Якщо ж систему адаптувати до URLLC-трафіку — з жорсткими вимогами до затримки та надійності — які саме компоненти моделі потребували б модифікації? Чи могла б ваша структура витримати такі умови без перебудови?

Шиман Анна Павлівна надала відповіді у повному обсязі на поставленні запитання.

З ОЦІНКОЮ РОБОТИ ВИСТУПИЛИ:

Експерт – проф., д.т.н., проф. Поворознюк А.І. відзначив високий рівень обґрунтованості одержаних у роботі результатів;

Експерт – проф., д.т.н., проф. Леонов С.Ю. відзначив, що набуті теоретичні знання, уміння, навички та відповідні компетентності, достатні для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у галузі професійної та дослідницько-інноваційної, наукової та педагогічної діяльності;

– проф., д.т.н., проф. Гавриленко С.Ю. звернула увагу на практичну спрямованість отриманих результатів та ступінь їх висвітлення у публікаціях;

– проф., к.т.н., доц. Рисований О.М. відзначив наукову новизну та цінність дисертації.

Науковий керівник, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, доктор технічних наук, професор Кучук Н.Г. відзначила, що за час роботи над дисертацією Шиман Анна Павлівна зросла до рівня вченого, здатного самостійно виконувати наукові дослідження, робити наукові узагальнення, поєднувати теоретичні розробки з використанням сучасних методів та прогресивних інформаційних технологій.

УХВАЛИЛИ:

1. Дисертація Шиман Анни Павлівни на тему «Синтез кластера граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей», є завершеною науково-дослідною роботою, яка пов'язана з рішенням науково-прикладної задачі – підвищення ефективності використання обчислювальних ресурсів граничного шару при обробці оперативних транзакцій шляхом удосконалення методів синтезу окремих кластерів граничного шару Інтернету речей.

2. Науковий рівень дисертації відповідає діючим вимогам до атестації здобувачів ступеня доктора філософії, а саме вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а саме:

щодо пунктів 6 і 7 – дисертація подана у вигляді спеціально підготовленого рукопису, виконана державною мовою, є кваліфікаційною науковою працею, виконаною особисто здобувачем, характеризується єдністю змісту, має встановлену вимогами структуру: анотацію, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел, додатки, містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які виконують конкретне наукове завдання, що має істотне значення для галузі автоматизації та телекомунікацій.

3. Актуальність досліджень. З розвитком інформаційного суспільства змінюються очікування користувачів щодо інформаційних сервісів. Важливішими стають не технічні параметри, а якість обслуговування: швидкість виконання завдань, зручність використання та своєчасне задоволення потреб бізнесу.

На сьогодні, швидкого розвитку набуває концепція Інтернету речей (IoT), що є мережею взаємопов'язаних пристроїв, які обмінюються даними без прямого втручання людини. Завдяки IoT можливе дистанційне керування технікою, моніторинг виробничих процесів і автоматизація повсякденного життя, а розвиток Інтернету речей сприяє підвищенню ефективності бізнесу, зниженню витрат і створенню розумних екосистем.

Інфраструктура підтримки IoT є комплексом технологій, обладнання та програмного забезпечення, необхідних для забезпечення стабільного функціонування IoT-систем. Вона містить мережну інфраструктуру (Wi-Fi, 5G, LPWAN, Bluetooth) для з'єднання пристроїв, обчислювальні ресурси хмарного, туманного та граничного шарів обробки та зберігання даних і програмні платформи для управління пристроями та аналізу інформації. Різниця між хмарним (Cloud), туманним (Fog) та граничним (Edge) шарами IoT полягає в рівні обробки даних та віддаленості від кінцевих пристроїв. Хмарний шар (Cloud Computing) обробляє дані у віддалених дата-центрах, які забезпечують достатні ресурси для глибокої аналітики, машинного навчання та довготривалого зберігання. Проте він має високу затримку передачі даних, оскільки потребує підключення до Інтернету. Туманний шар (Fog Computing) обробляє дані на локальних серверах та розподілених вузлах, розташованих ближче до кінцевих пристроїв (наприклад, у мережах підприємств або базових станціях). Він розподіляє обчислювальні навантаження між хмарою та граничним рівнем, забезпечуючи менші затримки, ніж у хмарі, хоча все ще залежить від мережі. Граничний шар обробляє дані безпосередньо на IoT-пристроях або шлюзах (камери, сенсори, мікроконтролери, локальні сервери). Він забезпечує мінімальні затримки, оскільки обробка відбувається на пристрої, проте не завжди має достатню потужність для виконання складних обчислень.

У інформаційних потоках, що надходять від пристроїв IoT до інфраструктури, особливої уваги потребують оперативні транзакції, які вимагають виконання в режимі реального часу або близькому до нього. Тому, найбільш сприятливі умови для їхнього виконання надають пристрої граничного шару. Але водночас треба враховувати обмеженість обчислювальних ресурсів цього шару. Внаслідок цього виникають непередбачувані затримки в процесі обробки оперативних транзакцій, пов'язані або з чергами на обробку, або з пошуком пристроїв, що задовольняють вимогам, які необхідні для виконання поточної транзакції.

4. Наукова новизна результатів, отриманих особисто дисертантом:

1. Удосконалено метод побудови функціональних моделей кластерів граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей, який відрізняється від відомих використанням апарату узагальнених часових мереж Петрі, що дозволило отримати значення перехідних ймовірностей між станами мережі та різні рівні деталізації при моделюванні процесу робочого навантаження, за рахунок чого підвищилась адекватність функціональної моделі реальному процесу обробки оперативних транзакцій Інтернету речей

2. Отримав подальший розвиток метод формування кластера граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей шляхом використання функціональної моделі кластера та апарату напівмарковських процесів з можливою редукацією кількості станів мережі Петрі, що дозволило зменшити середній час обробки оперативних транзакцій, що надходять до граничного шару Інтернету речей;

3. Удосконалено метод короткострокового прогнозу часових параметрів кластера граничного шару Інтернету речей, який враховує обмежені обчислювальні можливості вузлів граничного шару Інтернету речей та базується на відповідній функціональній моделі, що дозволило підвищити точність прогнозу при плануванні оперативного перерозподілу ресурсів системи підтримки Інтернету речей.

5. Практична цінність роботи полягає в тому, що розроблені у роботі методи є науково-практичною основою для подальшого удосконалення інфраструктури підтримки мережі Інтернету речей в частині граничного шару.

Представлені на їх основі інженерні методи та алгоритми дають змогу:

– провести побудову функціональної моделі окремого шару інфраструктури підтримки Інтернету речей, адекватної реальним процесам з точністю до введених припущень;

– сформувати кластер граничного шару інфраструктури підтримки Інтернету речей, який дозволяє зменшити середній час обробки оперативних транзакцій;

– здійснити короткостроковий прогноз часових параметрів кластера граничного шару Інтернету речей, що дозволить проводити оперативний перерозподіл ресурсів комп'ютерної системи підтримки IoT;

– зменшити середній час обслуговування оперативних транзакцій на вузлах граничного шару Інтернету речей до 8%.

Одержані результати знайшли практичне впровадження на підприємстві EURO RAIL SP. Z O.O. (місто Краків), акт впровадження від 30.12.2024 р. Також результати було впровадження у навчальний процес кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування» Національного технічного університету «ХПІ», акт впровадження від 17.12.2024 р. (курс «Системи штучного інтелекту») та кафедри «Системи інформації ім. В.О. Кравця» Національного технічного університету «ХПІ», акт впровадження від 25.01.2025 р. (курси «Проектування серверних застосунків», «Паралельні та розподілені обчислення», «Об'єктно-орієнтоване програмування»).

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

Дослідження виконані на кафедрі «Комп'ютерна інженерія та програмування» НТУ «Харківський політехнічний інститут» в рамках науково-дослідної теми:

Моделі і методи обробки даних і розподілу мережних ресурсів в комп'ютерних системах» (ДР №0122U200527, компанія «LineUp», м. Харків), в котрій здобувачка брала участь у якості виконавиці окремого розділу

7. Оформлення дисертації відповідає діючим вимогам, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40. Робота виконана в науковому стилі, її зміст викладено в логічній послідовності розв'язування завдань дослідження.

8. Структура й обсяг дисертації відповідають вимогам виконаної освітньо-наукової програми. Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Робота містить 142 сторінки основного тексту, серед них: 32 рисунки, 9 таблиць, 114 найменувань у списку використаних джерел, 7 сторінок додатків. Загальний обсяг роботи викладено на 149 сторінках.

9. Перелік наукових праць за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

Всі наукові результати дисертації опубліковані, апробація результатів є достатньою, отже вимоги пунктів 8 і Постанови КМУ від 12.01.2022 р. №44 виконані.

У відкритому друці за темою дисертації опубліковано 16 наукових праць, у тому числі: 1 стаття в науковому фаховому виданні України категорії «Б» (Scopus), 4 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, 11 тез доповідей та матеріалів конференцій.

Публікації, що відтворюють наукові результати дисертації:

Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Шиман А.П. Розрахунок ефективності використання обчислювальних ресурсів самовідновлювальної комп'ютерної системи / Кучук Н.Г., Шиман А.П., Філоненко А.М., Бульба С.С. // *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава, 2021. № 3 (65). С. 92–95. (Б)

URL: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.3.092>

(Наказ МОН № 409 від 17.03.2020, Б, зі змінами від 24.09.2020 №1188).

Здобувачем розроблено метод розрахунку ефективності використання обчислювальних ресурсів комп'ютерної системи, орієнтованого на особливості самовідновлювальних структур. Співавторами: Кучук Н.Г. було запропоновано способ знаходження оптимального інформаційного навантаження компонентів СВКС за комплексним показником; Філоненко А.М. було проведено синтез інформаційної структури СВКС та отримано числові значення відповідних характеристик технічних засобів; Бульбою С.С. було розроблено алгоритм пошуку прийнятних значень ступеню завантаженості пучка каналів компонент.

2. Шиман А.П. Динамічна відеофіксація транспортних засобів для системи моніторингу дорожнього руху у мегаполісі / Кучук Н.Г., Міхаль О.П., Шиман А.П., Науменко М.В. // *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава, 2022. № 2 (68). С. 55–58. (Б)

URL: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.2.055>

(Наказ МОН № 409 від 17.03.2020, Б, зі змінами від 24.09.2020 №1188).

Здобувачем було проведено аналіз технічного забезпечення, що використовується для фіксації об'єктів дорожнього руху. Співавторами: Кучук Н.Г. було розглянуті принципи дії детекторів транспортних засобів, що визначають інтенсивність і склад руху, їх недоліки і переваги; Міхалем О.П. та Науменко Н.В. було вибрано потрібні програмні засоби та розроблено відповідну програму в обраному середовищі.

3. Shyman A. A Method for Distributing Transactions to Hybrid Cloud Data Storage / Kuchuk N., Shyman A. // Control, Navigation and Communication Systems. Poltava, 2022. № 4 (70). P. 100–103. (B)

URL: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.4.100>

(Наказ МОН № 409 від 17.03.2020, Б, зі змінами від 24.09.2020 №1188).

Здобувачем було розроблено метод оптимального розподілу транзакцій до гібридного хмарного сховища. Співавтором Кучук Н.Г. було запропоновано ітераційний алгоритм побудови максимального допустимого потоку.

4. Shyman A. Synthesis of a Computer Network for Controlling Moving Objects / Kuchuk N., Shyman A. // Control, Navigation and Communication Systems. Poltava, 2023. № 4 (74). P. 134–136. (B).

URL: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.4.134>

(Наказ МОН № 409 від 17.03.2020, Б, зі змінами від 24.09.2020 №1188).

Здобувачем було розроблено методу синтезу базової мережі комп'ютерної системи управління, яка враховує рухомість об'єктів управління. Співавтор Кучук Н.Г. провела синтез алгоритмів адаптивної маршрутизації, що забезпечують оптимальний розподіл потоків по КЗ мережі.

Статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus:

5. Shyman A. Development of a Method for Assessing the Adequacy of a Computer System Model Based on Petri Nets / Shyman A., Kuchuk N., Filatova A., Bellorin-Herrera O. // Advanced Information Systems. Kharkiv, 2024. V. 8. № 3. P. 46–52. (Scopus, Ukraine, B)

URL: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.3.05>

(Наказ МОН № 612 від 07.05.2019, Б, Scopus)

Здобувачем було проаналізовано поведінку моделі систем, побудованою за допомогою мереж Петрі. Співавторами: Кучук Н.Г. було проведено дослідження алгоритму управління транспортною системою мегаполісу; Бельорін-Еррерою О.М. було запропоновані відповідні статистичні критерії; Філатовою Г.Є. було розглянуто варіант перевірки гіпотези щодо марковського характеру процесів зміни станів системи.

Публікації за матеріалами конференцій:

6. Shyman A. Synthesis of The Theory of Motion of Solid Bodies Filled With Bulk Substances For Fault-Tolerant Identification of Their Parameters / Kolodenko V., Shyman A., Kalinin Y., Kuchuk N. // IEEE 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT) (Athens, Greece 13–15

October 2023). – Athens, 2023. – P. 1–6 (Scopus, Greece).

URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10416449>

Здобувачем проаналізовано математичну модель для комп'ютерної ідентифікації параметрів технічних об'єктів із сипким середовищем.

7. Shyman A. The Method of Dynamic Routing in Self-Healing Networks / Shyman A., Kuchuk N., Kovalenko A., Kashkevich S., Partyka S., Yankovskyi O. // 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (Kharkiv, 07 – 11 October 2024). – Kharkiv, 2024. – P. 1–5 (Scopus, Ukraine).

URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10877971>

Здобувачем уточнено особливості застосування згорткових нейромереж у методі динамічної маршрутизації для самовідновлювальних мереж.

8. Шиман А.П. Модель транзакційної системи для розгортання у хмарному середовищі / Гребенюк Д.С., Шиман А.П. // *Проблеми інформатизації: тези доповідей сьомої міжнародної науково-технічної конференції* (м. Харків, 13–15 листопада 2019 р.). Харків, 2019 – С. 74.

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/66589>

Здобувачем проаналізовано умови розміщення фрагментів розподіленої бази даних у хмарному середовищі з довільною топологією.

9. Шиман А.П. Синтез інформаційної системи на гіперконвергентній платформі / Кучук Н.Г., Шиман А.П., Гребенюк Д.С. // *Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: тези доповідей десятої міжнародної науково-технічної конференції* (м. Харків, 09 – 10 квітня 2020 р.). – Харків, 2020 – С.43.

URL: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/11448/1/%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%A4%D0%95%D0%A0%D0%A2%D0%9E%D0%BC_2_2020_%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf

Здобувачем досліджено підходи до розгортання інформаційної системи на гіперконвергентній платформі.

10. Shyman A. Mathematical Model of the Information System Synthesis Process / Kuchuk N., Davydov V., Hrebenuk D., Shyman A. // *Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: proceedings of 11-th International Scientific and Technical Conference* (Kharkiv, 08 – 09 April 2021). – Kharkiv, 2021. – P. 21.

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/58528>

Здобувачем проаналізовано характеристики потоків даних у мережесевих каналах для побудови математичної моделі синтезу інформаційної системи.

11. Шиман А.П. Знаходження оптимального інформаційного навантаження компонентів СВКС за комплексним показником / Кучук Н.Г., Бульба С.С, Шиман А.П. // *Проблеми інформатизації: тези доповідей дев'ятої міжнародної науково-технічної конференції* (м. Харків, 18 – 19 листопада, 2021 р.). – Харків, 2021. – С. 45.

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/58054>

Здобувачем проаналізовано підхід до розрахунку оптимального інформаційного навантаження компонентів самовідновлювальної комп'ютерної системи.

12. Shyman A. Analysis of the Level of Automation of Traffic Management Processes / Shyman A., Kuchuk N., Hrebenuk D., Davydov V. // *Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: proceedings of 12-th International Scientific and Technical Conference (Kharkiv, 27 – 28 April 2022)*. – Kharkiv, 2022. – P. 20.

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/57267>

Здобувачем проаналізовано рівень автоматизації процесів керування рухом із фокусом на програмне забезпечення в багатозадачних середовищах.

13. Шиман А.П. Інтелектуальні логістичні системи підтримки дорожнього руху / Шиман А.П., Кучук Н.Г., Бульба С.С., Давидов В.В. // *Проблеми інформатизації: тези доповідей десятої міжнародної науково-технічної конференції (м. Харків, 24 – 25 листопада 2022 р.)*. – Харків, 2022. – С. 115.

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/59913>

Здобувачем проаналізовано застосування інтелектуальних логістичних систем у задачах дорожнього руху.

14. Шиман А.П. Інтелектуальні транспортні системи / Кучук Н.Г., Шиман А.П. // *Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: тези доповідей тринадцятої міжнародної науково-технічної конференції (м. Харків, 26–27 квітня 2023 р.)*. – Харків, 2023 – С.55.

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/65156>

Здобувачем узагальнено підходи до застосування інтелектуальних транспортних систем.

15. Shyman A. Artificial Intelligence for Traffic Data Analysis / Kuchuk N., Shyman A. // *Current Directions of Development of Information and Communication Technologies and Control Tools: proceedings of 14-th International Scientific and Technical Conference (Kharkiv, 25 – 26 April 2024)*. – Kharkiv, 2024. – P. 59.

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/76845>

Здобувачем проаналізовано можливості застосування штучного інтелекту для аналізу транспортних даних.

16. Shyman A. Development of a Method for Synthesising Models of Real-Time Software Systems / Kuchuk N., Shyman A., Shyman M. // *Problems of Informatization: proceedings of 12-th International Scientific and Technical Conference (Kharkiv, 21–22 November 2024)*. – Kharkiv, 2024. – P. 142.

URL: https://nure.ua/wp-content/uploads/2024/pi_12_vol_2.pdf

Здобувачем досліджено синтез моделей систем реального часу з використанням мереж Петрі.

Наведені публікації містять результати безпосередньої роботи дисертанта на окремих етапах дослідження, повною мірою відображають основні положення та висновки роботи. Авторська участь здобувача в опублікованих наукових працях погоджена зі співавторами.

10. Апробація результатів дисертації.

Основні положення і висновки, викладені в дисертації, доповідалися й одержали схвалення на 11 Міжнародних науково-практичних конференціях, зокрема:

- VII Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатизації». Черкаси – Баку – Бельсько-Бяла – Харків, 2019;

- IX Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатизації». Черкаси – Баку – Бельсько-Бяла – Харків, Т. 2. 2021;
- X Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатизації». Черкаси – Баку – Бельсько-Бяла – Харків, Т. 2. 2022;
- XII Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатизації». Черкаси – Баку – Бельсько-Бяла – Харків, Т. 2. 2024;
- X Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління». Баку – Харків – Жиліна, 2020;
- XI Міжнародній науково-технічній конференції. Баку – Харків – Жиліна, Т. 1. «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» Баку – Харків – Жиліна, 2021 р.;
- XII Міжнародній науково-технічній конференції. Баку – Харків – Жиліна, Т. 1. «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» Баку – Харків – Жиліна, 2022 р.;
- XIII Міжнародній науково-технічній конференції. Баку – Харків – Жиліна, Т. 1. «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» Баку – Харків – Жиліна, 2023 р.;
- XIV Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління». Баку – Харків – Жиліна, 2024 р.;
- XIII Міжнародній науково-технічній конференції «Dependable Systems, Services and Technologies», Афіни, Греція, 2023 р. (SCOPUS);
- V Міжнародній науково-технічній конференції «IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology Conference» Україна, Харків, 2024 р. (SCOPUS).

11. Дисертація «Синтез кластера граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей» Шиман А.П. виконана із дотриманням принципів академічної доброчесності. Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків. Особистий внесок здобувача у колективні наукові роботи конкретизовано у списку праць, наведеному вище.

12. Загальний висновок. Дисертація Шиман А.П. є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка має як теоретичну, так і практичну цінність, у якій запропоновано авторський підхід до синтезу кластера граничного шару комп'ютерної системи підтримки Інтернету речей. У роботі розроблено методи побудови функціональних моделей, формування кластерів та короткострокового прогнозування часових параметрів на основі апарату часових мереж Петрі та напівмарковських процесів. Проведені дослідження свідчать про високу наукову зрілість Шиман А.П. та її здатність здійснювати комплексні теоретичні й прикладні дослідження. Здобувачка впевнено володіє методологією наукового пошуку та демонструє широкий науковий кругозір.

Подана дисертаційна робота «Синтез кластера граничного шару комп'ютерної системи Інтернету речей» Шиман А.П. відповідає спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового

ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Враховуючи актуальність, теоретичну та практичну цінність роботи, наукову значущість результатів досліджень, рівень та самостійність досліджень дисертантки, рекомендувати дисертацію Шиман Анни Павлівни «Синтез кластера граничного шару комп'ютерної системи Інтернету речей», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія до публічного захисту у разовій спеціалізованій вченій раді після її утворення рішенням вченої ради НТУ «ХПІ» та введення в дію відповідного наказу.

Рішення про наукову і практичну цінність дисертації прийнято одногосно.

13. Рекомендуємо наступний склад разової спеціалізованої ради:

Голова ради:

Прізвище ім'я по батькові	Заковоротний Олександр Юрійович
Вчений ступінь, шифр, назва спеціальності, за якою захищена дисертація, рік присудження	Доктор технічних наук, 05.13.07 - автоматизація процесів управління, 2017 р.
Вчене звання (за спеціальністю, кафедрою), рік присвоєння	Професор кафедри обчислювальної техніки та програмування, 2018 р.
Місце основної роботи, посада	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», МОН України, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та програмування

Перший рецензент:

Прізвище ім'я по батькові	Поворознюк Анатолій Іванович
Вчений ступінь, шифр, назва спеціальності, за якою захищена дисертація, рік присудження	Доктор технічних наук, 05.13.06 – інформаційні технології, 2011р.
Вчене звання (за спеціальністю, кафедрою), рік присвоєння	Професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, 2013р.
Місце основної роботи, посада	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», МОН України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування

Другий рецензент:

Прізвище ім'я по батькові	Леонов Сергій Юрійович
Вчений ступінь, шифр, назва спеціальності, за якою захищена дисертація, рік присудження	Доктор технічних наук, 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти, 2014 р.
Вчене звання (за спеціальністю, кафедрою), рік присвоєння	Професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, 2016 р.
Місце основної роботи, посада	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», МОН України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування

Офіційний опонент:

Прізвище ім'я по батькові	Волк Максим Олександрович
Вчений ступінь, шифр, назва спеціальності, за якою захищена дисертація, рік присудження	Доктор технічних наук, 05.13.06 – інформаційні технології, 2019 р.
Вчене звання (за спеціальністю, кафедрою), рік присвоєння	Професор кафедри електронних обчислювальних машин, 2020 р.
Місце основної роботи, посада	Харківський національний університет радіоелектроніки, МОН України, професор кафедри електронних обчислювальних машин.

Офіційний опонент:

Прізвище ім'я по батькові	Фесенко Герман Вікторович
Вчений ступінь, шифр, назва спеціальності, за якою захищена дисертація, рік присудження	Доктор технічних наук, 05.13.06 – інформаційні технології, 2021 р.
Вчене звання (за спеціальністю, кафедрою), рік присвоєння	Професор кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки, 2022 р.
Місце основної роботи, посада	Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», МОН України, професор кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки.

Головуючий на засіданні
завідувач кафедри
«Комп'ютерна інженерія та програмування»,
доктор технічних наук, професор



Олександр
ЗАКОВОРОТНИЙ

Секретар кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування»



Вікторія ІВАКІНА