

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U002093

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-06-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/61/26 від 20.08.2026



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гайдай Анатолій Русланович

2. Anatolii R. Haidai

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9330-414X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 123

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерна інженерія

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерна інженерія

Дата захисту: 27-07-2026

Спеціальність за освітою: Комп'ютерна інженерія

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 14192

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 50.39.15, 50.39.19

Тема дисертації:

1. Метод та засоби інтелектуальної обробки даних в мережах Інтернет речей.
2. Method and Tools for Intelligent Data Processing in Internet of Things Networks.

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної науково-практичної задачі підвищення ефективності обробки потоків даних та функціонування інфраструктури на граничному рівні розподілених систем Інтернету речей (IoT), що функціонують в режимі реального часу та за умов надходження великої кількості різнорідних сенсорних даних, багатопоточності обробки та масштабування інфраструктури. У роботі обґрунтовано системний підхід до адаптивної інтелектуальної обробки даних на граничному рівні розподілених систем IoT, що ґрунтується на формуванні адаптивно-інтелектуально керованої гібридної інфраструктури IoT, у межах якої процеси обробки потоків даних, моніторингу даних та стану ресурсів, інтелектуальної аналітики та забезпечення ефективності інфраструктури інтегровані в єдиний керуючий контур. Актуальність дослідження зумовлена активним розвитком промислових високотехнологічних та критичних систем, де широко застосовуються системи IoT. У таких системах функціонують тисячі сенсорів і

вимірювальних пристроїв, які безперервно генерують значні обсяги даних, формуючи надвеликі потоки інформації, що потребують ефективної адаптивної обробки та інтелектуальної інтеграції ресурсів. Метою роботи є підвищення ефективності обробки потоків даних та функціонування інфраструктури на граничному рівні розподілених систем IoT, що функціонують в режимі реального часу та за умов надходження великої кількості різнорідних сенсорних вимірювань, багатопоточності обробки та масштабування інфраструктури. У межах дослідження розроблено формальні моделі обробки потоків сенсорних даних, на основі яких проведено аналіз ефективності запропонованого методу, що разом із результатами експериментальних досліджень на реальному устаткуванні підтвердив доцільність його застосування та практичну ефективність у умовах адаптивної інтелектуальної обробки даних на граничному рівні IoT. Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробленні комплексного методу адаптивної інтелектуальної обробки даних у розподілених системах IoT, який відрізняється від відомих поєднанням сукупності взаємопов'язаних часткових методів і засобів у межах єдиного керуючого контуру для забезпечення динамічного керування потоками даних та реконфігурації обчислювальних вузлів на ПЛІС з ціллю забезпечення оперативних керуючих впливів, підвищення ефективності використання обчислювальних ресурсів і безпеки функціонування інфраструктури. Удосконалено спосіб адаптивного налаштування порогів контролю у моніторингових системах, який на відміну від відомих підходів із фіксованими пороговими значеннями поєднує механізми вирівнювання сигналу, виділення тренду та адаптивного самоналаштування порогів, що дозволяє зменшити кількість хибних спрацювань і підвищити достовірність виявлення аномалій. Запропоновано спосіб динамічної реконфігурації обчислювальних вузлів на гетерогенних платформах SoC/ПЛІС, який забезпечує ефективну інтеграцію реконфігурованої логіки з вбудованим процесором ARM та дозволяє динамічно перерозподіляти обчислювальні задачі між апаратною і програмною складовими системи залежно від навантаження та класу вирішуваних задач. Така інтеграція створює умови для реалізації динамічних алгоритмів обробки сенсорних потоків у реальному часі на периферії системи. Отримав подальшого розвитку метод автоматичного прийняття рішень у безпекових сценаріях розподілених систем IoT, який відрізняється від відомих інтеграцією трьох компонентів: безперервного моніторингу стану системи з виконанням формалізованих алгоритмів аналізу аномальних подій та автоматизованим виконання керуючих впливів. Запропоновано спосіб інтелектуальної нейромережевої обробки сенсорних даних на ПЛІС, який поєднує апаратну стабілізацію вхідних даних із нейромережевим прийняттям рішень у межах єдиного обчислювального контуру, що дозволяє підвищити ефективність обробки даних завдяки апаратній реалізації нейромережі для прийняття рішень у реальному часі на периферії IoT. Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні програмно-апаратної платформи адаптивної інтелектуальної обробки сенсорних даних, що включає три взаємопов'язані компоненти: апаратний багаторівневий конвеєр на ПЛІС для фільтрації даних та отримання трендів, необхідних для реалізації адаптивних порогів; інтелектуальний нейромережевий модуль для прийняття рішень на основі оброблених сенсорних сигналів; автоматизоване адаптивне керування інфраструктурою IoT, що забезпечує динамічне перерозподілення обчислювальних ресурсів і оптимізацію потоків обробки даних». Запропонований метод досліджено з використанням гетерогенної платформи SoC/ПЛІС Cyclone V. Експерименти проводились із використанням реальних потоків сенсорних даних і підтвердили, що застосування апаратних фільтрів з адаптивними порогоми контролю підвищує якість сенсорних вимірювань, зменшує затримки обробки та формування керуючих впливів та кількість хибних реакцій, підвищує енергоефективність порівняно з виключно програмною реалізацією на мінікомп'ютерах.

2. The dissertation is devoted to solving a scientific and practical problem of improving the efficiency of data stream processing and the functioning of infrastructure at the edge level of distributed Internet of Things (IoT) systems operating in real time under conditions of large volumes of heterogeneous sensor data, multithreaded processing, and infrastructure scalability. The study substantiates a systemic approach to adaptive intelligent data processing at the edge level of distributed IoT systems, based on the formation of an adaptively intelligent managed hybrid IoT infrastructure. Within this infrastructure, data stream processing, data and resource monitoring, intelligent analytics, and infrastructure efficiency assurance are integrated into a unified control loop.

The relevance of the research is driven by the rapid development of industrial, high-tech, and critical systems where IoT technologies are widely applied. Such systems involve thousands of sensors and measurement devices continuously generating large volumes of data, forming massive information flows that require efficient adaptive processing and intelligent resource integration. The aim of the work is to improve the efficiency of data stream processing and infrastructure functioning at the edge level of distributed IoT systems operating in real time under conditions of large volumes of heterogeneous sensor measurements, multithreaded processing, and infrastructure scalability. Within the study, formal models of sensor data stream processing were developed, based on which the efficiency of the proposed method was analyzed. Together with experimental results obtained on real hardware, this confirmed its feasibility and practical effectiveness under conditions of adaptive intelligent data processing at the IoT edge level. The scientific novelty of the obtained results lies in the development of a comprehensive method for adaptive intelligent data processing in distributed IoT systems, which differs from existing approaches by combining a set of interrelated partial methods and tools within a unified control loop to ensure dynamic data flow management and reconfiguration of FPGA-based computing nodes, enabling operational control actions, improved resource utilization efficiency, and enhanced infrastructure security. The method of adaptive adjustment of control thresholds in monitoring systems has been improved. Unlike known approaches with fixed thresholds, it combines signal smoothing, trend extraction, and adaptive self-tuning of thresholds, which reduces false alarms and improves anomaly detection accuracy. A method for dynamic reconfiguration of computing nodes on heterogeneous SoC/FPGA platforms has been proposed. It ensures effective integration of reconfigurable logic with an embedded ARM processor and enables dynamic redistribution of computational tasks between hardware and software components depending on load and task type. This integration creates conditions for implementing dynamic real-time sensor data processing algorithms at the system edge. The method of automated decision-making in security scenarios of distributed IoT systems has been further developed. It differs from existing approaches by integrating three components: continuous system monitoring, formalized anomaly detection algorithms, and automated execution of control actions. A method for intelligent neural network processing of sensor data on FPGA has been proposed, combining hardware stabilization of input data with neural network decision-making within a unified computational loop. This enables increased efficiency of data processing through hardware implementation of neural inference in real time at the IoT edge. The practical significance of the results lies in the development of a hardware-software platform for adaptive intelligent processing of sensor data, which includes three interconnected components: a hardware multi-level FPGA pipeline for data filtering and trend extraction required for adaptive thresholds; an intelligent neural network module for decision-making based on processed sensor signals; and an automated adaptive IoT infrastructure management system providing dynamic redistribution of computational resources and optimization of data processing flows. The proposed method was investigated using a heterogeneous SoC/FPGA platform (Cyclone V). Experiments were conducted using real sensor data streams (temperature, humidity, illumination, and CO₂ concentration) and confirmed that the use of hardware filters with adaptive thresholds improves sensor data quality, reduces processing and response latency, decreases false reactions, and increases energy efficiency compared to purely software-based implementations on mini-computers.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Каплунов А., Гайдай А., Гер В., Нікольський С. “Засоби моніторингу мережі в іот інфраструктурі з гібридною архітектурою.” Телекомунікаційні та інформаційні технології № 2, с. 22-32, 2023 ISSN 2412-

4338 DOI: 10.31673/2412-4338.2022.022332

- Haidai A., Klymenko I. "Method of load balancing in distributed three-layer IoT architecture." Information, Computing and Intelligent systems 4, 60–68, 2024 ISSN 2786–8729 DOI: 10.20535/2786–8729.4.2024.311595
- Haidai A., Klymenko I. "Automatic network reconfiguration method with dynamic ip address management." Information, Computing and Intelligent systems 6, 217–229, 2025 ISSN 2786–8729 DOI: 10.20535/2786–8729.6.2025.334139
- Haidai A., Klymenko I. "Methodology of adaptive data processing in IoT monitoring systems with multilevel sensor data filtering and self-tuning." Information, Computing and Intelligent systems 7, 110–126, 2025 ISSN 2786–8729 DOI: 10.20535/2786–8729.7.2025.341409
- Гайдай А., Клименко І. "Високопродуктивна апаратно-програмна система для граничної обробки сенсорних потоків у системах IoT на платформі FPGA-SOC" Технічні науки та технології 4(42), 195–207, 2025 ISSN 2519–4569 DOI: 10.25140/2411–5363–2025–4(42)–195–207
- Гайдай А., Клименко І. "Прогресивна архітектура моніторингу сенсорних даних на граничному рівні у розподілених системах IoT" IX International Scientific and Practical Conference «SoftTech-2025» Kyiv, November 26–28, 2025 ISSN 2306–7233
- Клименко І., Гайдай А., Нікольський С., Ткаченко В. "Архітектурна концепція моніторингової системи на основі нейронного модуля IoT аналітики даних." Адаптивні системи автоматичного управління Том 2 № 41, с. 111–123, 2022 ISSN 2571–5577 DOI: 10.20535/1560–8956.41.2022.271355
- Haidai A., Klymenko I. "The method of the functional parameters estimation of the sleep monitoring system based on neural network" The International Conference on Security, Fault Tolerance, Intelligence, Kyiv, 2022

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: підвищення ефективності роботи комп'ютерних IoT систем

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Клименко Ірина Анатоліївна

2. Iryna A. Klymenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5345-8806

Додаткова інформація: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/I-3379-2018>;

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190435788>;

<https://scholar.google.com/citations?user=PPe16SEAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Торошанко Олександр Станіславович
2. Oleksandr S. Toroshanko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2354-0187

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гільгурт Сергій Якович
2. Serhii Y. Hilhurt

Кваліфікація: д.т.н., старший науковий співробітник, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1647-1790

Додаткова інформація: ;;ORCID: 0000-0003-1647-1790 Scopus: 57373650100 WoS: Q-6850-2018
ResearchGate: Serhii-Hilgurt

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сергієнко Анатолій Михайлович

2. Anatolii M. Serhiienko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5965-1789

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кулаков Юрій Олексійович

2. Yurii O. Kulakov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8981-5649

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190438722>;

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/POU-1465-2026>;

<https://scholar.google.com.ua/citations?user=quxU0rYAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Писарчук Олексій Олександрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Писарчук Олексій Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Гайдай Анатолій Русланович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна