Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U002892

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 28-06-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Воронець Олександр Миколайович
2. Oleksandr Voronets

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-5714-2370

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 151

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Дата захисту: 18-08-2026

Спеціальність за освітою: Телекомунікаційні системи та мережі

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 00000000

Місцезнаходження: ------, Київ, 00000, Україна

Форма власності: Змішана

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 15028

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 49.33, 49.33.33, 49.37.31, 28.17.19

Тема дисертації:

1. Моделі і методи забезпечення QoS та енергозбереження у сенсорних мережах
2. Models and methods of ensuring QoS and energy saving in sensor networks

Реферат/анотація:

1. Воронець О.М. Моделі і методи забезпечення QoS та енергозбереження у сенсорних мережах. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології (15 – Автоматизація та приладобудування). – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2026. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі, пов'язаної з розробкою та подальшим удосконалення моделей та методів управління сенсорними мережами для підвищення якості обслуговування, зниження енергоспоживання та прогнозування часу їх ефективного функціонування. Метою дисертаційної роботи є розробка математичних моделей та інтелектуальних методів адаптивної маршрутизації у безпроводових сенсорних мережах на основі марковських процесів прийняття рішень для забезпечення показників якості обслуговування (Quality of Service, QoS), підвищення

енергоефективності та надійності передачі даних в умовах стохастичного характеру мережевого трафіку і динамічної зміни топології мережі. Об'єкт дослідження – процеси функціонування сенсорних мереж, зокрема передвання пакетів, енергоспоживання вузлів та динаміка зміни станів мережі. Предмет дослідження – моделі, методи та алгоритми забезпечення QoS, енергозбереження та прогнозування часу життя сенсорних мереж на основі марківських процесів і фрактального аналізу. За результатами дослідження отримано такі наукові результати: 1. Вперше побудовано стохастичну модель маршрутизації в сенсорних мережах на основі марковського процесу прийняття рішень, яка комплексно враховує затримку, рівень завантаження черги та залишкову енергію вузлів за допомогою вагової функції винагороди. Застосування цієї моделі дозволило зменшити середню затримку на 17,3 % і скоротити енергоспоживання на 22,5 % у порівнянні з базовими детермінованими підходами. Побудовано аналітичні марковські моделі для обслуговування TCP- та UDP-трафіку із врахуванням протокольних відмінностей; показано, що ймовірність відмови у TCP-сценаріях є вищою на 11–16 % при однаковому навантаженні. Декомпозиція простору станів у моделі з двома потоками забезпечила скорочення обчислювальної складності у 4,2 раза без втрати точності, що підтверджено числовим моделюванням. 2. Удосконалено методи маршрутизації в сенсорних мережах шляхом впровадження самоорганізованих і багатокритеріальних алгоритмів, що адаптуються до змін навантаження, стану енергоспоживання та надійності вузлів. Запропоновані методи дозволяють зменшити середню затримку доставки даних на 18,2 %, скоротити втрати пакетів у випадках виходу з ладу окремих вузлів на 24,6 %, а також знизити загальне енергоспоживання вузлів на 21,5 % порівняно з базовими підходами. Результати числового моделювання в середовищі OMNeT++ підтвердили зростання тривалості функціонування мережі на 19,6 % при застосуванні запропонованої адаптивної маршрутизації в умовах змінного трафіку. Наукова новизна полягає в реалізації механізмів локального прийняття рішень на основі динамічного зважування параметрів QoS, залишкової енергії та мережевої стійкості, що забезпечує баланс між якістю обслуговування та енергозбереженням у динамічних умовах функціонування сенсорної мережі. 3. Вперше запропоновано комбінований підхід до оцінки часу життя сенсорної мережі, який поєднує енергетичну модель деградації вузлів з фрактальним аналізом локальної регулярності споживання енергії. Вперше використано Хьолдерові експоненти як предиктори енергетичної нестабільності, що дозволило побудувати карту ризиків функціонування мережі у часовій області. Запропонована методика дозволяє виявити вузли зі схильністю до критичних станів на 17–23□% раніше порівняно з класичними моделями, які враховують лише інтегральні характеристики енергоспоживання. Дослідження, результати яких викладені в дисертаційній роботі, виконані на кафедрі «Системи інформації ім. В.О. Кравця» НТУ «Харківський політехнічний інститут». За результатами дослідження підтверджено практичну та теоретичну цінність розроблених моделей та методів, надано практичні рекомендації, щодо застосування розроблених моделей та методів та розглянуто перспективи їх подальшого розвитку.

2. Voronets O.M. Models and methods of ensuring QoS and energy saving in sensor networks. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript. Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies (15 - Automation and instrument engineering). - National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, 2026. The dissertation is devoted to solving a topical scientific and applied problem related to the development and further improvement of models and methods of controlling sensor networks to improve the quality of service, reduce energy consumption and predict the time of their effective functioning. The purpose of the dissertation is to develop mathematical models and methods for ensuring the quality of service and energy efficiency in sensor networks, using stochastic approaches, in particular Markov processes, as well as building models for predicting the network lifetime under variable load conditions. The object of research is the processes of functioning of sensor networks, in particular packet transmission, energy consumption of nodes and dynamics of changes in network states. The subject of research is models, methods and algorithms for ensuring QoS, energy saving and forecasting the lifetime of sensor networks based on Markov processes and fractal analysis. The following scientific results were obtained based on the research results: 1. For the first time, a stochastic routing model in sensor networks was built based on the Markov decision process, which comprehensively takes into account the delay, queue load level and residual energy of

nodes using the weighted reward function. The use of this model allowed to reduce the average delay by 17,3 % and reduce energy consumption by 22,5 % compared to the baseline and deterministic approaches. Analytical Markov models for servicing TCP and UDP traffic were constructed taking into account protocol differences; it was shown that the probability of failure in TCP scenarios is 11–16 % higher at the same load. The decomposition of the state space in the two-stream model provided a 4,2-fold reduction in computational complexity without loss of accuracy, which was confirmed by numerical simulation. 2. Routing methods in sensor networks were improved by implementing self-organizing and multi-criteria algorithms that adapt to changes in load, energy consumption state, and node reliability. The proposed methods allow reducing the average data delivery delay by 18,2 %, reducing packet loss in cases of failure of individual nodes by 24,6 %, and reducing the total energy consumption of nodes by 21,5 % compared to the basic approaches. The results of numerical modeling in the OMNeT++ environment confirmed an increase in the duration of network operation by 19,6 % when using the proposed adaptive routing in conditions of variable traffic. The scientific novelty lies in the implementation of local decision-making mechanisms based on dynamic weighting of QoS parameters, residual energy and network stability, which ensures a balance between quality of service and energy saving in dynamic conditions of sensor network operation. 3. For the first time, a combined approach to estimating the lifetime of a sensor network is proposed, which combines the energy model of node degradation with a fractal analysis of local regularity of energy consumption. For the first time, Holder exponents were used as predictors of energy instability, which allowed building a map of network operation risks in the time domain. The proposed method allows detecting nodes with a tendency to critical states 17–23 % earlier compared to classical models that take into account only integral characteristics of energy consumption. The research, the results of which are presented in the dissertation, was carried out at the Department of Information Systems named after V.O. Kravets of the National Technical University Kharkiv Polytechnic Institute. The results of the research confirmed the practical and theoretical value of the developed models and methods, provided practical recommendations for the application of the developed models and methods, and considered the prospects for their further development.

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: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. Pustovoitov P., Voronets V., Voronets O., Sokol H., Okhrymenko, M. Assessment of QOS indicators of a network with UDP and TCP traffic under a node peak load mode. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. Vol. 1, no. 4(127). P. 23–31. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.299124
- 2. Пустовойтов П., Воронець О. Метод забезпечення оптимальної маршрутизації з урахування QoS та енергозбереження. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Інформатика і моделювання. 2025. Т. 1, № 1 (13). С. 64-79. DOI: https://doi.org/10.20998/2411-0558.2025.01.05
- 3. Semenov S., Krupska-Klimczak M., Mieczkowski P., Tarasenko Y., Voronets V., Voronets O., Breslavets V., Davydov V. A Mathematical Model for the Initial Interaction Stage Between a Radar System and a Target Using GERT Network. Applied Sciences. 2025. Vol. 15, no. 3:1123. DOI: https://doi.org/10.3390/app15031123
- 4. Воронець О. М., Пустовойтов П. Є. Метод формування зон покриття сенсорної мережі з нерівномірною щільністю вузлів. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2025. № 2 (24). С. 35-42. DOI: https://doi.org/10.20998/2413-4295.2025.02.05
- 5. Воронець О., Воронець В., Пустовойтов, П. Фрактальний підхід до прогнозування критичних станів вузлів мережі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних

технологіях. 2025. № 4(26). С. 17–23. DOI: https://doi.org/10.20998/2413-4295.2025.04.03

- 6. Воронець О., Пустовойтов П., Воронець В. Стохастична модель безпроводової мережі, що базується на Markov decision process та враховує QoS і енергозбереження. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2026. Т. 363, № 2. С. 478-482. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-363-63
- 7. Воронець О. М., Воронець В. М., Пустовойтов П. Є. Самоорганізована маршрутизація в телекомунікаційних мережах з урахуванням втрат вузлів. Системи управління, навігації та зв'язку. 2026. Т. 1 (83). С. 186-191. DOI: https://doi.org/10.26906/SUNZ.2026.1.186
- 8. Воронець О. М., Воронець В. М., Трубчанінова К. А. Метод адаптивної маршрутизації в умовах змінного навантаження сенсорної мережі. Вчені записки Технічного національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2025. Т. 36(75), № 6. С. 58-65. DOI: https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.6.1/09
- 9. Воронець О.М., Пустовойтов П.Є. Математична модель оцінки залишкової енергії вузлів з урахуванням топології та навантаження в безпроводовій сенсорній мережі. Вчені записки Технічного національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2026. Т. 37(76), № 1. С. 69-76. DOI: https://doi.org/10.32782/2663-5941/2026.1.1/10
- 10. Воронець О.М., Пустовойтов П.Є., Воронець В.М. Аналітична модель прогнозування часу життя вузлів сенсорної мережі з урахуванням їх функціональної ролі. Вчені записки Технічного національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2026. Т. 37(76), № 2. С. 12-18. DOI: https://doi.org/10.32782/2663-5941/2026.2.2/02
- 11. Voronets V., Voronets O., Tarasenko Y. A QoS provision model in a wireless electronic communication network. Proceedings of the XXXV International scientific and practical conference «Scientists and modern theoretical ideas», Haifa, Israel, 04-06 September 2023. P. 170. URL: https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2023/09/SCIENTISTS-AND-MODERN-THEORETICAL-IDEAS.pdf
- 12. Воронець В.М., Воронець О.М. Модель забезпечення QoS у безпровідній мережі електронної комунікації, Тези доповідей двадцять третьої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми інформатики та моделювання» (ПІМ-2023), м. Харків, 20-22 вересня 2023 р. Харків: Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2023 р. С. 31. URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/69965
- 13. Voronets V., Voronets O., Kompaniiets V. Overload of new generation telecommunication networks. Proceedings of the V International scientific and practical conference «Problems of integration of education, science and business in globalization», Sofia, Bulgaria, 05-07 February 2024. P. 253–254. URL https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2024/02/PROBLEMS-OF-INTEGRATION-OF-EDUCATION-SCIENCE-AND-BUSINESS-IN-GLOBALIZATION.pdf
- 14. Voronets V., Voronets O. Network traffic and combat against overloads. Proceedings of the IV International scientific and practical conference «Innovative research and perspectives of the development of science and technology», Stockholm, Sweden, 29-31 January 2024. P. 370-371. URL: https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2024/01/INNOVATIVE-RESEARCH-AND-PERSPECTIVES-OF-THE-DEVELOPMENT-OF-SCIENCE-AND-TECHNOLOGY.pdf
- 15. Voronets V., Voronets O., Kompaniiets V. Management of packet queues in network nodes according to a set of criteria. Proceedings of the IX International scientific and practical conference «Questions regarding the problems of higher education», Bordeaux, France, 04-06 March 2024. P. 181–186. URL: https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2024/02/QUESTIONS-REGARDING-THE-PROBLEMS-OF-HIGHER-EDUCATION.pdf
- 16. Компанієць В. О., Клавдієв В. П., Воронець В. М., Пустовойтов, П. Є. Модель масштабування мережі на основі стохастичних процесів за умов самоподібного трафіку. Тези доповідей XIX Міжнародна науково-технічна конференція "Перспективи телекомунікацій" ПТ-2025, м. Київ, 14–18 квітня 2025 р. С. 156–158. URL: https://conferenc-journal.its.kpi.ua/article/view/332026

- 17. П.Є. Пустовойтов, О.М. Воронець, В.М. Воронець. Фрактальна модель виявлення критичних станів вузлів у безпроводових мережах. Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2025). Тези двадцять п'ятої міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. С.92. URL: https://web.kpi.kharkov.ua/pim/wp-content/uploads/sites/248/2025/09/Tezy_PIM_2025.pdf
- 18. Trubchaninova K.A., Voronets V.M., Voronets O.M. Artificial Intelligence in Wireless Electronic Communication Systems. Applied scientific and technical research. Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції. Академія технічних наук України. Івано-Франківськ, Україна, 14-16 травня 2024 року. С.95-96. URL: https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2024/05/conf2024.pdf
- 19. Комп'ютерна програма для управління багатокомпонентним трафіком на вході мережі «Управління трафіком» / В.М. Воронець, П.Є. Пустовойтов, О.М. Воронець, В.О. Компанієць // Свідоцтво № 125287 від 02.04.2024, (заявка № с202400631), про реєстрацію авторського права на твір.

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

Соціально-економічна спрямованість: забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пустовойтов Павло Євгенович

2. Pavlo Pustovoitov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3884-0200

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55225675900; https://scholar.google.com.ua/citations?user=2RRoUsUAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єременко Олександра Сергіївна

2. Olexandra S. Eremenko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3721-8188

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Поночовний Юрій Леонідович

2. Yuriy L. Ponochovnyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6856-2013

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56446990700; https://scholar.google.com.ua/citations?user=A4nhkGoAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Полтавський державний аграрний університет

Код за ЄДРПОУ: 00493014

Місцезнаходження: вул. Сковороди, Полтава, Полтавський р-н., 36003, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: https://ror.org/01s344n79

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Касілов Олег Вікторович

2. Oleg V. Kasilov

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8524-2345

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савченко Микола Володимирович
2. Mykola Savchenko

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-7366-3213

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Кучук Георгій Анатолійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Кучук Георгій Анатолійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Воронець Олександр Миколайович
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна