

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України**

**“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”**

к.т.н., доц.

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА



“ 02 ЧЕР 2026 20 р.

ВИТЯГ

**з протоколу № 15 від 12 травня 2026 р. розширеного засідання
кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях**

**Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях: директор НН ІТС, д.т.н., професор Скулиш М.А., професор, д.т.н., професор Глоба Л.С., в.о. завідувача кафедри, к.т.н., доцент Правило В.В., професор, д.т.н., доцент Астраханцев А.А., доцент, к.т.н., доцент Ільницький А.І., ст. викладач Курдеча В.В., ст. викладач, к.т.н. Суліма С.В., доцент к.т.н., доцент Цуканов С.Ф., доцент, к.т.н., доцент Новогрудська Р.Л., секретар Виноградова Н.О.;
- з кафедри телекомунікацій: завідувач кафедри, д.т.н., професор Кравчук С.О., професор, д.т.н., професор Романов О.І., професор, д.т.н., асистент Сушин І.О.;
- з кафедри електронних комунікацій та інтернету речей: гарант освітньої програми професор, д.т.н., професор Уривський Л.О.; завідувач кафедри, д.т.н., професор Макаренко А.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», професор кафедри інформаційних систем та технологій, д.т.н., професор Теленик С.Ф.; Національний університет «Львівська політехніка», завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних технологій, д.т.н., професор Клиماش М.М.; Київський національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри інформаційних систем та технологій, к.т.н., доцент Борисенко І.І.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях Ляшенка Андрія Володимировича за матеріалами дисертаційної роботи «Моделі та методи адаптивної маршрутизації в транспортних IoT мережах» поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та Радіотехніка.

Освітньо-наукова програма Телекомунікації та радіотехніка.

Тему дисертаційної роботи «Моделі та методи адаптивної маршрутизації в транспортних IoT мережах» затверджено на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту телекомунікаційних систем (протокол №10 від "28" листопада 2022 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту телекомунікаційних систем (протокол № 11 від "29" грудня 2025 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., професор Глоба Л.С.

2. Запитання до здобувача.

Запитання за темою дисертації ставили: д.т.н., професор, професор Кравчук С.О., доцент, к.т.н., доцент Ільницький А.І., доцент, д.т.н., доцент Астраханцев А.А., д.т.н., гарант освітньої програми професор, д.т.н., професор Уривський Л.О., професор кафедри інформаційних систем та технологій, д.т.н., професор Теленик С.Ф.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: професор, д.т.н., професор Кравчук С.О., доцент, к.т.н., доцент Ільницький А.І., професор, д.т.н., доцент Астраханцев А.А., професор кафедри інформаційних систем та технологій, д.т.н., професор Теленик С.Ф., завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних технологій, д.т.н., професор Климаш М.М., професор Глоба Л.С.

УХВАЛИЛИ:

І. ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Розвиток автономних транспортних засобів та інтелектуальних транспортних систем зумовлює стрімке зростання обсягів телеметричних даних, V2X-повідомлень і потоків сенсорних даних в IoV-мережах розумного міста. Ефективне управління такими інформаційними потоками є ключовою

умовою надійного функціонування систем підтримки рішень, платформ моніторингу міської мобільності та сервісів керування транспортною телеметрією.

Сучасна IoV-мережа об'єднує мобільні IoT-вузли, придорожні модулі, вузли попередньої обробки даних, базові станції та хмарні сервіси в єдину інформаційно-комунікаційну систему, у якій інтенсивність інформаційних потоків змінюється нерівномірно в просторі й часі. Ключова проблема полягає у просторово-часовій нерівномірності інформаційного навантаження: у години пік концентрація транспортних засобів на окремих сегментах мережі спричиняє різке зростання інтенсивності V2X-повідомлень і потоків сенсорних даних, тоді як на інших сегментах зберігається помірний режим роботи.

Аналіз існуючих підходів показав, що методи пакетної обробки, ковзного вікна та ЕМА з фіксованим коефіцієнтом згладжування не забезпечують необхідного балансу між шумостійкістю та швидкістю реакції на сплески навантаження. Статичні алгоритми пошуку шляху ігнорують очікуваний майбутній стан сегментів мережі, а моделі прогнозування без урахування топології не здатні відтворити поширення навантаження між суміжними сегментами.

Актуальність дисертаційної роботи зумовлена відсутністю цілісного підходу, який би поєднував адаптивну оцінку поточного стану інформаційних потоків, їх просторово-часове прогнозування та пошук оптимального маршруту обслуговування на єдиній теоретичній основі. У зв'язку з цим розроблення моделей та методів адаптивної маршрутизації в транспортних IoT мережах є актуальним науково-технічним завданням, що має теоретичне і практичне значення для сучасних інформаційно-телекомунікаційних систем.

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

Дисертаційна робота виконана на кафедрі телекомунікацій навчально-наукового інституту телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського відповідно до теоретичних і практичних напрацювань, що отримані Ляшенком А.В. під час розроблення основних наукових результатів дисертації та викладені у робочих матеріалах, проміжних і остаточних звітах наукових досліджень: у межах держбюджетної теми 2218п «Гетерогенна мережа збору, передачі та обробки інформації для системи розподіленої генерації MicroGrid» (номер державної реєстрації 0119U001184); у межах держбюджетної теми 2313п «Побудова інформаційно-аналітичної платформи для супроводження функціонування кіберфізичних систем» (номер державної реєстрації 0120U102298); у межах міжнародного проекту «Research Guidance System for Organizations Based on Self-improvement Domain Knowledge Map and Customized Industry Knowledge Graph» за співпраці НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» та Інституту інформаційних досліджень академії наук провінції Шаньдун, КНР (номер договору 0305/55-M). Основні результати дисертаційного дослідження використано у робочих матеріалах, а також упроваджено в навчальний процес кафедри телекомунікацій ННІТС КПІ ім. Ігоря Сікорського.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації одержано такі нові наукові результати:

1. Вперше розроблено телекомунікаційну модель IoV-мережі у вигляді часозалежного зваженого орієнтованого графа, в якій, на відміну від класичних графових моделей маршрутизації, вага ребра визначається як час обслуговування інформаційного потоку на сегменті та формується на основі вимірюваних QoS-індикаторів стану сегмента, що забезпечує формальну основу для задачі маршрутизації інформаційних потоків з урахуванням динаміки телекомунікаційного навантаження.

2. Отримало подальшого розвитку метод адаптивної оцінки стану інформаційних потоків на сегментах IoV-мережі автономних транспортних засобів, в якому, на відміну від традиційних підходів з експертним заданням бази нечітких знань, реалізовано автоматичне формування бази правил за результатами кластеризації QoS-стану сегментів з використанням метрик Махаланобіса та коефіцієнта Бхаттачар'ї і нечіткого висновку Такагі–Сугено, що забезпечує миттєву реакцію на зміну інтенсивності інформаційних потоків без участі експерта.

3. Удосконалено метод пошуку оптимального маршруту обслуговування інформаційних потоків на основі алгоритму A^* за рахунок використання часозалежної прогнозної евристики на основі розробленого методу прогнозування, що оцінює очікуваний QoS-стан сегментів на момент проходження через них інформаційного потоку, що забезпечує суттєве скорочення простору пошуку при збереженні оптимальності маршруту та виконання пошуку в межах часових обмежень, визначених стандартами ETSI ITS.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Теоретичне значення дисертації полягає у розвитку науково-методичних засад управління інформаційними потоками в IoV-мережах через поєднання телекомунікаційної моделі часозалежної мережі, адаптивної оцінки стану, просторово-часового прогнозування та оптимальної маршрутизації на єдиній теоретичній основі. Отримані результати розширюють підходи до побудови цілісних систем управління, у яких реактивна оцінка, прогноз і пошук маршруту розглядаються як єдиний контур обробки даних.

Практичне значення полягає у створенні програмного комплексу управління інформаційними потоками в IoV-мережі на основі Apache Kafka, структур даних у оперативній пам'яті, сервісів адаптивної оцінки, TGNN-прогнозування та пошуку оптимального шляху. Розроблений підхід дозволяє скоротити простір пошуку на 56–68% та обробляти 96,6% потоку із затримкою 1,19 мс при навантаженні 583 повід./с; архітектура комплексу забезпечує обробку високочастотних потоків телеметрії до 50 000

повідомлень за хвилину. Отримані результати впроваджено в навчальний процес кафедри телекомунікацій ННІТС КПІ ім. Ігоря Сікорського, про що свідчить акт впровадження.

5. Апробація результатів дисертації

Основні положення та результати дисертаційної роботи були представлені й одержали схвалення на Міжнародній науково-технічній конференції OSTIS (2019, 2020 рр.), XIV та XV Міжнародних науково-технічних конференціях «Проблеми телекомунікацій» (2019, 2020, 2021 рр.), XXI Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (2022 р.), International Conference on Applied Innovations in IT (ICAIIТ 2022, ICAIIТ 2025), International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET 2024, TCSET 2026) та Міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи телекомунікацій» (2026 р.).

За результатами дослідження опубліковано 13 наукових праць, у тому числі 1 статтю у науковому фаховому виданні України за спеціальністю 172, 5 статей у матеріалах міжнародних конференцій, 8 тез доповідей на науково-технічних конференціях та 1 розділ у колективній монографії. Крім того, за темою дисертації прийнято до друку розділ у виданні Springer Nature (LNEE).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

У процесі виконання дисертації та підготовки публікацій здобувачем дотримано принципів академічної доброчесності. Дисертація є самостійно виконаною науковою працею, містить належні посилання на використані джерела, коректно відображає внесок співавторів у спільних публікаціях і не містить ознак фальсифікації, фабрикації, плагіату чи компіляції.

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

За результатами дослідження опубліковано 13 наукових праць, у тому числі:

- 0 одноосібних монографій, 0 одноосібних розділів у колективних монографіях;
- 0 статей у наукових фахових виданнях України, у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;
- 1 стаття у науковому фаховому виданні України за спеціальністю 172 одноосібна або лише з одним співавтором, що включена до Scopus.
- 5 статей у наукових фахових іноземних виданнях, проіндексованих у базах Scopus, 1 з яких входить до Q3.
- 0 патентів України на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу;
- 0 патентів України на корисну модель;
- 7 тез виступів на наукових конференціях.
- 1 розділ колективної монографії - наукові праці, які відображають окремі наукові результати дисертації.

– 1 розділ колективної монографії - наукові праці, які відображають окремі наукові результати дисертації.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Liashenko A., Globa L. Accelerating A* algorithm based search in time-dependent graphs with learned heuristics // Radioelectronic and Computer Systems. — 2026. — Vol. 2026, no. 1. — P. 179–191. — DOI: 10.32620/reks.2026.1.12. (Scopus, Q3).

Особистий внесок здобувача: сформульовано задачу, розроблено алгоритм прискореного пошуку A* з навченою евристикою, проведено обчислювальні експерименти, написано статтю. Внесок співавтора Л. Глоби: визначено напрям дослідження та здійснено наукове рецензування рукопису.

2. Globa L., Liashenko A. Developing the Fuzzy Logic Rules Based on Clustering Algorithms for Data Analysis in the IoT Network // Digital Ecosystems: Interconnecting Advanced Networks with AI Applications. TCSET 2024. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol. 1198. — Cham : Springer, 2024. — P. 782–803. — DOI: 10.1007/978-3-031-61221-3_38. (Scopus).

Особистий внесок здобувача: розроблено метод побудови нечітких логічних правил на основі кластеризації, реалізовано програмний прототип, підготовлено рукопис. Внесок співавтора Л. Глоби: визначено постановку задачі та здійснено редагування тексту.

3. Globa L., Novogradskaya R., Liashenko A. The clustering and fuzzy logic methods complex for Big Data processing // Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT (ICAIIIT). — Anhalt University of Applied Sciences, 2022. — Vol. 10, Issue 1. — P. 69–79. — DOI: 10.25673/76934. (Scopus).

Особистий внесок здобувача: розроблено метод комплексного застосування кластеризації та нечіткої логіки, проведено експерименти на реальних даних. Внесок співавтора Л. Глоби: визначено концепцію роботи. Внесок співавтора Р. Новогрудської: участь в аналізі та інтерпретації результатів.

4. Liashenko A., Globa L. A Comprehensive Method for Anomaly Detection in Complex Dynamic IoT Systems // Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT (ICAIIIT). — Anhalt University of Applied Sciences, 2025. — Vol. 13, Issue 1. — P. 101–107. — DOI: 10.25673/119221. (Scopus).

Особистий внесок здобувача: розроблено метод виявлення аномалій у динамічних IoT-системах, проведено валідацію на реальних наборах даних, написано статтю. Внесок співавтора Л. Глоби: здійснено наукове рецензування та редагування.

5. Liashenko A., Globa L. Comparative Analysis of Consumer Strategies for Real-Time Traffic Graph Updates in IoT Systems // Proceedings of International

Conference on Applied Innovation in IT (ICAIIIT). — Anhalt University of Applied Sciences, 2025. — Vol. 13, Issue 5. — P. 151–159. — DOI: 10.25673/122849. (Scopus).

Особистий внесок здобувача: розроблено та порівняно стратегії споживачів для оновлення графа в реальному часі, підготовлено рукопис. Внесок співавтора Л. Глоби: здійснено наукове рецензування та редагування.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Liashenko A., Globa L. A Method for Dynamic Graph Weight Adaptation in IoV Networks Using Fuzzy-Based Exponential Smoothing // 2026 IEEE 18th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET). — Lviv, Ukraine, 2026. — P. 1–6. — DOI: 10.1109/TCSET65181.2026.11461094. (Scopus).

Особистий внесок здобувача: розроблено метод динамічної адаптації ваг графа на основі нечіткого експоненційного згладжування, проведено апробацію на реальних траєкторіях. Внесок співавтора Л. Глоби: здійснено наукове рецензування.

7. Globa L., Bugayenko Yu., Liashenko A., Grebinichenko M. Analysis of clustering algorithms for use in the universal data processing system // Proceedings of the 10th Int. Sci.-Tech. Conf. on Ontology-Based Intelligent Systems (OSTIS-2020). — Minsk : BSUIR, 2020. — P. 101–104.

Особистий внесок здобувача: проведено аналіз алгоритмів кластеризації, підготовлено тези. Внесок співавторів Л. Глоби та Ю. Бугаєнка: визначено постановку задачі. Внесок співавтора М. Гребініченко: участь в обговоренні результатів.

8. Ляшенко А.В. Підхід для побудови нечітких логічних правил для великих даних // Матеріали XIV Міжнар. наук.-техн. конф. «Перспективи телекомунікацій 2020». — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. — С. 247.

Особистий внесок здобувача: роботу виконано самостійно.

9. Бугаєнко Ю.М., Ляшенко А.В. Метод кластеризації для обробки великих обсягів даних // Матеріали XIII Міжнар. наук.-техн. конф. «Перспективи телекомунікацій». — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. — С. 37–39.

Особистий внесок здобувача: розроблено метод кластеризації, реалізовано програмний прототип. Внесок співавтора Ю. Бугаєнка: визначено постановку задачі та участь в обговоренні результатів.

10. Globa L., Bugayenko Yu., Ishchenko I., Liashenko A. Approach to determining the number of clusters in a data set // Proceedings of the 9th Int. Sci.-Tech. Conf. on Ontology-Based Intelligent Systems (OSTIS-2019). — Minsk : BSUIR, 2019.

Особистий внесок здобувача: розроблено алгоритм визначення кількості кластерів. Внесок співавторів Л. Глоби та Ю. Бугаєнка: визначено постановку задачі. Внесок співавтора І. Іщенка: участь в обговоренні результатів.

11. Бугаєнко Ю.М., Ляшенко А.В. Архітектурне рішення щодо системи аналізу даних обчислювальних процесів // Матеріали XV Міжнар. наук.-техн. конф. «Перспективи телекомунікацій». — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — С. 218–221.

Особистий внесок здобувача: розроблено архітектурне рішення, підготовлено тези. Внесок співавтора Ю. Бугаєнка: визначено вимоги до системи та участь в обговоренні результатів.

12. Ляшенко А.В. Адаптивна маршрутизація в ІoV-мережах на основі часо-просторової графової нейронної мережі // Матеріали XX Міжнар. наук.-техн. конф. «Перспективи телекомунікацій» (ПТ-2026). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. — С. 349.

Особистий внесок здобувача: роботу виконано самостійно.

Наукові праці, які відображають окремі наукові результати дисертації:

13. Глоба Л.С., Щелест Є.В., Ляшенко А.В. Підхід щодо отримання нечітких логічних правил із набору статистичних даних // Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток : колективна монографія за матеріалами XXI Міжнародної науково-практичної конференції (14–16 листопада 2022 р.). — Київ : ТОВ «Видавництво «Юстон», 2022. — С. 36–38. — ISBN: 978-617-7854-76-9.

Особистий внесок здобувача: розроблено підхід до отримання нечітких правил зі статистичних даних, підготовлено текст розділу. Внесок співавтора Л. Глоби: визначено напрям дослідження. Внесок співавтора Є. Шелеста: участь в аналізі результатів.

Якість та кількість публікацій відповідають “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 р. № 44”.

Дисертація Ляшенка А.В. оформлена відповідно до вимог, викладених у Наказі Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

II. ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Ляшенка А.В. «Моделі та методи адаптивної маршрутизації в транспортних ІoT мережах», подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 — Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 — Телекомунікації та радіотехніка, за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням відповідає вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, та відповідає напряду наукових досліджень освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського «Телекомунікації та радіотехніка» зі спеціальності 172 — Телекомунікації та радіотехніка.

III. РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Моделі та методи адаптивної маршрутизації в транспортних IoT мережах», подану Ляшенком Андрієм Володимировичем на здобуття ступеня доктора філософії, рекомендувати до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», МОН України, **Теленик Сергій Федорович**;

Члени:

Рецензенти:

доктор технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», МОН України, **Астраханцев Андрій Анатолійович**;

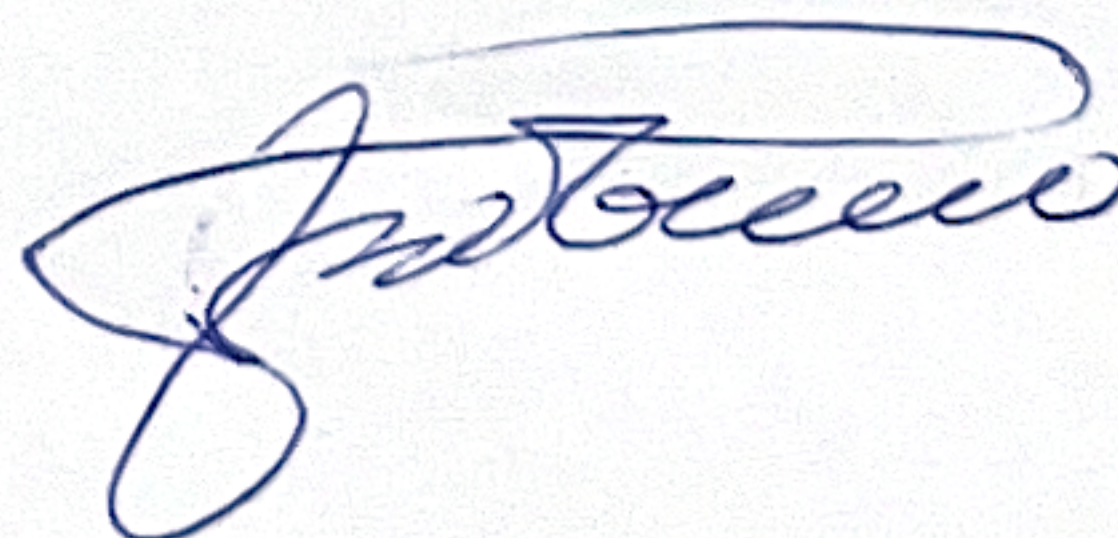
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних комунікацій та Інтернету речей Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», МОН України, **Макаренко Анатолій Олександрович**;

Офіційні опоненти:

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка, МОН України, **Борисенко Ірина Ігорівна**;

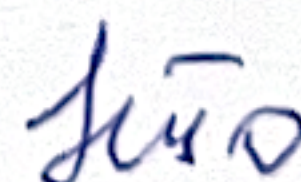
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка», МОН України, **Климаш Михайло Миколайович**.

Головуючий на засіданні
к.т.н., доцент,
в.о завідуючого кафедри ІТТ



Валерій ПРАВИЛО

Вчений секретар
кафедри ІТТ



Рина НОВОГРУДСЬКА