

Голові разової спеціалізованої
вченої ради Державного
університету інформаційно-
комунікаційних технологій
доктору технічних наук, професору
Віктору ВИШНІВСЬКОМУ
вул. Солом'янська, 7, м. Київ,
03110

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора, професор кафедри Програмних
систем і технологій факультету інформаційних технологій Київського
національного університету імені Тараса Шевченка

Ткаченко Ольги Миколаївни

на дисертаційну роботу **Козлова Дмитра Євгеновича** на тему:
«Метод побудови сенсорних мереж на базі самоорганізації», подану на
здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми

Дисертаційне дослідження Козлова Д.Є. присвячене вирішенню
актуальної наукової задачі підвищення ефективності функціонування
сенсорних мереж шляхом впровадження багатокритеріального підходу до
вибору оптимальної мережевої технології та конфігурації, а також
використання самоорганізації для адаптації до динамічних умов роботи
мережі. Такий підхід забезпечує підвищення надійності, енергоефективності й
відмовостійкості сенсорних мереж, що є особливо важливим для розвитку
Інтернету речей та масштабного розгортання розподілених бездротових

сенсорних систем.

Актуальність дослідження обумовлена стрімким розвитком технологій Інтернету речей, що супроводжується появою значної кількості різноманітних мережових рішень і протоколів. Така різноманітність технологічних підходів зумовлює необхідність розробки ефективних методів зваженої оцінки та вибору мережової технології та топології, які найбільшою мірою відповідають специфічним вимогам до проєктованої системи. Класичні сценарії розгортання сенсорних систем, як правило, базуються на топології типу «зірка», у якій всі вузли мережі здійснюють обмін даними виключно через визначений радіошлюз. Така архітектурна модель характеризується жорсткою залежністю від центрального вузла, що призводить до повної втрати працездатності системи у разі виходу шлюзу з ладу. Впровадження методів самоорганізації у сенсорних мережах відкриває можливості для самостійної динамічної зміни топології мережі без необхідності втручання мережових інженерів.

Впровадження подібних методів оцінки та самоорганізації дозволить підвищити ефективність функціонування сенсорних мереж, забезпечити їх масштабованість, надійність і відповідність сучасним технічним викликам у сфері Інтернету речей.

Отже, наукове завдання розробки методу вибору конфігурації бездротової сенсорної мережі та використання принципів мережової самоорганізації, яке є основою дисертаційної роботи Козлова Д.Є., є надзвичайно важливим і повністю відповідає вимогам сучасних технологій Інтернету речей.

Обґрунтованість наукових результатів, висновків і рекомендацій

Усі наукові положення, висновки та рекомендації, викладені у дисертаційному дослідженні є обґрунтованими та підтвердженими. Достовірність забезпечується правильним формулюванням дослідницьких завдань, використанням сучасних теоретичних основ теорії передачі сигналів,

теорії розподілених систем, теорії графів, а також відповідністю загальновизнаним науковим підходам. У роботі застосовано методи комп'ютерного моделювання разом з методами оптимізації, що гарантує об'єктивність і надійність отриманих результатів.

Новизна наукових результатів дослідження

В результаті наукових досліджень автором отримані наступні нові наукові результати:

1. Вперше розроблено модель мультипротокольної сенсорної мережі, яка за рахунок використання багатокритеріального аналізу та теорії розподілених систем, дозволяє визначити оптимальну конфігурацію мережі.

2. Удосконалено метод взаємодії вузлів сенсорної мережі, який за рахунок використання розробленої моделі мультипротокольної сенсорної мережі та комплексного врахування спектральних параметрів сигналу, дозволяє підвищити ефективність передавання повідомлень у сенсорній мережі.

3. Вперше розроблено метод визначення маршруту передавання даних між вузлами сенсорної мережі, який за рахунок удосконаленого методу взаємодії вузлів сенсорної мережі та врахування параметрів сенсорної мережі на основі теорії зважених графів та самоорганізації дозволяє підвищити коефіцієнт доставки повідомлень.

Одержані результати дослідження мають важливе значення для подальшого розвитку теоретичних і прикладних основ побудови сенсорних мереж. Запропонована мультипротокольна модель, удосконалені методи взаємодії вузлів з урахуванням спектральних характеристик сигналу, а також новий підхід до визначення маршрутів на основі зважених графів та принципів самоорганізації створюють збільшити ефективності, надійність та адаптивність IoT-систем.

Впровадження запропонованих рішень дозволяє підвищити показники якості передачі даних, забезпечити масштабованість мереж та адаптацію до

змін середовища, що є критично важливим для сучасних і перспективних застосувань технологій Інтернету речей.

Практична цінність отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці моделі вибору мультипротокової мережі та впроваджені алгоритму самоорганізації, що сприяє підвищенню ефективності та адаптивності сенсорної мережі. Запропонований метод дозволяє оптимізувати та формалізувати процес проектування мережі, також за рахунок використання самоорганізації знижується навантаження на мережу та затримки доставки пакетів.

Результати наукових досліджень впроваджені у виробничі процеси на підприємствах ТОВ «УКР-ОН», ТОВ «КАРНІФЕКС» та в навчальному процесі Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях

Основні результати за темою дисертаційного дослідження опубліковані в 5 наукових публікаціях, серед яких п'ять у фахових виданнях України. Апробація відбувалась на конференціях різного рівня в період з 2021 по 2025 роки, матеріали яких опубліковано у 4 працях наукових конференцій.

Відповідність академічній доброчесності

Дисертаційне дослідження Козлова Д.Є. виконано з повним дотриманням принципів академічної доброчесності, норм наукової етики та правил цитування інформаційних джерел. Всі теоретичні положення, застосовані методи, розроблені моделі та алгоритми є результатом власної наукової діяльності автора, що засвідчує його особистий внесок у розвиток науки. Наукові результати, отримані іншими дослідниками, використовувалися виключно з належним оформленням бібліографічних посилань на відповідні джерела, що повністю відповідає етичним стандартам

проведення наукових досліджень.

Усі представлені у роботі результати мають оригінальний характер і підтверджуються відсутністю недобросовісних запозичень або некоректного використання чужих ідей без відповідного посилання. Експериментальні дослідження та числове моделювання здійснені автором самостійно, з дотриманням вимог до об'єктивності, наукової достовірності й можливості відтворення отриманих результатів у незалежних дослідницьких умовах. Дисертаційна робота повністю відповідає чинним законодавчим і нормативним вимогам щодо академічної доброчесності, встановленим у сфері вищої освіти і науки України.

Зміст дисертації та оформлення роботи

Дисертація є завершеною науковою роботою. Її обсяг, структура, зміст і оформлення відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій встановлених наказом Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017. Робота відповідає спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія.

Недоліки та зауваження

1. Запропонований метод оцінки мультипротокольних сенсорних мереж орієнтований на статичну конфігурацію мережі перед її фактичним розгортанням. В умовах, коли кінцеві пристрої можуть динамічно змінювати підключення між кількома IoT-мережами або потребують адаптивної перебудови топології, виникає ризик втрати актуальності дослідження. Для подолання цього обмеження необхідно розширити підхід з урахуванням динамічної реорганізації мережі та багатомережевих сценаріїв.

2. Доступність симулятора для досліджуваних мережевих технологій є важливим фактором, що може істотно обмежувати практичне застосування методу. Не всі технології або топології мають відкриті, верифіковані або достатньо розвинуті симулятори, що ускладнює проведення порівняльного аналізу або впровадження нових рішень у гетерогенних середовищах.

3. Обмеженням проведеного дослідження є відсутність розгляду питань забезпечення безпеки та захисту даних у розробленому методі. При розгортанні IoT-систем, де передаються чутливі або приватні дані, вимоги до безпеки та конфіденційності мають першочергове значення.

Вказані недоліки не знижують наукової цінності та практичного значення одержаних в дисертаційній роботі наукових результатів, оскільки більшість з них є перспективними напрямками для подальших досліджень, які можуть поглибити отримані результати та розширити сферу їх застосування.

Висновок

Дисертаційна робота Козлова Дмитра Євгеновича є цілісним і завершеним науковим дослідженням, результати якого мають вагоме значення для розвитку теорії та практики побудови сенсорних мереж. У процесі виконання роботи отримано нові теоретичні положення та розроблено ефективні практичні рішення, які сприяють підвищенню якості інформаційної взаємодії у складних, динамічних і масштабованих мережах IoT.

Поєднання самоорганізації та методу вибору мультипротокольної сенсорної мережі забезпечує підвищення ефективності передачі даних, скорочення затримок та підвищення надійності функціонування сенсорних систем. Особливо слід відзначити розроблені методи багатокритеріального відбору, які дозволяють здійснювати оптимальний вибір мережевих технологій і конфігурацій відповідно до специфічних вимог прикладного застосування. Метод взаємодії вузлів і маршрутизації даних, що впроваджений у роботі, сприяє підвищенню коефіцієнту доставки повідомлень, енергоефективності та масштабованості розподілених IoT-систем.

Дисертаційне дослідження виконано на високому науковому рівні, автор продемонстрував глибокі знання сучасних концепцій, методів проєктування та оптимізації сенсорних мереж Інтернету речей. Здобувач

здійснив суттєвий особистий внесок у розвиток підходів до багатокритеріального аналізу, удосконалив методи симуляційного моделювання та розробив алгоритмічні рішення для процесів самоорганізації у бездротових мережах. Дисертація повністю відповідає актуальним тенденціям розвитку інформаційних технологій та становить вагомий внесок у галузь комп'ютерної та мережевої інженерії.

Розглянута дисертаційна робота своєю актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 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 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор Козлов Дмитро Євгенович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент професор кафедри
Програмних систем і технологій
факультету інформаційних технологій
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
доктор технічних наук, професор

О. Ткаченко

Ольга ТКАЧЕНКО

« 25 » 07 2025 р.

Підпис д.т.н., професора Ткаченко О.М. засвідчую:

