

Голові спеціалізованої вченої ради
К 73.052.04 при Черкаському державному
технологічному університеті

18000, Черкаси, бульвар Шевченка, 460

ВІДГУК

офіційного опонента – професора кафедри обчислювальної техніки та програмування факультету комп’ютерних та інформаційних технологій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Кучука Георгія Анатолійовича, на дисертаційну роботу Котелянця Віталія Володимировича за темою «Інформаційна технологія моніторингу навколишнього середовища на базі концепції Інтернету речей», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність дисертаційного дослідження. Розвиток інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ) позитивно впливає на усі галузі діяльності людини, суспільства та держави і дає підстави для реалізації ідеї вимірювань та контролю будь-яких необхідних фізичних величин середовища, промислових процесів, процесів керування та моніторингу. Такий величезний обсяг застосувань вимірювальної техніки, який також реалізується у мобільних об’єктах, вимагає рішень, що відносяться до техніки збирання, передавання та обробки інформації для різного типу використовуваних процесів. Сьогодні розроблено і впроваджено багато рішень на базі попереднього досвіду з реалізації інформаційних та комунікаційних технологій в сучасній концепції Інтернету речей (ІоТ), що реально є обчислювальними мережами так званих речей, які оснащені технологіями для взаємодії один з одним без активного втручання людини. У цих рішеннях, як правило, домінують детерміністські підходи і алгоритми функціонування мережі, які є мало придатними з огляду на витрати на обладнання, високу складність, енергетичні потреби, складність алгоритмів і обчислень, широку займану смугу тощо. Це значно обмежує можливість їх застосування і стимулює до пошуку альтернативних, більш ефективних, рішень (наприклад, стохастичних методів та інструментальних засобів) і побудови відповідних інформаційних технологій (ІТ). З огляду на зазначене, розроблення ІТ моніторингу навколишнього середовища є актуальним завданням. Саме розв’язанню вказаного завдання присвячена дисертаційна робота Котелянця Віталія Володимировича, що обумовлює актуальність теми дисертації.

Оцінка обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій. Викладені наукові положення, висновки і рекомендації є повністю обґрунтованими, а достовірність запропонованих дисертантом теоретичних положень, гіпотез і математичних моделей підтверджується відповідними експериментальними даними та результатами верифікації запропонованих методів і моделей. Отримані під час експериментів дані відповідають теоретичним висновкам роботи і повністю підтверджують їх, коректно застосовані методи теорії ймовірностей і випадкових процесів, математичної статистики, методи теорії зв'язку і мікропроцесорів тощо.

Ідентичність змісту автoreферату й основних положень дисертації, характеристика та структура дисертаційної роботи. Проаналізувавши автoreферат і дисертацію здобувача, можна зробити висновки, що в автoreфераті з необхідною повнотою відображені загальну характеристику, основний зміст та висновки дисертаційної роботи. Для основних положень дисертації та змісту авtoreферату характерна повна ідентичність.

У *вступі* автором представлена загальна характеристика роботи, обґрунтована актуальність наукової теми, сформульовані мета і задачі дослідження, відображені наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів і висновків, наведено дані щодо їх апробації та впровадження.

У *першому розділі* на базі огляду літератури, проведено аналіз принципів побудови, технологічних рішень і напрямів розвитку систем моніторингу в концепції IoT, що складається з фізичних пристрій оснащених будованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем за допомогою стандартних протоколів зв'язку. Встановлено, що концепція IoT має три взаємопов'язані базові проблеми – це забезпечення інформаційної безпеки, масштабування зростаючого обсягу технічних пристрій і даних, а також урахування вимог до зниження енергоспоживання. Таким чином, у першому розділі роботи виявлено недоліки відомих підходів і доведено необхідність створення математичних моделей, методів, комунікаційних протоколів мереж WSN з випадковим доступом і відповідних IT для забезпечення високої продуктивності, якості і живучості їх функціонування.

У *другому розділі* розроблено стохастичні моделі функціонування WSN для оцінювання ймовірності колізії сигналів у системі. Ці моделі використовують рандомізовані мережеві параметри (зі змінною кількістю вузлів і випадковою участю вузлів в окремих групах мережевих вузлів), що дозволило оцінити ймовірність колізії сигналів і більш ефективно проектувати протоколи комунікації IoT. Зазначені моделі дозволили оцінити ймовірність колізії сигналів: максимальна кількість вузлів, які забезпечують якість передавання на рівні ймовірності колізії не вище 10^{-2} , становить 50 шт., причому кількість задіяних в колізії

вузлів нехтовно мала в порівнянні з середньою кількістю передавань, зокрема відношення середньої кількості задіяних в колізії вузлів до середньої кількості передавань становить 10^{-7} .

У третьому розділі уdosконалено метод моніторингу параметрів навколошнього середовища, який враховує нестационарну просторово-часову локалізацію первинних джерел вимірювань та оптимізацію процесу динамічного моніторингу, що дало можливість забезпечити своєчасне та оперативне надходження інформації від первинних джерел інформації із даними показниками якості для ефективного прийняття управлінських рішень. Зазначений метод реалізується за допомогою ієрархічної структури вертикально і горизонтально інформаційно поєднаних компонентів: розподілена система збору даних (від локального до глобального рівнів); база даних, з розподіленою технологією побудови (для реалізації завдань аналізу даних і прогнозування розвитку контролюваної ситуації); складову обробки (перетворення) та візуалізації інформації моніторингу; підсистема реагування на зміни кризи, що відображатиме управління діями осіб, які перебувають на об'єкті моніторингу. Крім того, у цьому розділі дисертації розроблено спеціалізовані UML-діаграми прецедентів моделювання та послідовності моделювання розробленої ІТ.

У четвертому розділі наведено розробку ІТ, яка за рахунок використання стохастичних моделей функціонування бездротових сенсорних мереж та уdosконаленого методу моніторингу, дозволила забезпечити ефективне спостереження і контроль параметрів навколошнього середовища. Ця технологія із використанням засобів Arduino, JavaScript, NodeJs, HTML та CSS дала можливість розробити відповідний ПТК моніторингу реального часу в сучасній концепції IoT. Зазначений ПТК може використовуватись як прототип для організації моніторингу в динамічно змінюваних середовищах та при виникненні критичних ситуацій різного характеру. Проведено експериментальне дослідження запропонованих моделей, методу та ІТ моніторингу.

Наукова новизна отриманих результатів роботи полягає у наступному:

1. Вперше розроблено стохастичні моделі функціонування бездротових сенсорних мереж, які використовують рандомізовані мережеві параметри (зі змінною кількістю вузлів і випадковою участю вузлів в окремих групах мережевих вузлів), що дозволило оцінити ймовірність колізії сигналів і більш ефективно проектувати протоколи комунікації IoT.
2. Уdosконалено метод моніторингу параметрів навколошнього середовища, який враховує нестационарну просторово-часову локалізацію первинних джерел вимірювань та оптимізацію процесу динамічного моніторингу, що дало можливість забезпечити своєчасне та оперативне надходження інформації від

первинних джерел інформації із заданими показниками якості для ефективного прийняття управлінських рішень.

3. Отримала подальший розвиток інформаційна технологія моніторингу, яка за рахунок використання стохастичних моделей функціонування бездротових сенсорних мереж та удосконаленого методу моніторингу, дозволила забезпечити ефективне спостереження і контроль параметрів навколишнього середовища реального часу в сучасній концепції IoT із урахуванням апріорної невизначеності джерел інформації та можливості виникнення кризових ситуацій.

Значення результатів роботи для практики. Отримані в дисертаційній роботі результати можуть бути використані для проектування та впровадження систем моніторингу як певних параметрів навколишнього середовища, так і будь-якого динамічно змінюваного середовища для забезпечення стійкості від колізій і раннього прогнозування кризових ситуацій.

Розроблені стохастичні моделі дозволили оцінити ймовірність колізії сигналів: визначена максимальна кількість вузлів, які забезпечують якість передавання на рівні заданої ймовірності колізії, причому кількість задіяних в колізії вузлів є малою в порівнянні з середньою кількістю передавань, зокрема відношення середньої кількості задіяних в колізії вузлів до середньої кількості передавань становить 10^{-7} .

Створений і апробований програмно-технічний комплекс (ПТК) моніторингу параметрів навколишнього середовища реального часу (із використанням засобів Arduino, JavaScript, NodeJs, HTML та CSS) може використовуватись як прототип для організації моніторингу в динамічно змінюваних середовищах та при виникненні критичних ситуацій різного характеру.

Розроблено спеціалізовані UML-діаграми прецедентів моделювання та послідовності моделювання запропонованої інформаційної технології.

Результати дисертації використані та впроваджені в Національному авіаційному університеті, Центральноукраїнському національному технічному університеті та телекомунікаційній компанії Local Students Networks.

Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях та апробація дисертації. Отримані здобувачем в ході виконання дисертаційного дослідження нові наукові результати достатньо повно опубліковані у представлених наукових роботах. У вступі до дисертаційної роботи та у авторефераті автором визначено особистий внесок стосовно публікацій виконаних у співавторстві. Результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на науково-технічних і науково-практичних конференціях в Україні і за кордоном, серед яких: International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology (Харків, 2017 р.), Międzynarodowa Konferencja Studentów oraz Doktorantów «Inżynier XXI wieku» (Бельсько-Бяла, 2017 р.), Все-

українська науково-практична конференція молодих учених і студентів з міжнародною участю «Проблеми та перспективи розвитку авіації та космонавтики» (Київ, 2017 р.), Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології» (Кропивницький, 2018 р.), Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання забезпечення кібербезпеки та захисту інформації» (Верхній Студений, 2018 р.), наукові семінари НАН України («Технічні засоби захисту інформації», Київ, 2017-2018 рр.), Національного авіаційного університету та Центральноукраїнського національного технічного університету та ін.

Зауваження та недоліки.

1. Розділ 1 дисертації присвячено аналізу принципів побудови, технологічних рішень і напрямів розвитку систем моніторингу в концепції Інтернету речей та постановці наукового завдання. Слід зауважити, що постановочна частина дисертації (розділ 1) виглядала б краще, якби більш наглядно (у вигляді діаграм та графіків) були б наведені порівняльні характеристики існуючих методів, що використовуються при застосуванні концепції Інтернету речей. Це підвищило б ступінь обґрунтованості зроблених автором висновків щодо необхідності розроблення інформаційної технології моніторингу навколошнього середовища.

2. У першому розділі дисертації автор проводить аналіз відомих підходів до моніторингу параметрів навколошнього середовища в концепції IoT за такими критеріями, як врахування аспектів управління, врахування колізій і розробка засобів їх блокування, розробки на базі детерміністичних підходів, розробки на базі стохастичних підходів, а також створені спеціалізовані програмно-апаратні комплекси на базі IoT. Проте, дисертант не пояснює і з роботи не зрозуміло чим він керувався при виборі саме таких критеріїв.

3. У п. 3 наукової новизни дисертант декларує, що отримала подальший розвиток інформаційна технологія моніторингу, яка зокрема дозволила забезпечити ефективне спостереження і контроль параметрів навколошнього середовища реального часу в сучасній концепції Інтернету речей із урахуванням апріорної невизначеності джерел інформації та можливості виникнення кризових ситуацій. Проте, проведені експерименти не відображають характер можливої кризової ситуації – це ускладнює розуміння практичного значення цього результату.

4. У всіх пунктах загальних висновків роботи (крім п. 2) відсутні кількісні параметри, які характеризують поетапне досягнення мети дисертаційної роботи. Такі параметри слід було б навести, тим паче що у тексті дисертації вони присутні (зокрема, у розділі 2 та 3).

5. Тексти дисертаційної роботи та автореферату містять велику кількість скорочень, абревіатур, спеціальних позначень та формул, що значно ускладнює загальний процес оцінки роботи при її читанні. До того ж, не всі абревіатури та скорочення пояснені у відповідному переліку на початку дисертації.

Проте, зазначені недоліки не знижують ступень наукової новизни та практичного значення одержаних в дисертації наукових положень і, внаслідок цього, позитивну оцінку роботи в цілому.

Висновок. Дисертаційна робота Котелянця Віталія Володимировича є закінченою науковою працею, яка містить нові, науково обґрунтовані, теоретичні та експериментальні результати, що у сукупності є суттєвими для розвитку теорії та практики у галузі сучасних інформаційних технологій. Усі одержані наукові результати можуть застосовуватися для побудови ефективних систем моніторингу. Дисертаційна робота «Інформаційна технологія моніторингу навколошнього середовища на базі концепції Інтернету речей» повністю відповідає чинним вимогам МОН України, зокрема п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою КМ України від 24.07.2013 р. № 567 (із змінами), а її автор, Котелянець Віталій Володимирович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

Професор кафедри обчислювальної техніки та програмування факультету комп’ютерних та інформаційних технологій

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

доктор технічних наук, професор



Кучук Г. А.

«15» березня 2019 року

Підпис Кучука Г. А.

ЗАСВІДЧУЮ

Вчений секретар

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

Заковоротний О. Ю.

«15» березня 2019 року

