

## **ВІДГУК**

офіційного опонента професора, завідувача кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки Національного транспортного університету, доктора технічних наук Аль-Амморі Алі Нурддиновича на дисертацію Кращенка Дениса Васильовича за темою: «Методика побудови автоматизованої системи управління інтелектуальною будівлею на базі методів стохастичної оптимізації», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 - Комп'ютерна інженерія

### **Актуальність теми**

Дисертаційне дослідження Кращенка Д.В присвячене рішенню наукового завдання, що полягає у розробленні методики побудови автоматизованої системи управління інтелектуальною будівлею на базі методів стохастичної оптимізації.

Визначення Інтернету речей (IoT), до парадигми якого, фактично, входять системи АСУІБ з'явилось завдяки поєднанню декількох технологій, а саме: аналітиці в реальному часі, машинному навчанню, сенсорам (з чутливими елементами різних типів) і вбудованим системам. Традиційні галузі вбудованих систем, бездротові сенсорні мережі, системи управління, автоматизація (включаючи автоматизацію будівель), та інші суттєво впливають на розвиток Інтернету речей.

На споживчому ринку, технологія IoT є найближчим синонімом продуктів, що відносяться до концепції «розумного дому» або «інтелектуальної будівлі», яка охоплює пристрой та прилади (наприклад, терmostати, системи домашньої безпеки та камери, світильники та інші побутові прилади), які підтримують одну або більше загальних екосистем, і їх можна контролювати за допомогою пристрой, пов'язаних з цією екосистемою, таких як смартфони та місця операторів.

Проте незважаючи на велику кількість моментів, в яких Інтернет речей здатен спростити життя людству, існує доволі велика кількість технічних завдань, які необхідно вирішити. Одним з таких завдань є питання енергозабезпеченості безпровідних сенсорів в мережах WSN. Іншим важливим завданням є ефективне розташування сенсорів та шлюзів у мережах WSN та своєчасне, на етапі проектування системи, виявлення критичних вузлів мережі.

Існуючи підходи з проектування та побудови АСУІБ роблять такі системи реактивними, тобто вони реагують на зміни, що вже відбулися в будівлі. Однак сьогодні можна збирати дані навіть з персональних пристройів, щоб створити певні індивідуальні моделі поведінки. Це покращення, реалізоване у дисертаційній роботі у вигляді моделі менеджера ресурсів АСУІБ, дозволяє передбачити майбутні дії та дає можливість створювати проактивні автоматизовані системи управління будівлею, здатні, наприклад, регулювати температуру у приміщенні до того, як користувач прибуде в будівлю, і, таким чином, підвищити загальний комфорт.

Отже, наукове завдання щодо розроблення методики побудови автоматизованої системи управління інтелектуальною будівлею на базі методів стохастичної оптимізації, вирішенню якого і присвячена дисертаційна робота Кращенко Д.В., є актуальним.

### **Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій**

Всі наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертаційному дослідженні, підтверджуються коректною постановкою завдання на дослідження, використанням відомого математичного апарату, їх не протиріччям відомим підходам, що використовують методи: теорії інформації, системного аналізу, елементів методів теорії ієрархічних багаторівневих систем, методів стохастичної оптимізації, теорії складних систем, автоматизованого управління, комп’ютерного імітаційного моделювання, оптимального управління, теорії цифрової обробки сигналів,

теорії сигналів і процесів та методи комп’ютерного імітаційного моделювання, тому є обґрунтованими і достовірними.

### **Наукова новизна отриманих результатів**

В результаті наукових досліджень вирішено актуальне наукове завдання, яка складається в побудови автоматизованої системи управління інтелектуальною будівлею на базі методів стохастичної оптимізації.

При цьому автором отримані такі нові наукові результати:

1. Вперше розроблено математичну модель WSN, наукова новизна якої полягає у введенні таких понять, як кластеризація та рівень захисту мережі. Цей пункт новизни детально обґрунтовано в п.2.1 дисертаційного дослідження. На відміну від існуючих, дана модель дозволяє вирішити задачу, щодо оптимального розміщення сенсорів у неоднорідних WSN (як частини АСУІБ), коли необхідно врахувати не лише оптимальне положення вузла а і його тип, та отримати засоби створення резервних каналів передачі інформації всередині мережі.

2. Вперше розроблено метод «вибіркової» процедури адаптивного пошуку». Запропонований пункт новизни детально обґрунтований в п.2.3 дисертаційної роботи, згідно якого даний метод базується на обчисленні погрішення параметрів «затримки передачі» та «тривалості життя» однорідних WSN при видалені з них критичних вузлів. Відмінна особливість методу полягає у введенні поняття функції оцінки критичності вузла WSN, яка реалізується для скорочення сукупності можливих вхідних наборів критичних вузлів, що дозволяє скоротити час розрахунку найвпливовішої підмножини критичних вузлів. Справедливість запропонованого методу доводиться дослідженнями у п. 2.4 дисертаційної роботи.

3. Вперше розроблено модель менеджера ресурсів АСУІБ, наукова новизна якої полягає у введенні у склад моделі порогу прогнозування. Підтверджується результатами моделювань п. 3.6 дисертаційної роботи. Це дозволило АСУІБ під час прийняття рішень отримати засоби для врахування не лише показника споживання енергії, а й додати до оцінювання важливий

показник комфорту. Це, в свою чергу, дозволило АСУІБ динамічно перемикатися між режимами функціонування завдяки програмно визначеному рівню вхідних вимог.

Сукупний пункт, що узагальнює запропоновані підходи і є складовим для розробленої методики побудови автоматизованої системи управління інтелектуальною будівлею на базі методів стохастичної оптимізації.

### **Практична цінність дисертаційних досліджень**

В дисертаційній роботі розроблено формальну методику, яка дозволяє використовувати її в інтересах проектування автоматизованих систем управління. Програмне забезпечення, розроблене в рамках дисертаційного дослідження, може бути використано для автоматизації розрахунків моделей АСУІБ та спростити завдання підбору елементів проектованої автоматизованої системи з невеликим доопрацюванням.

Результати дисертаційної роботи знайшли відображення в науково-дослідних роботах Державного університету телекомунікацій, м. Київ, впроваджені у виробничий процес на підприємстві ТОВ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» та реалізовані в навчальному процесі Державного університету телекомунікацій, м. Київ.

### **Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях**

Основні результати за темою дисертаційного дослідження опубліковані в 7 наукових публікаціях. Серед праць 6 наукових статей в фахових виданнях України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора й кандидата наук; 1 – в зарубіжних виданнях. Апробація відбувалась на конференція різного рівня в період з 2019 по 2021 роки, матеріали яких опубліковано у 3 працях наукових конференцій.

## **Відповідність академічній добросовісності**

Здобувач наукового ступеня доктора філософії Кращенко Д.В. провів аналіз попередніх наукових досліджень, зробив правильні посилання в тексті та списку літератури на джерела, які використовував як науковий базис для власного дослідження. Всі власні роботи можна знайти пошуковими системами та у відомих базах даних. В ході вивчення дисертаційної роботи порушень академічної добросовісності не виявлено.

## **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. Постановку науково-прикладної задачі та завдань дослідження наведено у стиснутій формі на рис. 1.12, що певною мірою, ускладнює розуміння результатів, які було отримано дисертантом в ході його виконання.

2. Система управління інтелектуальною будівлею розглядається як окрема самостійна система та не подається її взаємодія з інформаційними системами організації, міста, громади, що не однозначно впливає на ефективність оцінки роботи системи при моделюванні реальних ситуацій.

3. На мій погляд, піраміда побудови автоматизованих систем управління відповідно до концепції «Індустрія 4.0» рис. 1.2 дисертації потребує більш детального опису та пояснення в контексті розробленої «хмарної» архітектура Інтернету Речей (рис. 3.6). Цілком доцільно було б її розгляднути через призму відомих архітектур розподілених обчислень. Посилання на рис. 1.2 відсутнє в тексті роботи.

4. В п. 3.5 не наведено чисельних оцінок розрахунку живучості бездротових сенсорних мереж побудованих на основі запропонованих концепцій в п. 3.2. Хоча такі розрахунки виконано розділі 2 – бажано їх

підтвердити в контексті експериментальної перевірка методики побудови автоматизованої системи управління інтелектуальною будівлею.

5. Розділ 3 дисертації не містить опису схеми отримання експериментальних даних (наведена архітектура не достатньо деталізована (рис. 3.7)), що ускладнює розуміння отриманих результатів.

Вказані недоліки не знижують наукової цінності та практичного значення одержаних в дисертаційній роботі наукових результатів і, внаслідок цього, її позитивну оцінку в цілому.

### **Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальна оцінка**

Дисертаційна робота Кращенка Дениса Васильовича є завершеною кваліфікаційною роботою, в якій отримані нові наукові результати, що мають теоретичне і практичне значення та в сукупності є суттєвими для вирішення наукового завдання, яке полягає в розробленні методики побудови автоматизованої системи управління інтелектуальною будівлею на базі методів стохастичної оптимізації. Робота виконана здобувачем особисто у вигляді спеціально підготовленого рукопису, в якому зазначено особистий внесок здобувача у обрану предметну галузь.

Розглянута дисертаційна робота відповідає вимогам, що ставляться до кваліфікаційних робіт здобувача наукового ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167 (із змінами №979 від 21.10.2020), а її автор, Кращенко Денис Васильович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 - Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент  
професор, завідувач кафедри  
інформаційно-аналітичної діяльності  
та інформаційної безпеки  
Національного транспортного університету,  
доктор технічних наук

