

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., проф. Цмоцю Івану Григоровичу

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора **Гожого Олександра Петровича**
на дисертаційну роботу **Береговської Христини Василівни** на тему
«Інформаційна технологія управління адаптивною системою розумного будинку»,
подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 «Інформаційні технології»
за спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертації.

Інтелектуальні інформаційні технології з кожним роком розвиваються, вдосконалюються та впроваджуються в різні сфери людського життя, що дає змогу покращити рівень комфорту, підвищити рівень економії енергоносіїв, отримати конкурентну перевагу тощо.

Існуючі сучасні комерційні рішення у сфері автоматизації житлових приміщень, здебільшого, не забезпечують повноцінної адаптації до поведінки користувача. Здебільшого, такі системи базуються на фіксованих сценаріях управління, що суттєво обмежує функціональні можливості систем розумного будинку та подальший їх розвиток. Відповідно, тема дисертаційного дослідження «Інформаційна технологія управління адаптивною системою розумного будинку» є актуальною.

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

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводилось на кафедрі автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка» та, відповідно до координаційних планів Міністерства освіти й науки України, в рамках держбюджетних наукових тем:

- «Інтелектуальні інформаційні технології багаторівневого управління енергоефективністю регіону» (номер державної реєстрації 0117U004450, роки виконання: 2017-2018 рр.);

- «Методи та засоби нейронечіткого управління групою мобільних робототехнічних платформ» (номер державної реєстрації: 0123U101688, роки виконання: 2023-2024 рр.);
- «Методи та засоби інтелектуального вимірювання параметрів руху та визначення просторової орієнтації наземних мобільних робототехнічних платформ» (номер державної реєстрації: 0124U000822, роки виконання: 2024-2026 рр.).

Оцінка наукових результатів дисертації.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

– *вперше розроблено* моделі для системи управління розумним будинком, які використовують теорію мереж Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами, що дає змогу реалізувати сценарії функціонування та функцію адаптації системи управління розумним будинком до поведінки та вимог його власника;

– *вперше розроблено* метод навчання моделей для системи управління розумним будинком, який використовує розроблені режими збору даних (ручний, автоматизований, автоматичний) та етапи опрацювання статистичної інформації та подальше налаштування моделей, що дає змогу здійснити адаптацію розроблених моделей до поведінки користувача;

– *вдосконалено* метод синтезу моделей для системи управління розумним будинком, який використовує теорію мереж Петрі-Маркова та розроблені алгоритми, що дає змогу автоматизувати процес побудови адаптивних моделей;

– *отримала подальший розвиток* модель для системи управління, яка, на відміну від існуючих, використовує теорію стохастичних мереж Петрі та дає змогу врахувати випадкові процеси та стани складових розумного будинку.

Наукові положення, висновки і рекомендації, наведені у дисертаційній роботі, у сукупності можна кваліфікувати як внесок здобувачки у подальший розвиток наукових досліджень у сфері інформаційних технологій управління адаптивною системою розумного будинку. Результати дисертації Береговської Х.В. є значущими для галузі знань 12 «Інформаційні технології» та спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Практичні результати роботи, їх рівень та ступінь впровадження.

Практична цінність роботи полягає у розробленні:

– інформаційної технології управління адаптивною системою розумного будинку;

– програмного та апаратного забезпечення засобів інформаційної

технології, яке базується на використанні мікроконтролера STM8, що забезпечує низьку ціну пристрою та можливість зміни функціональності мікроконтролера;

– алгоритмів реалізації та застосування методів і моделей, що використовують теорію мереж Петрі-Маркова;

– результати дослідження, а саме: оцінка якості адаптивної класифікаційної моделі відповідно до метрик, описаних у ISTQB СТ-AI; параметри моделювання, які демонструють здатність системи до випереджального реагування та графі досяжності станів розроблених моделей, які демонструють скінченність і досяжність усіх станів та дають змогу дослідити динаміку функціонування моделей.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в три держбюджетні науково-дослідні роботи: «Методи та засоби нейронечіткого управління групою мобільних робототехнічних платформ», «Методи та засоби інтелектуального вимірювання параметрів руху та визначення просторової орієнтації наземних мобільних робототехнічних платформ» і «Інтелектуальні інформаційні технології багаторівневого управління енергоефективністю регіону» та в навчальний процес кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка» для викладання наступних дисциплін: «Основи смарт технологій і систем» та «Моделювання процесів і смарт-систем».

Напрацювання авторки пройшли належну практичну апробацію, що підтверджено відповідними актами про впровадження.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні наукові результати дисертації опубліковано в 25-ти працях, зокрема: 5 публікацій, що індексуються в міжнародних наукометричній базі Scopus, 9 статей у наукових фахових періодичних виданнях України; 2 розділи у міжнародних монографіях; 14 публікацій у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій.

Кількість публікацій відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків дисертації та їх достовірність.

В процесі розв'язання поставлених у дисертації задач, синтезі наукових положень, висновків та рекомендацій, авторкою використані дані, які одержані з літературних джерел, з результатів аналізу сучасного стану та перспектив розвитку моделей для системи управління розумним будинком, а також, ґрунтуючись на практичному виробничому досвіді авторки дисертації у розробленні та аналізі моделей для системи управління. Таким чином, наведені в дисертації результати слід вважати достатньо обґрунтованими, що

підтверджується даними моделювань, експериментальних досліджень та практичними результатами, котрі підтверджується, також, наявними актами впроваджень.

Всі наукові результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. Особисто здобувачеві належать такі наукові та практичні результати: метод синтезу моделей для адаптивних систем розумного будинку з використанням мереж Петрі-Маркова; метод навчання моделей систем розумного будинку на основі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами; моделі адаптивної системи розумного будинку на основі мереж Петрі-Маркова; модель на основі стохастичних мереж Петрі; моделі систем «Інтелектуальний будинок» побудованих на основі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами; методу синтезу моделей систем «Інтелектуальний будинок», створених на основі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами; структурна модель на основі теорії мереж Петрі; контролер розподіленого керування в адаптивних системах розумного будинку; спеціалізований мікроконтролер моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем «Розумний будинок»; автоматизована програмна система адміністрування та моніторингу систем «Розумний будинок»; результати аналізу сучасного стану розвитку систем розумного будинку, результати аналізу методів та моделей автоматизації їх проектування; алгоритм формування шаблонів для системи правил, пов'язаних з керуванням пристроями; математичну модель підсистеми безпеки розумного будинку; розроблено механізм декомпозиції моделей проєктованих систем розумного будинку; математична модель телекомунікаційної мережі для розумної будівлі; модель системи «Інтелектуальний будинок» на основі моделі Маркова; алгоритм для модуля моніторингу в розумній будівлі; структурна модель на основі мереж Петрі.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Береговської Х.В. повністю відповідає спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувачки у науковий напрям комп'ютерних наук.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Береговської Христини Василівни є результатом самостійних досліджень здобувачки і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Виклад матеріалу в дисертації є послідовним і логічно структурованим. Авторка чітко дотримується наукового стилю, не перевантажуючи текст зайвою термінологією. Поняття вводяться вчасно й пояснюються у відповідному контексті, що робить текст доступним для фахівців суміжних галузей. Терміни використано відповідно до сучасних стандартів у сфері комп'ютерних наук. Матеріал легко сприймається, особливо завдяки вдало підібраним ілюстраціям та прикладам.

Структура дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 101 найменувань та 3 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 180 сторінок, з них 159 сторінок основного тексту, який містить 54 рисунки та 8 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано мету дослідження та науково-прикладні завдання, показано зв'язок дослідження з науковими програмами та темами, наведено наукову новизну отриманих результатів, їх практичну цінність та особистий внесок здобувачки.

У першому розділі дисертаційної роботи подано результати всебічного аналізу сучасного стану методів, моделей, програмного й апаратного забезпечення, що використовуються у розробленні та реалізації систем розумного будинку. Результати проведеного аналізу дали змогу сформулювати ключові вимоги до майбутньої інформаційної технології управління адаптивними системами розумного будинку.

Другий розділ дисертації присвячено розробленню моделей, а саме: моделі взаємодії власника та адаптивної системи розумного будинку; моделі на основі стохастичних мереж Петрі; моделі підвищення оперативності реагування системи розумного будинку; моделі для системи розумного будинку на основі теорії мереж Петрі-Маркова, доповнену функціональними компонентами та побудовано графи досяжності станів розроблених моделей, які демонструють скінченність і досяжність усіх станів та дають змогу дослідити динаміку функціонування моделей.

У третьому розділі дисертаційного дослідження, авторкою розроблено метод синтезу моделей систем «Розумний будинок» на основі мереж Петрі-Маркова (МПМ) і доповнених функціональними компонентами та побудовано метод навчання моделей систем розумного будинку. Окрім того, розроблено алгоритм реалізації навчання моделі управління адаптивною системою розумного будинку та алгоритм синтезу таких моделей.

У четвертому розділі розроблено інформаційну технологію управління адаптивною системою розумного будинку, розроблено структуру програмно-апаратного комплексу разом з алгоритмами функціонування, технічними рішеннями та інструментами моніторингу й адміністрування, описано особливості реалізації програмно-апаратних засобів розробленої інформаційної технології та наведено результати дослідження.

У висновках автор підсумовує результати проведеного дослідження, систематизує основні результати, демонструє виконання поставлених завдань і підкреслює новизну й практичну придатність запропонованих підходів.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації. Відзначаючи високий науковий рівень представленої дисертаційної роботи, необхідно звернути увагу на наявні в ній окремі дискусійні положення чи недоліки:

1. У другому розділі, для наочного та кращого розуміння функціонування стохастичної моделі Петрі варто додати алгоритм її роботи.

2. У другому розділі відсутні дані щодо складності розроблених моделей (необхідний час роботи центрального процесора та об'єм пам'яті).

3. В параграфі “3.4. Оптимізація алгоритму навчання моделей систем РБ на основі МППМ та доповнених функціональними компонентами”, на мою думку, варто чіткіше описати критерій оптимізації, цільову функцію та обмеження.

4. Наведені в розділі 3 алгоритми було б доцільно більш детально описати та проілюструвати їх роботу на конкретних прикладах. Блок-схеми алгоритмів бажано б навести у додатках.

5. У четвертому розділі результати моделювання на рис.4.27 та в Таблиці 4.1 необхідно детальніше описати та пояснити.

6. На рис.4.9 представлена блок-схема алгоритму імовірнісного прогнозування зміни станів для адаптивної системи РБ. Представлена блок-схема оформлена не за стандартом.

7. У дисертаційній роботі наявні окремі граматичні (ст.63, ст.151 та ін.), орфографічні і стилістичні неточності (с.20, “...дозволить підвищити...” – “...дасть змогу підвищити”, ст.21 “...розроблення якісно нових ...” – “...побудови якісно нових” та ін.) та низька якість рисунків (Рис.2.2, Рис.2.5, Рис.2.8 та ін.).

Наведені зауваження і дискусійні положення не знижують загальної позитивної оцінки дисертації, відображають власну наукову позицію опонента і не заперечують можливості авторського бачення шляхів досягнення мети й вирішення завдань дисертаційної роботи.

Висновок.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Береговської Христин Василівни на тему «Інформаційна технологія управління адаптивною системою розумного будинку» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для комп'ютерних наук. Дисертаційна робота за 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.

Здобувачка Береговська Христина Василівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
професор, професор кафедри
інтелектуальних інформаційних
систем Чорноморського національного
університету імені Петра Могили

Олександр Гожий

