

67-72-170/2

20.12.2021

Голові разової спеціалізованої вченої ради ДФ.35.052.097  
Національного університету «Львівська політехніка»  
доктору технічних наук  
Ткаченку Роману Олексійовичу

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

доктора технічних наук, доцента

**Угрин Дмитра Ілліча**

на дисертаційну роботу

**Казаряна Артема Геннадійовича**

**«Методи та засоби управління системою «розумного» будинку  
з використанням хмарних обчислень»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 122 - Комп'ютерні науки**

### **Актуальність теми роботи**

На сьогоднішній день серед доступних програмних продуктів у сфері управління приладами будинку переважають розробки, що дозволяють користувачам керувати приладами за допомогою смартфона власноруч і практично відсутні автоматизовані системи для прийняття рішень управління технікою, що є перспективним напрямком для розробки та запровадження використання алгоритмів машинного навчання. Тому існує потреба у засобах, які реалізують механізм автоматизованого прийняття рішень системами «розумного» будинку для забезпечення комфорту мешканців та підвищення показників енергоефективності без втручання користувачів системи. Актуальність дисертаційного дослідження полягає у розвитку розробок систем «розумного» будинку з використанням хмарних обчислень, що забезпечують можливість широкого масштабування та зменшення витрат на запровадження розроблених систем управління.

В дисертаційній роботі досліджуються методи та засоби автоматизованого управління побутовими приладами будинку з використанням сервісів хмарних обчислень, а також застосування алгоритмів штучних нейронних мереж для автоматизованого прийняття рішень системою. Проведений аналіз методів пошуку оптимальних параметрів штучних нейронних мереж для розв'язання задач у контексті роботи систем «розумного» будинку і використання хмарних обчислень для підвищення показників надійності роботи, масштабованості та зменшення витрат на користування розробленою системою «розумного» будинку.

Актуальність теми дисертаційного дослідження також підкріплена використанням отриманих дисертантом результатів у науково-дослідних роботах (НДР), які виконувались у Національному університеті «Львівська політехніка», а саме:

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

- «Нейромережева технологія захисту та передачі даних у реальному часі з використанням шумоподібних кодів» (номер державної реєстрації 0119U002256; термін виконання роботи: січень 2019 - грудень 2020 рр.).

#### **Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому й оформлення**

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і двох додатків. Загальний обсяг роботи складає 194 сторінки друкарського тексту, із них: 5 сторінок вступу, 157 сторінки основного тексту, 61 рисуноків та 14 таблиць, списку використаних джерел з 130 найменувань.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та основні задачі досліджень, визначено наукову новизну роботи і практичне значення отриманих результатів, показано зв'язок роботи з науковими темами.

У **першому розділі** дисертаційного дослідження проаналізовано основні напрямки розвитку комерційної сфери розробки систем «розумного» будинку та основні досягнення і дослідження з підвищення ефективності роботи систем «розумного» будинку, що опубліковані науковою спільнотою за останні роки.

У **другому розділі** вдосконалено метод синтезу засобів ліцензування, розгортання, масштабування та оптимізації навантаження у системах «розумного» будинку за допомогою запровадження хмарних обчислень.

У **третьому розділі** розроблено метод емуляції роботи системи «розумного» будинку у помешканні з плануванням приміщень, розміщенням освітлювальних приладів та їх групуванням у помешканні, розміщенням електричних розеток та їх групуванням, розміщення сенсорів руху та зонування приміщень.

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи розроблено розподілену інформаційну технологію автоматизованого управління приладами «розумного» будинку на основі мереж Петрі із застосуванням роботи алгоритмів штучного інтелекту.

**Висновки** по дисертаційній роботі підкреслюють наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень. Список використаних джерел і посилань на них у тексті дисертації свідчить про те, що під час роботи було проаналізовано сучасні результати наукових досліджень провідних учених світу. Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи достатньо висвітлені в публікаціях у наукових фахових виданнях та апробовані на міжнародних і науково-технічних конференціях.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

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

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Казаряна А.Г., впливають з достовірності отриманих дисертантом результатів, засвідчених відповідними актами впровадження, обговоренням матеріалів дисертації на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях, а також наукових семінарах, де отримали схвальну оцінку. Адекватність отриманих рішень та оцінка їхньої ефективності підтверджені результатами моделювання та дослідження запропонованих методів управління приладами під'єднаними до системи «розумного» будинку шляхом використання розробленого програмного емулятора, а саме:

- дослідження методів підвищення надійності роботи системи за допомогою запровадження використання ієрархічних мереж Петрі;

- дослідження кількостей запитів між компонентами системи, що відбуваються у проєктованій системі при прямій взаємодії компонентів системи між собою та при використанні архітектурного шаблону Redux;

- дослідження швидкості оновлення загального стану системи при прямій взаємодії компонентів системи між собою та при використанні архітектурного шаблону Redux.

### **Достовірність і новизна наукових положень, висновків і рекомендацій**

Наукова новизна роботи полягає у розробленні методів та моделей для управління системою «розумного» будинку з метою забезпечення

необхідного рівня комфорту мешканців чи відвідувачів будівлі обладнаного системою без залучення людей до зміни налаштувань приладів у приміщеннях. Водночас досягнуто високих значень надійності роботи та відмовостійкості розробленої системи за допомогою використання обчислювальних ресурсів «хмарних» провайдерів.

Зокрема у роботі:

- вперше застосовано модель поширення програмного забезпечення для систем «розумного» будинку, що ґрунтується на використанні моделі SaaS, яке дає змогу зменшити вартість та збільшити швидкість роботи систем «розумного» будинку;

- вперше розроблено метод опрацювання великих обсягів даних для систем «розумного» будинку на основі архітектурного шаблону Redux, що пришвидшує та збільшує надійність опрацювання подій у системі;

- вдосконалено метод синтезу структур штучних нейронних мереж для управління системою «розумного» будинку, який базується на виборі оптимальної кількості прихованих шарів ШНМ та кількості нейронів на кожному внутрішньому шарі;

- вдосконалено розроблення масштабованої та відмовостійкої моделі опрацювання даних у системах «розумного» будинку на основі використання ієрархічних та кольорових мережі Петрі, що дає змогу дослідити параметри динаміки функціонування синтезованої програмної системи.

### **Практична значимість результатів роботи**

Практична значимість роботи полягає у розробленні: засобів ефективного та швидкого опрацювання великих об'ємів даних у системах «розумного» будинку із застосуванням архітектурного шаблону Redux; алгоритмів вибору оптимального типу штучної нейронної мережі та

вибору оптимальної структури внутрішніх шарів відповідно до поставленої задачі; розподілена інформаційна технологія автоматизованого управління приладами «розумного» будинку на основі мереж Петрі із застосуванням роботи алгоритмів штучного інтелекту; структура модулів та архітектура програмної реалізації інформаційної технології, мережевої структури компонент; програмне та інформаційне забезпечення синтезу елементів системи управління приладами будинку, яка написана на мові JavaScript з використанням технології NodeJS.

Отже, отримані в дисертаційній роботі Казаряна Артема Геннадійовича наукові результати мають суттєву практичну цінність у зв'язку з тим, що можуть бути використані під час створення нових і вдосконалення існуючих методів та алгоритмів управління приладами у системах «розумного» будинку. Результати дисертаційної роботи впроваджено в процесі розробки перспективних радіоелектронних систем у ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, що підтверджено актом впровадження. Впровадження запропонованих моделей, методів та алгоритмів дає змогу підвищити рівень точності прийняття автоматизованих рішень системою та підвищити показники швидкодії, надійності роботи та відмовостійкості:

- за рахунок запровадження архітектурного шаблону Redux швидкість оновлення загального стану системи зросла на 46% у порівнянні з попередніми вимірами швидкості роботи системи до її модернізації.

- застосувавши ієрархічні мережі Петрі, значення помилки результатів прийняття рішень системою знизилась з 16.4% до 2.7%.

## **Повнота викладу основних результатів дисертації у фахових виданнях**

Проведений аналіз показав, що здобувач має необхідний обсяг наукових публікацій та апробацій. Результати дисертаційної роботи викладені у 22 наукових працях, серед них 5 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у науковому фаховому виданні України, що включене до наукометричних баз даних, 6 статей у наукових періодичних виданнях інших держав, що включені до наукометричних баз даних та 1 монографія. Дисертант доповідався на 9-ти міжнародних і всеукраїнських конференціях.

## **Відповідність теми дисертації профілю спеціальності**

Дисертація Казаряна Артема Геннадійовича повністю відповідає спеціальності 122 - Комп'ютерні науки.

## **Відсутність порушення академічної доброчесності**

Підстав для сумнівів у науковій доброчесності здобувача під час детального ознайомлення з дисертаційною роботою не виявлено. Узгодженість, тексту дисертації з науковими працями Казаряна А.Г. свідчать про відсутність ознак фальсифікації. Проведений аналіз основних ідей, методів і гіпотез дотичних до тематики інших робіт містить відповідні посилання.

## **Зауваження та недоліки**

1. У першому розділі роботи не приділено достатньої уваги аналізу методів забезпечення надійності роботи існуючих систем «розумного» будинку при різких змінах навантаження на обчислювальні ресурси впродовж коротких проміжків часу.

2. У другому розділі використано метод пошуку оптимальної внутрішньої структури штучної нейронної мережі, недоліком якого є відсутність аналізу вхідних даних та вихідних даних нейронної мережі, а також відсутність пошуку внутрішніх взаємозв'язків між параметрами.
3. В третьому розділі на рис. 3.4 (Алгоритм методу емуляції помешкання) показано два рази «Початок» та відсутній кінець алгоритму.
4. Подана модель (схемні форми) в третьому розділі на основі кольорових мереж Петрі потребує детальнішого математичного опису.
5. У четвертому розділі для реалізації архітектурного рішення серверної частини розробленої системи «розумного» будинку не зрозумілий критерій вибору платформи Amazon Web Services серед інших платформ хмарних обчислень.
6. В четвертому розділі рис. 4.9 потрібно було розділити на два рисунки, а саме діаграми класів клієнтської частини розробленої системи «розумного будинку» та окремо серверної частини розробленої системи «розумного будинку».
7. В роботі не надано кількісної оцінки пришвидшення та збільшення надійності опрацювання подій у системі на основі запропонованого методу опрацювання великих обсягів даних для систем «розумного» будинку на базі архітектурного шаблону Redux.
8. В дисертаційній роботі зустрічаються деякі термінологічні і технічні неточності, а також стилістичні, граматичні помилки і невдалі вислови.

#### **Загальний висновок**

У дисертаційній роботі Казаряна А.Г. розв'язано актуальне наукове завдання підвищення ефективності розроблення систем «розумного» будинку з використанням розроблених моделей, методів та засобів інформаційної технології.



Дисертаційна робота відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 року №167. Здобувач Казарян Артем Геннадійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 - Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент  
доктор технічних наук,  
вчитель інформатики та технологій  
філософсько-правового ліцею №2  
Чернівецької міської ради



Д. І. Угрин

Підпис Д. І. Угрин засвідчую



А.І. Сігітов