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

# ВІДГУК

**офіційного опонента**
доктора технічних наук, професора
**МУЛЕСИ Оксани Юріївни**
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.** Однією з визначальних рис сучасного суспільства є стрімке зростання темпу життя. З одного боку, люди прагнуть максимально ефективно використовувати свій робочий час, з іншого — вивільнити більше часу для особистих потреб, відпочинку, самореалізації та дозвілля. Одним із дієвих засобів досягнення цієї мети – є автоматизація процесів, як виробничих, так і побутових, які тісно пов'язані з повсякденною людською діяльністю. Реалізацією ідеї автоматизації побуту – вє системи «розумний будинок», які призначені не лише полегшити виконання рутинних дій, а й підвищити рівень енергоефективності, безпеки та загального комфорту користувача. На ранніх етапах розвитку системи РБ були орієнтовані переважно на дистанційне або автоматизоване виконання окремих дій, таких як: керування освітленням, опаленням чи побутовими електроприладами. Їх реалізація базувалася на

сценаріях, жорстко закладених у програмну логіку. Проте, зі зростанням вимог до комфорту, індивідуалізації та адаптивності постала потреба у створенні нових типів систем розумного будинку — таких, що здатні до самонавчання, урахування поведінкових патернів користувачів і прийняття рішень на основі накопиченого досвіду. Відповідно, тема дисертаційного дослідження “Інформаційна технологія управління адаптивною системою розумного будинку” – є актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**. Результати, викладені у дисертаційній роботі, безпосередньо інтегровані в реалізацію низки науково-дослідницьких програм і тематик, що реалізуються на кафедрі автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка», а саме: «Інтелектуальні інформаційні технології багаторівневого управління енергоефективністю регіону» (№0117U004450); «Методи та засоби нейронечіткого управління групою мобільних робототехнічних платформ» (№0123U101688); «Методи та засоби інтелектуального вимірювання параметрів руху та визначення просторової орієнтації наземних мобільних робототехнічних платформ» (№ 0124U000822).

**Оцінка наукових результатів дисертації.** Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження є такою:

1. Вперше розроблено моделі для системи управління розумним будинком, які використовують теорію мереж Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами, що дає можливість реалізувати сценарії функціонування та функцію адаптації системи управління розумним будинком до поведінки та вимог його власника.

2. Вперше розроблено метод навчання моделей для системи управління розумним будинком, який використовує розроблені режими збору даних (ручний, автоматизований, автоматичний) та етапи опрацювання статистичної інформації і подальше налаштування моделей, що дає можливість здійснити адаптацію розроблених моделей до поведінки користувача.

3. Вдосконалено метод синтезу моделей для системи управління розумним будинком, який використовує теорію мереж Петрі-Маркова та розроблені алгоритми, що дає можливість автоматизувати процес побудови

адаптивних моделей.

4. Отримала подальший розвиток модель для системи управління розумним будинком, яка, на відміну від існуючих, використовує теорію стохастичних мереж Петрі та дає можливість врахувати випадкові процеси та стани складових розумного будинку.

**Практичні результати роботи, їх рівень та ступінь впровадження.** В дисертації розроблено та реалізовано інформаційну технологію управління адаптивною системою розумного будинку, побудовану на основі моделей Петрі-Маркова, доповнених функціональними компонентами. Синтезована структура забезпечує опрацювання вхідних даних від сенсорів, оцінювання ймовірностей переходів між станами та ініціалізацію керуючих дій, базуючись на адаптивному сценарному підході.

Розроблено алгоритм функціонування, структуру спеціалізованого мікроконтролера моніторингу та ймовірнісного прогнозування зміни станів систем «Розумний будинок», що забезпечує автоматичний моніторинг проектованої системи розумного будинку, зчитування вхідної інформації від сенсорів а також автоматичне надсилання керуючих сигналів до актуаторів, з паралельним опрацюванням та збереженням всієї цієї інформації в базі даних статистики в якості вхідних даних для розробленої автоматизованої програмної системи адміністрування та моніторингу систем «Розумний будинок».

Синтезоване технічне забезпечення контролера адаптивної системи розумного будинку базується на використанні мікроконтролера STM8, що забезпечує низьку ціну пристрою та можливість зміни функціональності мікроконтролера.

Розроблене програмне забезпечення адаптивної системи розумного будинку, яке реалізовано на мові Assembler мікроконтролера STM8, що забезпечує високу швидкодію функціонування пристрою.

Розроблена та реалізована автоматизована програмна система адміністрування та моніторингу систем розумного будинку, призначена для зчитування вхідної інформації від мікроконтролера моніторингу та ймовірнісного прогнозування зміни станів систем розумного будинку або з зовнішнього

архівного файлу для моделювання конкретних сценаріїв, або ж вхідного потоку в режимі онлайн, здійснюючи, таким чином, моніторинг проектованої системи РБ. В розробленій системі реалізована можливість адміністрування основних параметрів системи.

Отримані результати дослідження також відносяться до практичної цінності дисертаційної роботи, зокрема: результати оцінки якості адаптивної класифікаційної моделі, відповідно до метрик описаних у ISTQB CT-AI; результати моделювання, які демонструють здатність системи до випереджального реагування та графи досяжності станів розроблених моделей, які демонструють скінченність і досяжність усіх станів та дають можливість дослідити динаміку функціонування моделей.

Окрім того, отримані результати дисертаційних досліджень впроваджені в навчальний процес кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка» для викладання наступних дисциплін, а саме: «Основи смарт-технологій і систем» та «Моделювання процесів і смарт-систем».

Більше того, 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».

Відповідно, дисертаційні напрацювання Береговської Х.В. пройшли належну практичну апробацію, що підтверджено відповідними актами про впровадження.

**Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.** Результати дисертаційних досліджень опубліковано в 25-ти наукових працях, а саме: 9 статей у наукових фахових періодичних виданнях України; 2 розділи у міжнародних (закордонних) монографіях; 5 публікацій, що проіндексовані в міжнародній наукометричній базі Scopus, 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.**

Наукові положення, висновки та рекомендації, представлені в дисертації, мають надійне теоретичне підґрунтя та підтверджуються коректним використанням математичного апарату, результатами обчислювальних експериментів у сфері адаптивних систем розумного будинку. Окрім того, ефективність запропонованих моделей і методів підтверджується успішними впровадженнями.

**Оцінка змісту дисертації, оформлення й обсягу дисертації.**

Повний обсяг дисертації становить 180 сторінок, з них 159 сторінок основного тексту, який містить 54 рисунки та 8 таблиць. Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури з 101 найменувань та 3 додатків. Робота написана українською мовою.

У **вступі** проведено обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання дослідження та наукову новизну. Показаний зв’язок з науковими програмами і планами НДР, а також особистий внесок дисертанта.

**Перший** розділ дисертації присвячено аналізу сучасного стану методів, моделей, підходів, програмного й апаратного забезпечень, що використовуються у розробленні та реалізації систем розумного будинку. На основі проведеного аналізу сформульовано вимоги до дисертаційного дослідження.

У **другому** розділі дисертації розроблено моделі, зокрема: моделі взаємодії власника та адаптивної системи розумного будинку; модель на основі стохастичних мереж Петрі; модель підвищення оперативності реагування системи розумного будинку; модель для системи розумного будинку на основі теорії мереж Петрі-Маркова, доповнену функціональними компонентами та синтезовано графи досяжності станів розроблених моделей.

У **третьому** розділі дисертаційного дослідження розроблено метод синтезу моделей систем «Розумний будинок» і метод навчання моделей систем розумного

будинку та розроблено алгоритм реалізації навчання моделей управління адаптивною системою розумного будинку та алгоритм синтезу таких моделей.

У **четвертому** розділі розроблено: інформаційну технологію управління адаптивною системою розумного будинку, структуру програмно-апаратного комплексу; алгоритмічне та технічне забезпечення; описано особливості реалізації програмно-апаратних засобів розробленої інформаційної технології та наведено результати дослідження.

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

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог МОН України.

**Зауваження до дисертаційної роботи.**

1. В дисертації автор широко використовує словосполучення “ доповнені функціональні елементи ”, на мою думку, варто додати додаткові пояснення цих термінів.

2. В другому розділі дисертації автором розроблено ряд моделей, на мою думку, варто чіткіше описати вхідні та вихідні дані цих запропонованих моделей на основі теорії мереж Петрі.

3. Для кращого розуміння роботи, у третьому розділі дисертації варто додати дані про часові затрати в процесі використання розроблених методів (метод синтезу та метод навчання).

4. З роботи важко зрозуміти, які структури даних використані автором для збереження інформації про графи досяжності станів системи.

5. Відсутні вимоги до технічного забезпечення розроблених засобів інформаційної технології управління адаптивною системою розумного будинку.

6. У тексті дисертаційної роботи присутні граматичні помилки (ст.151, ст.152 та ін.) та рисунки, якість яких варто покращити (Рис.2.2, Рис. 4.27 та ін.).

Однак, ці зауваження не є принциповими, не впливають істотно на зміст дисертації та не знижують її наукову і практичну цінність.

**Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам.**

Провівши аналіз звіту щодо подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, ознайомившись із науковими публікаціями та дисертаційної роботи Береговської Христини Василівни, відзначаю відсутність порушень академічної доброчестності.

Вважаю, що дисертаційна робота ступеня доктора філософії Береговської Христин Василівни на тему «Інформаційна технологія управління адаптивною системою розумного будинку» виконана на високому науковому рівні, є завершеним науковим дослідженням, відповідає спеціальності 122 – Комп'ютерні науки, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує актуальне наукове завдання розроблення методів та засобів управління адаптивною системою розумного будинку, що дає змогу реалізувати механізм адаптації системи до особливостей поведінки користувачів, забезпечивши тим самим високий рівень комфорту.

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, а Береговська Христина Василівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 "Інформаційні технології" за спеціальністю 122 "Комп'ютерні науки".

Офіційний опонент:
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри програмного
забезпечення систем ДВНЗ
"Ужгородський національний університет" Оксана МУЛЕСА

Підпис
професора
Мулеси О.
засвідчую
Начальник юридичного відділу ДВНЗ «УжНУ»
проф. Василь ТИМЧАК