

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій
Кафедра інформаційних технологій

До захисту допустити
Завідувач кафедри ІТ,
д.т.н., проф., Каргін А.О.

12.01.2026 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

на тему: Система ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи
розумного будинку на основі методу регресійного дерева рішень

Здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
Студент 2-го курсу,
213-ІТ-Д24 групи
Галузь знань F - Інформаційні технології
Спеціальність F7 – Комп'ютерна інженерія
Освітньо-професійна програма - Інтелектуальні інформаційні технології (ІТ)

Полуектов Олексій Геннадійович
(ПІБ)

Керівник Петренко Тетяна Григорівна
(ПІБ)
к.т.н., доцент, доцент кафедри ІТ УкрДУЗТ
(науковий ступінь, вчене звання, посада)

Рецензент Ковтун Ірина Володимирівна
(ПІБ)
к.т.н., доцент, доцент кафедри «Транспортний зв'язок» УкрДУЗТ
(науковий ступінь, вчене звання, посада)

Рецензент Шергін Вадим Леонідович
(ПІБ)
к.т.н., доцент, доцент кафедри «Штучний інтелект» ХНУРЕ
(науковий ступінь, вчене звання, посада)

Національна шкала _____
Кількість балів: _____
Оцінка (ECTS) _____

м. Харків – 2026 рік

Сторінки 2, 4, 5, 13-42, 47-65 пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи недоступні для перегляду в даній обмеженій версії.

DO NOT COPY

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій
Кафедра інформаційних технологій

Затверджую
Завідувач кафедри ІТ,
д.т.н., проф., Каргін А.О.

03.10.2025 р.

Завдання

На кваліфікаційну роботу здобувача другого (магістерського) рівня вищої освіти	Полуектова Олексія Геннадійовича (прізвище ім'я по батькові в родовому відмінку)
Тема кваліфікаційної роботи	Система ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи розумного будинку на основі методу регресійного дерева рішень
Постановка завдання в стислій формі	Виконати проектування системи ідентифікації засобами мови UML, середовищ Mental Modeler, MATLAB, Node-RED. Як результат структурної ідентифікації отримати сценарії роботи розумного дому, а параметри сценаріїв визначити методом регресійного дерева рішень. Розгортання системи виконати в Node-RED.
Джерела, які рекомендує керівник кваліфікаційної роботи	Home Automation using Artificial Intelligent & Internet of Things. https://doi.org/10.1051/mateconf/202439201058 iHost: Using ESP Home on Node-RED (without Home Assistant) https://forum.ewelink.cc/t/ihost-using-esphome-on-nodered-without-home-assistant/18947

Календарний план роботи

Дата отримання версії звіту керівником	Етап виконання роботи	Виконання (зазначає керівник)
14.11.2025	Проектування системи (включно в MATLAB). Формування версії звіту (включно підрозділ 3.3)	виконано
01.12.2025	Визначення топології апаратного прототипу. Формування версії звіту (включно підрозділ 3.4)	виконано
09.12.2025	Динамічна модель програмно-апаратного прототипу системи в Node-RED. Формування повної версії звіту	виконано
15.12.2025	Редагування пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи за зауваженнями керівника за змістом та оформленням. Формування презентації (включно відео) та докладу	виконано

Дата видачі завдання 29.09.25
Керівник (ПІБ) Петренко Тетяна Григорівна

РЕФЕРАТ

Полуектов О.Г. Система ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи розумного будинку на основі методу регресійного дерева рішень. - На правах рукопису.

Пояснювальна записка щодо кваліфікаційної роботи здобувача другого (магістерського) рівня вищої освіти: 65 сторінок, 29 рисунків, 5 таблиць, 22 джерела, 7 додатків.

Метою роботи є створення програмно-апаратної системи ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи розумного будинку. Персоналізовані динамічні сценарії роботи розумного будинку здатні підвищити енергоефективність та забезпечити індивідуалізований підхід до комфорту користувачів.

Система ідентифікації визначає сценарій роботи розумного дому враховуючи історичні дані результатів моніторингу показників температури, вологості, рівня освітленості приміщення і наявності людини в приміщенні.

Моделювання системи виконано засобами UML діаграм, а також в середовищах Mental Modeler та MATLAB. В середовище Node-RED інтегровані модулі системи, які забезпечують формування синтетичних даних із врахуванням перехідних процесів в системі, для навчання моделі регресійного дерева рішень; отримання даних від сенсорів за протоколом MQTT; визначення сценаріїв роботи розумного дому за допомогою вже навченої моделі регресійного дерева рішень та візуалізацію результатів ідентифікації сценаріїв в Node-RED. Система ідентифікації задовольняє потребам граничних обчислень. Проведене тестування системи підтвердило перспективність обраного підходу до формування сценаріїв роботи, що динамічно змінюються відповідно уподобань користувача.

РОЗУМНИЙ БУДИНОК, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, СИНТЕТИЧНІ ДАНІ,
МЕТОД РЕГРЕСІЙНОГО ДЕРЕВА РІШЕНЬ

ABSTRACT

Oleksii Poluektov. System for identifying personalized dynamic smart home operation scenarios based on the decision regression tree method. - On the right of the manuscript.

Explanatory note to the qualification work of an applicant for the second (master's) level of higher education: 65 pages, 29 figures, 5 tables, 22 sources, 7 appendices.

The purpose of the work is to create a software and hardware system for identifying personalized dynamic scenarios of smart home operation. Personalized dynamic scenarios of smart home operation can increase energy efficiency and provide an individualized approach to user comfort.

The identification system determines the scenario of a smart home operation considering historical data from monitoring results of temperature, humidity, room illumination level and presence of a person in the room.

The system is modeled using UML diagrams, as well as in the Mental Modeler and MATLAB environments. The Node-RED environment integrates system modules that provide synthetic data generation taking into account transient processes in the system for training a regression decision tree model; receiving data from sensors via the MQTT protocol; determining smart home operation scenarios using an already trained regression decision tree model and visualizing the results of scenario identification in Node-RED. The identification system meets the needs of edge computing. The system testing confirmed the promising approach to the formation of work scenarios that dynamically change according to user preferences.

SMART HOME, INTERNET OF THINGS, SYNTHETIC DATA, DECISION
TREE REGRESSION METHOD

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	12
РОЗДІЛ 2 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ОГЛЯД ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАВДАННЯ	13
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ ДИНАМІЧНИХ СЦЕНАРІЇВ РОБОТИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА ОСНОВІ МЕТОДУ РЕГРЕСІЙНОГО ДЕРЕВА РІШЕНЬ	20
3.1 Концептуальна модель системи. UML Use case	20
3.2 Логічна модель системи. Моделювання в Mental Modeler	22
3.3 Логічна модель системи. Моделювання в MATLAB	25
3.4 Фізична модель системи. Апаратний прототип системи в Fritzing	31
РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ ПРОТОТИП СИСТЕМИ	33
4.1 Архітектура програмної частини прототипу системи	33
4.2 Компоненти програмної частини прототипу системи в Node-RED	34
4.3 Опис даних та бібліотек підтримки компонентів системи	37
4.4 Опис динамічної моделі в Node-RED засобами UML діаграм	38
4.5 Опис контрольних прикладів і результатів тестування	39
4.6 Опис інструкцій користувачеві	41
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ПОСИЛАНЬ	44
ДОДАТОК А ДІАГРАМИ UML	47
ДОДАТОК Б МОДЕЛЮВАННЯ В MENTAL MODELER	48
ДОДАТОК В МОДЕЛЮВАННЯ В MATLAB	50
ДОДАТОК Г МОДЕЛЮВАННЯ В FRITZING	56
ДОДАТОК Ґ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ В NODE-RED	57
ДОДАТОК Д ТЕКСТИ ПРОГРАМ	60
ДОДАТОК Е РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТУВАННЯ	65

ВСТУП

Актуальність теми пов'язана з інтенсивним розвитком технологій Інтернету речей, які створюють передумови для реалізації адаптивних систем керування в житловому секторі. Виникає потреба у створенні самонавчальних систем, здатних ідентифікувати та моделювати персоналізовані сценарії поведінки мешканців на основі контекстних даних, що вимагає застосування методів машинного навчання.

Метою кваліфікаційної роботи є створення програмно-апаратної системи ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи розумного будинку на основі методу регресійного дерева рішень. Для досягнення мети сформульовані наступні завдання: провести аналіз предметної області та визначити ключові концепції системи; розробити концептуальні та динамічні моделі системи засобами UML-діаграм; спроектувати архітектуру програмного забезпечення на базі Node-RED; реалізувати модель регресійного дерева рішень для прогнозування бажаних параметрів.

Об'єктом дослідження в роботі є процес проектування системи AIoT.

Предметом дослідження є методи та алгоритми ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи системи керування на основі регресійного дерева рішень.

Для вирішення поставлених завдань були використані такі методи: системний аналіз та структурний підхід для визначення функціональних меж системи; методи уніфікованої мови моделювання для опису динамічної поведінки; методи машинного навчання для створення моделі ідентифікації; методи математичної статистики для оцінки точності моделі; та інструменти візуального програмування Node-RED у поєднанні з Python програмами для практичної реалізації.

Рішення поставлених завдань дозволило отримати автору наступні результати: розроблено та реалізовано працездатний програмний прототип системи, інтегрований у платформу Node-RED; створено модель регресійного

дерева рішень, яка ідентифікує потрібні для користувача значення освітлення, температури та вологості; впроваджено алгоритм фільтрації даних, що забезпечує навчання моделі виключно на стабільних стаціонарних станах, нівелюючи вплив фізичної інерційності середовища; підтверджено точність ідентифікації.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні готового до впровадження програмного модуля, який підвищує рівень енергоефективності розумного будинку та покращує рівень користувацького комфорту шляхом адаптації до персоналізованих сценаріїв.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці та застосуванні у рамках архітектури Edge Computing методу попередньої фільтрації навчальної вибірки регресійної моделі за критерієм швидкості зміни фізичного параметра, що дозволило вирішити проблему навчання на нестабільних даних, характерну для систем керування інерційними об'єктами.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному проведенні системного аналізу предметної області, розробці архітектури Node-RED-додатку, реалізації та інтеграції моделі регресійного дерева рішень, а також у розробці програмної реалізації та проведенні комплексу тестування системи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами забезпечено відповідністю роботи тематиці науково-дослідних робіт кафедри ІТ, спрямованих на розвиток інтелектуальних систем обробки даних та керування в умовах використання Інтернету речей та Штучного інтелекту.

Основні положення і результати кваліфікаційної роботи були представлені та обговорювались на конференціях - 38-ї МНПК "Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті" 09 жовтня 2025 року та 85-ї «Студентської науково-технічної конференції» 10 грудня 2025 року.

По темі кваліфікаційної роботи виконано 2 науково-технічних публікації - 2 публікації у збірниках тез конференцій. Кваліфікаційна робота виконана відповідно науково-дослідної роботи Українського державного університету

залізничного транспорту «Розумні машини та інтернет речі зі штучним інтелектом», № ДР 0120U104276.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку посилань з 22 найменувань і 7 додатків. Звіт містить 29 малюнків, 5 таблиць. Повний обсяг звіту становить 65 сторінок, в тому числі 46 сторінок основного тексту.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання дослідження, а також охарактеризовано особистий внесок здобувача, практичне значення і наукова новизна отриманих результатів.

У першому розділі сформульована загальна постановка задачі та стисло описані етапи вирішення завдання. Висновки за розділом підтверджують виділення основних етапів створення системи ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи розумного будинку на основі методу регресійного дерева рішень.

У другому розділі виконано огляд і аналіз підходів до вирішення завдання. За результатами огляду та аналізу сучасних моделей визначення бажаних для користувача параметрів освітлення, температури та вологості, зроблені висновки, які підтверджують виділення найбільш суттєвих характеристик системи що потребують втілення в прототипі.

У третьому розділі наведено опис моделювання системи засобами UML, а також в середовищах Mental Modeler та MATLAB. Висновки за розділом підтверджують формування моделей системи ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи розумного будинку, які описують функціональність системи з точки зору користувача системи та з точки зору розробника прототипу системи.

У четвертому розділі описана реалізація системи у вигляді динамічної моделі в Node-RED. Висновки за розділом підтверджують позитивні результати синтезу програмно-апаратної системи в середовищі Node-RED та результати тестування системи.

У висновках роботи представлені теоретичні та практичні результати роботи та перспективи подальшого розвитку системи.

DO NOT COPY

РОЗДІЛ 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Відповідно теми кваліфікаційної роботи треба створити програмно-апаратну систему ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи розумного будинку на основі методу регресійного дерева рішень.

Створення системи ідентифікації передбачає визначення:

- 1) Основних термінів предметної області «розумний будинок», користувачів системи ідентифікації, меж системи та функцій системи;
- 2) Основних сценаріїв роботи розумного будинку із врахуванням властивостей режиму користувача та принципів зміни сценаріїв відповідно зміни уподобань користувача (структурна ідентифікація);
- 3) Суттєвих зв'язків концептів предметної області, що впливають на результативність роботи розумного будинку, а саме задоволеність користувача в автоматичному визначенні сценаріїв та параметрів сценаріїв;
- 4) Параметрів сценаріїв розумного будинку, які мають нечітку природу та дозволяють моделювати системи керування розумним будинком за нечіткою логікою для уточнення технології керування розумним будинком (параметрична ідентифікація);
- 5) Архітектури Node-RED додатку, яка дозволяє інтегрувати визначення та оновлення за потреби персоналізованих сценаріїв роботи розумного будинку, а також використання сценаріїв для керування розумним будинком.

У Розділі 1 представлено опис загальної постановки завдання за темою кваліфікаційної роботи. Виділено напрямки, вирішення яких треба реалізувати засобами мови UML, середовищ Mental Modeler, MATLAB та Node-RED.

ВИСНОВКИ

У ході виконання роботи було вирішено завдання створення прототипу програмно-апаратної системи ідентифікації персоналізованих динамічних сценаріїв роботи розумного будинку. На основі проведеного аналізу предметної області та існуючих підходів до формування систем розумного будинку було обґрунтовано вибір архітектури, що базується на концепції граничних обчислень та методах машинного навчання TinyML. Такий підхід дозволив забезпечити автономність функціонування системи та високий рівень конфіденційності даних користувача.

В рамках проектування системи було розроблено концептуальна та логічні моделі з використанням уніфікованої мови моделювання UML та нечітких когнітивних карт, що дозволило формалізувати причинно-наслідкові зв'язки між параметрами середовища та рівнем комфорту мешканців. Практична реалізація прототипу виконана в середовищі візуального програмування Node-RED з інтеграцією аналітичних модулів на мові Python. Ключовим елементом розробки стала регресійна модель на основі дерева рішень, яка здатна ідентифікувати відповідні параметри освітлення, температури та вологості залежно від часу доби та присутності людини в приміщенні. Результати тестування продемонстрували достатню точність визначення сценаріїв.

Перспективи подальшого розвитку системи вбачаються у розширенні апаратної складової та вдосконаленні алгоритмічної бази. Зокрема, доцільним є інтеграція додаткових типів сенсорів та перехід на більш потужні мікроконтролери, що уможливить використання складніших методів машинного навчання для подальшого підвищення точності ідентифікації сценаріїв. Крім того, потенціал системи може бути розширений шляхом впровадження голосового керування та глибшої інтеграції з екосистемами інтернету речей через стандартні протоколи обміну даними, що зробить рішення більш гнучким та зручним для кінцевого споживача.

Основні положення кваліфікаційної роботи опубліковані як тези [21,22].

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- 1) Петренко Т.Г. Методичні вказівки щодо порядку та змісту підготовки, оформлення і захисту звіту з переддипломної практики та пояснювальної записки здобувача другого рівня вищої освіти (магістр). Харків: УкрДУЗТ, 2025. 70 с. URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/30265> (Дата звернення 22.12.2025)
- 2) Johare K., Wagh V., Shaligram A. Smart Home Automation System Using IoT, AI and Communication Protocols. URL: <https://ijsdr.org/viewpaperforall.php?paper=IJSDR2206068> (Last accessed: 15.12.2025)
- 3) Muthoni K. Smart Home Technology: Integrating AI for Improved Living Standards. URL: <https://rijournals.com/wp-content/uploads/2024/09/RIJBAS-P15.pdf> (Last accessed: 15.12.2025)
- 4) Understand Anything. URL: <https://notebooklm.google/> (Last accessed: 15.12.2025)
- 5) Google Gemini. URL: <https://gemini.google.com> (Last accessed: 15.12.2025)
- 6) Reddy V. et al. Home Automation using Artificial Intelligent & Internet of Things. URL: <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439201058> (Last accessed: 15.12.2025)
- 7) Cenni D. AI for Smart Home Automation. URL: <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-8173-6> (Last accessed: 15.12.2025)
- 8) Google Assistant. URL: <https://assistant.google.com/> (Last accessed: 15.12.2025)
- 9) Capogrosso L. et al. Machine Learning-oriented Survey on Tiny Machine Learning. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3365349> (Last accessed: 15.12.2025)
- 10) Oliveira F. et al. Internet of Intelligent Things: A convergence of embedded systems, edge computing and machine learning. URL: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101153> (Last accessed: 15.12.2025)

- 11) Sheikh M., Ameen I. An Adaptive and Scalable Indoor Lighting Control System Using ESP32 Microcontrollers, IoT, and Machine Learning. URL: https://www.researchgate.net/publication/388958278_An_Adaptive_and_Scalable_Indoor_Lighting_Control_System_Using_ESP32_Microcontrollers_IoT_and_Machine_Learning (Last accessed: 15.12.2025)
- 12) TensorFlow Lite for Microcontrollers. URL: <https://github.com/tensorflow/tflite-micro?tab=readme-ov-file#tensorflow-lite-for-microcontrollers> (Last accessed: 15.12.2025)
- 13) Visual Paradigm. URL: <https://online.visual-paradigm.com> (Last accessed: 15.12.2025)
- 14) Kosko B. Fuzzy cognitive map. Int. J. Man-Machine Studies. 1986, 24, pp.65-75 URL: [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(86\)80040-2](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(86)80040-2) (Last accessed: 15.12.2025)
- 15) Gray S. et al. Mental Modeler: A Fuzzy-Logic Cognitive Mapping Modeling Tool for Adaptive Environmental Management. URL: <https://www.mentalmodeler.com/articles/Gray%20et%20al%20Mental%20Modeler%202013.pdf> (Last accessed: 15.12.2025)
- 16) Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems. URL: https://www.mathworks.com/help/fuzzy/types-of-fuzzy-inference-systems.html?s_tid=srchtitle_site_search_1_Mamdani (Last accessed: 15.12.2025)
- 17) Fritzing. URL: <https://fritzing.org/> (Last accessed: 15.12.2025)
- 18) Node-RED. URL: <https://nodered.org/> (Last accessed: 15.12.2025)
- 19) Petrenko T., Zadorozhnyi A. Platform for integration of meteo dates processing tools and services using artificial intelligence. URL: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2025.3.073> (Last accessed: 6.12.2025)
- 20) Decision Trees. User guide. URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/tree.html#regression> (Last accessed: 15.12.2025)
- 21) Petrenko T., Poluektov O. Smart home system design. Information and control systems in railway transport. 2025, 3 (annex), pp.15-16. URL:

https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2025/10/dodatok_do_zhurnalu_iksz_t_3_2025_z_tezami_dopovidej_38_mnpk.pdf (Last accessed 7.12.2025)

- 22) Полукетов О. Проектування системи автоматизації розумного дому. Тези 85 студентської наукової-технічної конференції. УкрДУЗТ, Харків 10-11 грудня, 2025, с.119-120. URL: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2025/12/tezi-sntk-85.pdf> (Last accessed: 22.12.2025)

DO NOT COPY