

**ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Web-додаток управління побутовими системами
розумного будинку»**

Студента 4 курсу, 9 групи,
спеціальності
122 «Комп'ютерні науки»

підпис студента

Кравця
Максима
Валерійовича

Науковий керівник
доктор фізико-математичних наук,
професор

підпис керівника

Пурський Олег
Іванович

Гарант освітньої програми
кандидат технічних наук, професор

підпис керівника

Демідов Павло
Георгійович

Київ 2023

Державний торговельно-економічний університет

Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Затверджую
Зав. кафедри _____ Пурський О.І.
«12» грудня 2022р.

**Завдання
на випускню кваліфікаційну роботу (проект) студенту**

Кравцю Максиму Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи (проекту)
«Web-додаток управління побутовими системами розумного будинку»

Затверджена наказом ректора від «09» грудня 2022 р. № 3332

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 30 травня 2023 року

3. Цільова установка та вихідні дані до роботи

Мета роботи: розробка веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому.

Об'єкт дослідження: процес управління та інформаційного контролю розумного будинку.

Предмет дослідження: веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного будинку.

4. Перелік графічного матеріалу

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів, за якими

здійснюється консультування:

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали)	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Пурський О.І.	15.12.2022 р.	15.12.2022 р.
2	Пурський О.І.	15.12.2022 р.	15.12.2022 р.
3	Пурський О.І.	15.12.2022 р.	15.12.2022 р.

6. Зміст випускної кваліфікаційної роботи (проекту) (перелік питань за кожним розділом)

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ

1.1. Розумний будинок: сутність, поняття, принципи

1.2. Інформаційна складова контролю розумного дому

1.3 Проблематика та постановка завдань дослідження

Висновки по розділу

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ

2.1 Математичні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому

2.2 Архітектура веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому

2.3. Алгоритм роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому

Висновки по розділу

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ

3.1 Вибір та обґрунтування інструментальних засобів

3.2 Розробка веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому

3.3 Верифікація результатів дослідження

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТОК

7. Календарний план виконання роботи

№ Пор.	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	фактично
1	2	3	4
1	<i>Вибір теми випускної кваліфікаційної роботи</i>	04.10.2022	04.10.2022
2	<i>Розробка та затвердження завдання на випускну кваліфікаційну роботу</i>	15.12.2022	15.12.2022
3	<i>Вступ</i>	03.02.2023	03.02.2023
4	<i>РОЗДІЛ 1. Теоретичні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому</i>	28.02.2023	28.02.2023
5	<i>РОЗДІЛ 2. Методологічні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому</i>	06.04.2023	06.04.2023
6	<i>РОЗДІЛ 3. Практична реалізація веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому</i>	12.05.2023	12.05.2023
7	<i>Висновки</i>	15.05.2023	15.05.2023
8	<i>Здача випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі науковому керівнику</i>	30.05.2023	30.05.2023
9	<i>Попередній захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	31.05.2023 -01.06.2023	31.05.2023 -01.06.2023
11	<i>Виправлення зауважень, зовнішнє рецензування випускної кваліфікаційної роботи</i>	02.06.2023	02.06.2023
12	<i>Представлення готової зшитої випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	05.06.2023	05.06.2023
13	<i>Публічний захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	За розкладом роботи ЕК	

8. Дата видачі завдання «15» грудня 2022 р.

Керівник випускної кваліфікаційної роботи

Пурський О.І.

(прізвище, ініціали, підпис)

Гарант освітньої програми

Демідов П.Г.

(прізвище, ініціали, підпис)

Завдання прийняв студент-дипломник

Кравець М.В.

(прізвище, ініціали, підпис)

Анотація

У випускній кваліфікаційній роботі здійснено комплексну розробку моделей та інформаційної технології моніторингу соціально-економічних показників з метою підвищення ефективності управління регіональним розвитком. Теоретично обґрунтовано основні положення формування і проведення соціально-економічного моніторингу та запропоновано концепцію створення інформаційної системи оцінювання показників соціально-економічного розвитку регіону. Розроблено метод автоматизованого розрахунку комплексної оцінки показників соціально-економічного розвитку. Створено автоматизовану Web-систему оцінювання показників соціально-економічного розвитку регіонів України.

Ключові слова: соціально-економічний розвиток, математична модель, інтегральні показники, інформаційна технологія.

Anotation

The graduation qualification work is devoted to development of model and information technology of monitoring of social and economic indexes for the purpose of management efficiency increase by regional development. The mechanism of the taking into account of differentiation of regional development in information system of social and economic monitoring is developed. The automated calculation method of integrated indicators of social and economic development is offered and programmed. The Web-system for monitoring indicators of social and economic development of Ukraine regions is created and the technology of its use is developed.

Keywords: social and economic development, mathematical model, integrated indicators, information technology.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ	11
1.1 Розумний будинок: сутність, поняття, принципи	11
1.2 Інформаційна складова контролю розумного дому	16
1.3 Проблематика та постановка завдань дослідження	19
Висновки до розділу	20
РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ	22
2.1 Математичні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому	22
2.2 Архітектура веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому	27
2.3 Алгоритм роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому	28
Висновки до розділу	31
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ	32
3.1 Вибір та обґрунтування інструментальних засобів	32
3.2 Розробка веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому	36
3.3 Верифікація результатів дослідження	42
Висновки до розділу	56
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	58

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У світі слова «інтернет», «телефони», «комп'ютери» стали синонімами слову «комфорт». Всі ці речі роблять наше життя мобільнішим, зручнішим і комфортнішим. Підлаштувавши під свої потреби потрібну техніку, можна значно заощадити свій час та ресурси [1]. У вік високих технологій люди все більше намагаються автоматизувати процеси, будівлі, машини і будинки [2].

Для кожного мешканця зручність у його будинку відіграє важливу роль, адже прийшовши додому кожен знаходить у ньому своє заспокоєння та заповнює енергію та сили. Перед створенням системи, перш за все потрібно визначити поняття «Розумний дім» і що він включає. Зараз зростає потреба в автоматизації будинків за допомогою впровадження системи «Розумний дім». Ця система націлена на підвищення рівня комфорту та безпеки проживання [3]. Важливою умовою комфорту є відповідність системи до потреб людини. Тому виникає потреба звертати увагу на фактори, що формують життєві принципи мешканців будинку.

Домашня автоматизація або розумний будинок – система домашніх пристроїв, здатних виконувати дії та вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини [4]. Уперше визначення Розумний дім було сформульовано у Вашингтонському Інституті інтелектуальної будівлі і звучало так: Розумний дім – це будівля, що забезпечує продуктивне та ефективне використання робочого простору. «Розумний дім» – складна та інтелектуальна система. Процес створення є багатоетапним. У його створенні бере участь замовник, він же господар будинку, менеджер цього проекту та фахівці, які встановлюють всю систему поетапно та правильно.

Бездротові можливості розумного будинку пропонують дуже широкий спектр можливостей. Вони працюють за допомогою малопотужних радіохвиль, які вільно проходять через стіни, підлогу чи меблі. З їх допомогою мешканці матимуть повний контроль над функціонуванням

будівлі у дуже простий спосіб, у будь-якому місці, у будь-який час та найголовніше без проводів. Функціональність системи повністю залежить від смаку господаря та винахідливості, забезпечуючи високий рівень безпеки та комфорту людей у будинку. Насправді це означає можливість інтеграції різного електроустаткування в такий спосіб, що одним жестом можна опустити жалюзі чи відрегулювати температуру всередині приміщення.

Мета та завдання дослідження. Метою даної роботи є розробка веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати низку завдань:

- розкрити математичні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому;
- навести архітектуру веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- запропонувати алгоритм роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- здійснити вибір та обґрунтування інструментальних засобів;
- розробити веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- виконати верифікацію результатів дослідження.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом роботи виступає процес управління та інформаційного контролю розумного дому.

Предметом є веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому.

Методологічна складова дослідження. Під час виконання роботи використовувались теоретичні методи досліджень із застосуванням апарату термодинаміки, фізики твердого тіла, електроніки, теорії ймовірності, математичної статистики, похибок.

Наукова новизна отриманих результатів.

1) Запропоновано комплексне рішення для управління та інформаційного контролю розумного дому.

2) Розроблено моделі використання системи управління та інформаційного контролю розумного дому.

3) Розроблено веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дослідження можуть бути впроваджені у рамках реального приміщення для управління та інформаційного контролю розумного дому.

Апробація результатів.

Структура роботи. Структуру роботи складають вступ, три розділи, висновки та список використаної літератури.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ

1.1 Розумний будинок: сутність, поняття, принципи

Розумний будинок (smarthouse) – це комплекс пристроїв, з'єднаних у єдину мережу, які виконують функцію автоматичного керування інженерними системами та побутовими приладами у будинку.

Всі функції, які виконує розумний будинок можна розділити на чотири основні групи:

- контроль – це вимірювання параметрів у приміщенні, таких як температура, тиск, вологість, освітленість та ін. при цьому, як правило, датчик виконаний в єдиному корпусі з виконавчим елементом. Типовим прикладом такого пристрою є термостат. Він контролює температуру і при її коливаннях призводить до встановленого (заданого) значення.
- безпека – це пристрої для забезпечення контролю за станом об'єкта, моніторингу та запобігання вторгненню. До цих пристроїв відносяться датчики на вікнах та дверях, датчики руху, смарт-замки та системи відеоспостереження.
- комунальні послуги (енергозбереження) за допомогою пристроїв цієї групи можна підвищити енергоефективність будинку. До них відносяться різні пристрої, наприклад, сучасні світлодіодні джерела світла, регулятори, сонячні панелі та ін.
- розваги – пристрої цієї групи спрямовані створення комфорту і несуть розважальну функцію. До них відносяться смарттелевізори, смарт-колонки та інші пристрої.

Головною складовою розумного будинку є центральний контролер – пристрій або центр обробки інформації та управління. Завдяки цьому свого

роду мозку подібні будинки і називають розумними. Від нього йде адресація на все обладнання за своїми протоколами і за допомогою нього розумний будинок може бути запрограмований на виконання певних завдань, званих сценаріями. Це можуть бути прості реакції на впливи, наприклад, включення обігрівача при певному рівні температури в приміщенні, або складне комплексне керування, наприклад, одночасне закриття жалюзі, плавне вимкнення світла, включення телевізора та DVD-плеера на улюблений фільм однією голосовою командою [5].



Рисунок 1.1 – Підсистеми розумного будинку

Виділення типових сценаріїв дозволяє розділити розумний будинок на підсистеми (рисунок 1.1). Зазвичай виділяють такі підсистеми як охорона та контроль, клімат та опалення, керування освітленням, керування побутовими електроприладами, домашній кінотеатр та інші. В цілому, будь-який розумний будинок виконує не тільки функціональні завдання управління, контролю, здійснення безпеки та енергозбереження, а й емоційні, зближуючи людину та її оселю, дозволяючи бути господарем не лише самого будинку, а й реальності в ньому.

Під терміном «розумний дім» зазвичай розуміють інтеграцію наступних підсистем у єдину систему управління будівлею: системи управління та зв'язку, система опалення, вентиляції та кондиціонування, система освітлення, система електроживлення будівлі, система безпеки та моніторингу [6].

Системи управління. Система «Мультирум» (рисунок 1.2) дозволяє керувати аудіо, відеотехнікою, домашнім кінотеатром. Система віддаленого керування електроприладами, приводами механізмів та всіма системами автоматизації. Електронні побутові прилади в розумному будинку можуть бути об'єднані в домашню мережу Universal Plug'n'Play з можливістю виходу загального користування. Механізація будівлі (відкриття/закриття воріт, шлагбаумів, електропідігрів сходів тощо) [7].



Рисунок 1.2 – Система «Мультирум»

Система опалення, вентиляції та кондиціонування (Heating, Ventilation and Air Conditioning, HVAC) (рисунок 1.3) забезпечує регуляцію температури, вологості та надходження свіжого повітря. Крім цього, HVAC

заощаджує енергію за рахунок раціонального використання температури середовища. Деякі підсистеми: кондиціонер, що керується через мережу, механізми автоматичного відкриття/закриття вікон для надходження холодного або теплого повітря в відповідний час доби [8].

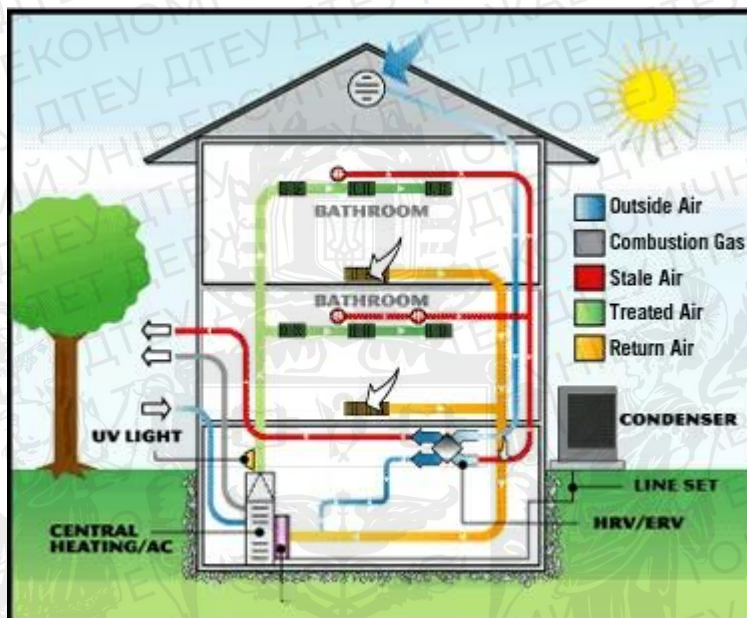


Рисунок 1.3 – Система опалення, вентиляції та кондиціонування (Heating, Ventilation and Air Conditioning, HVAC)

Система освітлення (Lighting control systems, LCS) (рисунок 1.4) контролює рівень освітленості у приміщенні, зокрема задля економії електроенергії з допомогою раціонального використання природного освітлення. Деякі підсистеми: автоматика для включення/вимкнення світла в заданий час доби, датчики руху для включення світла тільки тоді, коли в приміщенні хтось знаходиться, автоматика для відкриття/закриття віконниць, жалюзі, для регулювання прозорості спеціальних шибок [9].

Системи електроживлення забезпечують безперебійне живлення, зокрема за рахунок автоматичного перемикавання на альтернативні джерела електроживлення. Деякі підсистеми: автоматичне введення резерву, промислові ДБЖ, дизельні генератори [10].

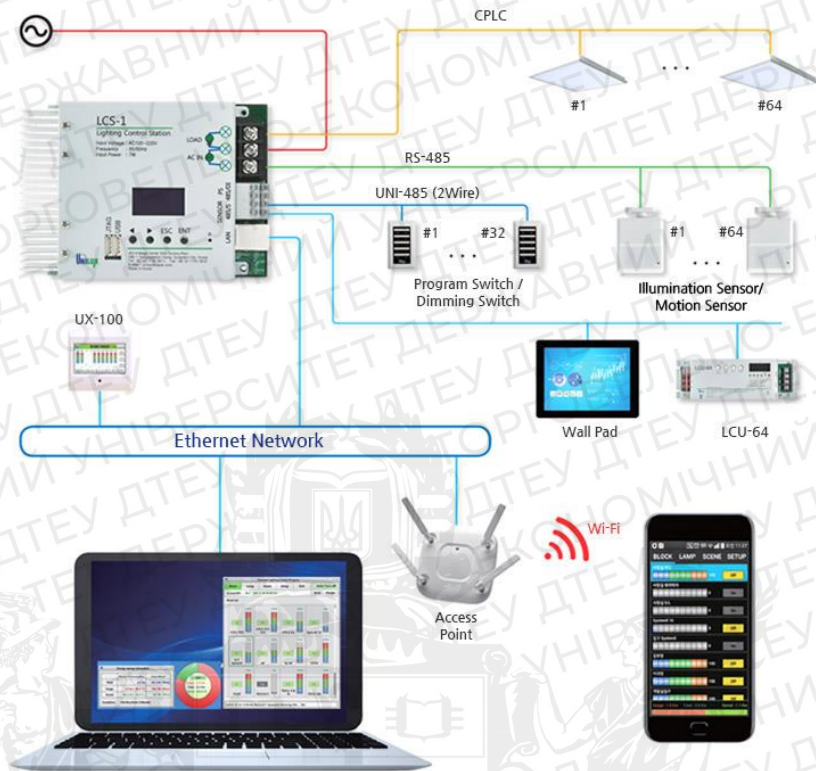


Рисунок 1.4 – Система освітлення (Lighting control systems, LCS)

Основу системи безпеки та моніторингу складають деякі підсистеми, до їх числа варто віднести: систему контролю доступу до приміщень, систему відеоспостереження, охоронно-пожежну сигналізацію (у тому числі контроль витоків газу), систему захисту від протікання, телеметрію – віддалене стеження за системами. Система складається з контролюючого пристрою, спеціальних кранів та датчиків, що детектують затоплення. Стосовно моніторингу, варто зазначити, що GSM-моніторинг здійснює віддалене інформування про інциденти в будинку (квартиру, офіс, об'єкт) та управління системами будинку через телефон. Сукупність систем при цьому дозволяють отримувати голосові інструкції щодо планованих керуючих впливів, здійснюють IP-моніторинг об'єкта [11].

1.2 Інформаційна складова контролю розумного дому

На сьогодні існують два основні підходи для домашньої автоматизації – це професійний та DIY. Розглянемо кожен докладніше.

Перший варіант передбачає складання індивідуального проекту будинку спеціалізованою компанією, з урахуванням побажань і потреб замовника. Системи виконані таким способом поділяються на системи повної автоматизації будинку та системи автоматизації безпеки, пропонують такі виробники як Vivint, ADT та ін. [12]. Такі системи є більш простими та пропонують функції виключно моніторингу безпеки будинку, на відміну від систем повної автоматизації, які є комплекснішими.

Цей підхід має як переваги, так і недоліки. До переваг цього підходу належить: гарантія повної сумісності пристроїв, професійний монтаж та обслуговування обладнання. До недоліків відносяться: складність системи та монтажу, необхідність проведення спеціалізованої проводки, дорожнеча системи.

Другий підхід заснований на тому, що користувач може сам встановити систему з використанням простих компонентів без спеціалізованих навичок у програмуванні та техніці. Такі пристрої не потребують спеціалізованого монтажу або проведення мереж. Випускають ці пристрої такі виробники як Samsung Smart Things, HoomSeer, Wink та ін. Основні переваги таких пристроїв – гнучкість системи, можливість застосування компонентів різних виробників та невисока вартість, у порівнянні з професійними системами [13]. Але при цьому такі системи мають недоліки. Головний недолік їх у тому, що пристрої різних виробників може бути несумісні, оскільки є кілька різних стандартів зв'язку. Пристрої можуть бути сумісні у двох варіантах: за «залізом» і по софту. Коли пристрої сумісні за «залізом» вони можуть обмінюватися інформацією один з одним за загальним стандартом, таким як

Z-Wave, ZigBee, HomeKit і Wi-Fi. Але все ж таки більшість пристроїв сумісні по Wi-Fi.

При цьому переваги переважають недоліки. І DIY системи стають більш масовими та їх кількість постійно зростає. За підрахунками аналітиків до 2025 року пристрої розумного будинку та інтернету речей стануть найчисленнішим класом пристроїв та обженуть за кількістю смартфони.

Система розумного будинку складається з наступних типів пристроїв:

контролер (хаб) – це керуючий пристрій, який зв'язує пристрої один з одним і забезпечує зв'язок із зовнішнім світом;

датчики (сенсори) – це пристрої, які отримують інформацію про зовнішні умови;

актуатори – це виконавчі пристрої, які безпосередньо виконують команди. Це найчисленніша група пристроїв, до якої входять розумні розетки, розумні вимикачі тощо [14].

Загальний вигляд можливої системи представлено на рис.1.5.

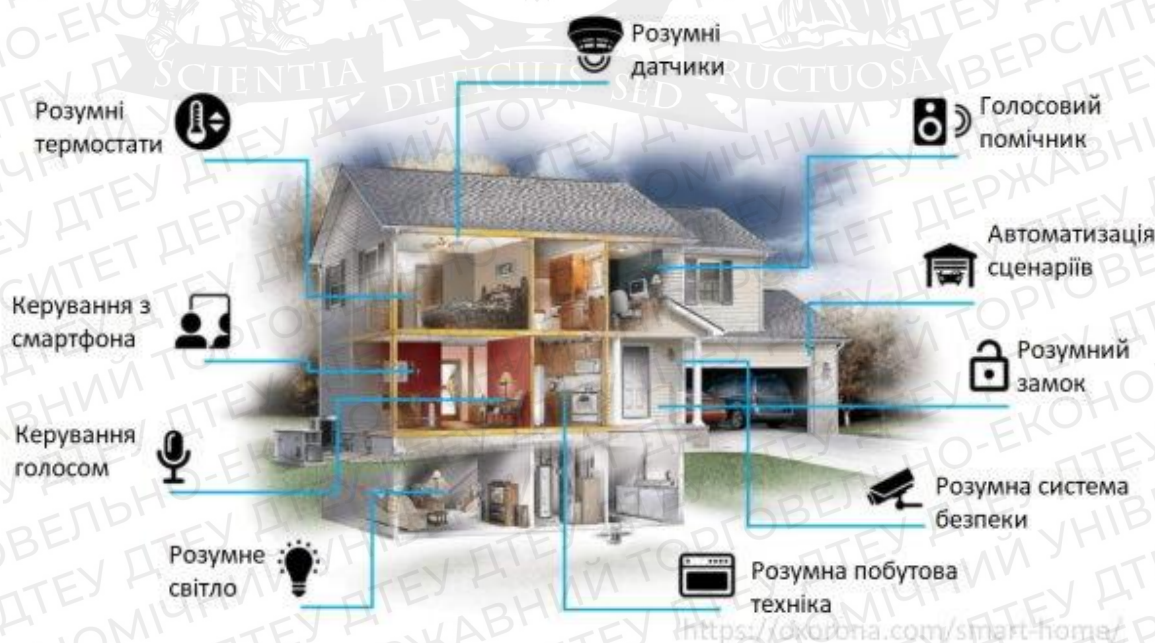


Рисунок 1.5 – Елементи системи розумного будинку

Загальні функції розумного будинку представлені на рис. 1.6.

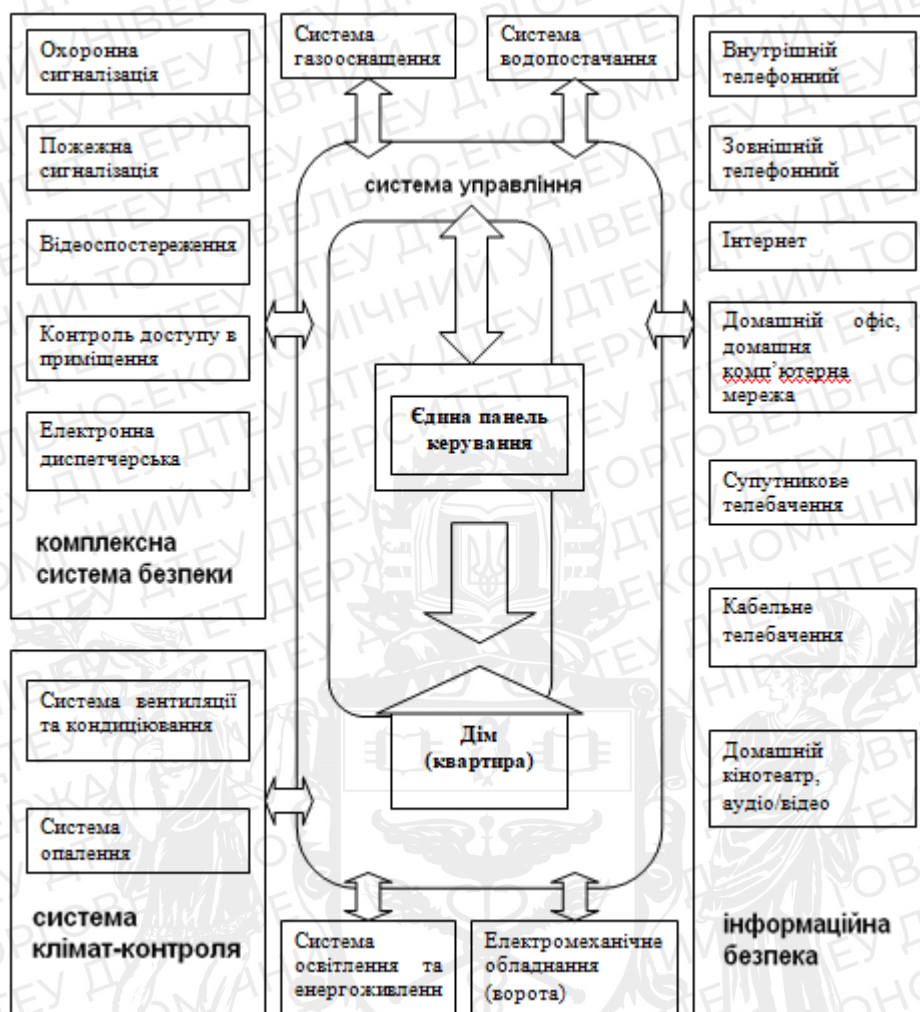


Рисунок 1.6 – Функції розумного будинку

В даний час лідерами в галузі домашньої автоматизації є компанії зі США, на другому місці деякі європейські компанії. В Україні ринок інтернету речей та пристроїв розумного будинку на даний момент досить слабо розвинений. При цьому є компанії, які випускають системи схожі за функціоналом із зарубіжними аналогами.

Провівши аналіз ринку обладнання для «розумного» будинку та розглянувши всі системи, що працюють у цій галузі, було зроблено такий висновок. Необхідно визначити критерій, який буде здатний відображати потребу клієнта в системі «розумний» будинок. Цей критерій необхідний для того, щоб визначити максимальну продуктивність створеної системи для клієнта. Під продуктивністю розуміється сукупність показників економічності та комфорту споживача. Показник економічності виводиться

після аналізу устаткування, вже встановленого у приміщенні: лампочки, електроприлади, прилади розподілу теплоти. Після аналізу обладнання в приміщенні та обліку побажань клієнта підбирають підсистеми та об'єднують у єдину систему, яка заощаджуватиме максимальну кількість енергоресурсів. Показник комфорту визначається побажаннями клієнта. Очевидно, що з підвищенням комфорту зростатимуть витрати на забезпечення цього комфорту. Ймовірно, що для кожної людини зростаюча функція матиме індивідуальний характер. Тим не менш, на цій функції обов'язково знайдеться така оптимальна точка, яка буде відповідати і показнику комфорту, і показнику витрат на забезпечення цього комфорту.

1.3 Проблематика та постановка завдань дослідження

Як зазначено ще в [1], ефективність системи автоматизації є максимальною, якщо ця система закладається в проект при будівництві будівлі. Протилежна думка, що в проекті не можна заздалегідь передбачити все, справедливе лише з двох причин.

По-перше, найбільш «важке» на переробку обладнання опалення та вентиляції при періодичних перестановках у житлових приміщеннях (родина – живий організм), як правило, не торкається. Найбільш уразливим місцем стають розетки (у тому числі інформаційні). Але тут є спосіб заздалегідь передбачити можливість їхнього перенесення.

По-друге, така ситуація виникає у разі неповного проекту, коли уточнення розташування обладнання та комунікацій виконується на місці після оцінки власного сприйняття приміщення. У цьому випадку, моделювання з детальним опрацюванням меблів та обладнання дозволяє уникнути великої кількості проблем та переробок.

Інший випадок, коли може виникнути така ситуація, це розтягнутий у часі (на роки) процес реалізації проекту, насамперед через обмеженість у коштах. Закладене у проект обладнання з роками старіє морально, з'являється

новий функціонал, передбачити який буває неможливо. У цьому випадку головною проблемою стають канали для комунікацій (інформацію з радіоканалу можна передати, енергію – ні). Тут знову ж таки на допомогу приходить моделювання. Систему кабельних каналів можна виконати таким чином, щоб мати повний доступ до них після завершення будівництва. А модель допоможе перевірити можливість їхнього пристрою та зручність у використанні.

Метою даної роботи є розробка веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати низку завдань:

- розкрити математичні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому;
- навести архітектуру веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- запропонувати алгоритм роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- здійснити вибір та обґрунтування інструментальних засобів;
- розробити веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- виконати верифікацію результатів дослідження.

Висновки до розділу

У рамках першого розділу даної роботи розкрито поняття «розумний будинок» та інформаційна складова контролю розумного дому, також окреслено проблематику дослідження та сформовано завдання на подальшу роботу.

Зроблено висновок, що використовувати систему «розумний» будинок локально, на малій території неефективно з економічної точки зору. Однак

застосування інтелектуальних систем до об'єктів з великими площами стає вигідним, з'являється можливість економити значні кошти. Високий рівень комфорту досягається як при локальній установці, так і при установці системи на об'єкті.



РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ

2.1 Математичні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому

Система «розумний дім» має працювати постійно, значний термін. Загалом термін експлуатації такої системи становить 10-15 років безперервної роботи. Тож є можливість стверджувати про високу надійність. Основним параметром визначення рівня надійності є коефіцієнт готовності, який обчислюється виходячи з показників / технічних пристроїв, що входять до системи. Визначимо коефіцієнт готовності системи «розумний дім».

В систему входять такі датчики:

- руху,
- присутності,
- освітленості,
- температури,
- вологості,
- звуку,
- відкриття дверей та вікон,
- протипожежні,
- витоку газу,
- тиску води,
- протікання води.

Потрібно наголосити на умові, що при відмові / збою хоча б одного з датчиків будемо говорити, що система «розумний дім» не виконує своїх функцій. Показники надійності цих датчиків зведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні значення надійності технічних датчиків, що складають систему «розумний дім»

№	Тип датчику	Кількість	Час		$\frac{a_i}{T_{pi}}, c$
			Використання T_{pi} , років	Заміни a_i , хв..	
1	Руху	8	5	15	$5,7 \cdot 10^{-6}$
2	Присутності	8	4	15	$7,1 \cdot 10^{-6}$
3	Освітлення	5	7	13	$3,5 \cdot 10^{-6}$
4	Температури	2	2	4	$3,8 \cdot 10^{-6}$
5	Вологості	2	2	4	$3,8 \cdot 10^{-6}$
6	Звуку	10	8	14	$3,3 \cdot 10^{-6}$
7	Відкриття дверей та вікон	12	2	5	$4,7 \cdot 10^{-6}$
8	Проти пожежі	4	10	10	$1,9 \cdot 10^{-6}$
9	Витоку газу	3	3	7	$4,4 \cdot 10^{-6}$
10	Тиску води	3	10	30	$5,7 \cdot 10^{-6}$
11	Протікання води	5	2	4	$3,8 \cdot 10^{-6}$

Для визначення коефіцієнта готовності складемо граф станів (рис. 2.1)

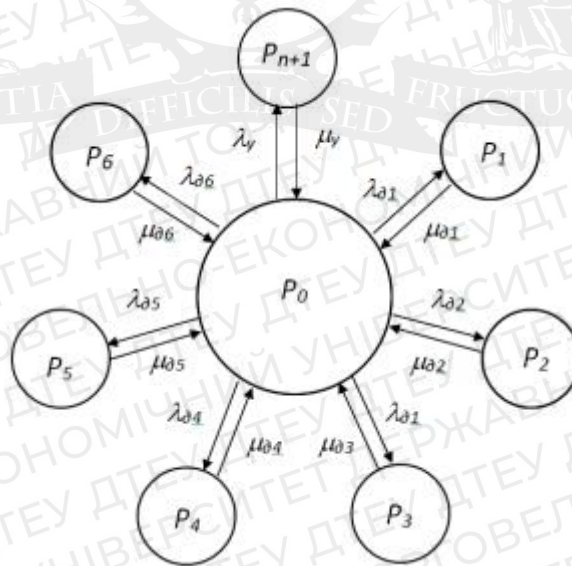


Рисунок 2.1 – Граф станів системи «розумний дім»

Система розумний дім, що працює може опинитися в наступних станах: X_0 – всі елементи системи в справному стані, несправності відсутні;

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{a_{д1}}{T_{рд1}} + \frac{a_{д2}}{T_{рд2}} + \dots + \frac{a_{дn}}{T_{рдn}} + \frac{a_y}{T_{py}}}$$

або

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \frac{a_{ди}}{T_{рди}} + \sum_{j=1}^n \frac{a_y}{T_y}}$$

Коефіцієнт готовності системи «розумний будинок» визначається як сума ймовірностей знаходження системи у працездатних станах. Тільки X_0 – працездатний стан, тому коефіцієнт готовності системи «розумний дім» дорівнює:

$$K_r = P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \frac{a_{ди}}{T_{рди}} + \sum_{j=1}^n \frac{a_y}{T_y}}$$

Розглянемо систему «розумний будинок», до складу якої входить 8 датчиків руху, 8 датчиків присутності, 5 датчиків освітлення, 2 датчики температури, 2 датчики вологості, 10 датчиків звуку, 12 датчиків відкриття дверей та вікон, 4 протипожежні датчики, 3 датчики витоку газу, 3 датчика тиску води, 5 датчиків протікання води та керуючий пристрій. Час роботи датчиків до зносу отримано розрахунковим шляхом та наводиться у табл. 2.1. Час безвідмовної роботи керуючого пристрою – 10 років. Час, необхідний відновлення, обслуговування і профілактичний ремонт керуючого пристрою,— 30 хвилин.

Загальний коефіцієнт готовності системи Розумний дім дорівнює

$$K_r = \frac{1}{1 + \left[\frac{15}{2628000} + \frac{15}{2102400} + \frac{13}{3679200} + \dots + \frac{4}{1051200} \right] + \frac{30}{5256000}}$$

$$K_r = 0,99$$

Отриманий при розрахунках коефіцієнт готовності системи «розумний дім» 0,99 говорить про те, що система максимально надійна. Всі складові системи розумний дім підібрані вірно та працюють у штатному режимі.

2.2 Архітектура веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому

Під архітектурою системи «Розумний дім» слід розуміти сукупність модулів необхідних для її повноцінної роботи. Дані модулі повинні бути пов'язані між собою певним чином для забезпечення стабільної та коректної роботи всієї системи. Структура інформаційної системи «Розумний дім» представлена на рисунку 2.2.

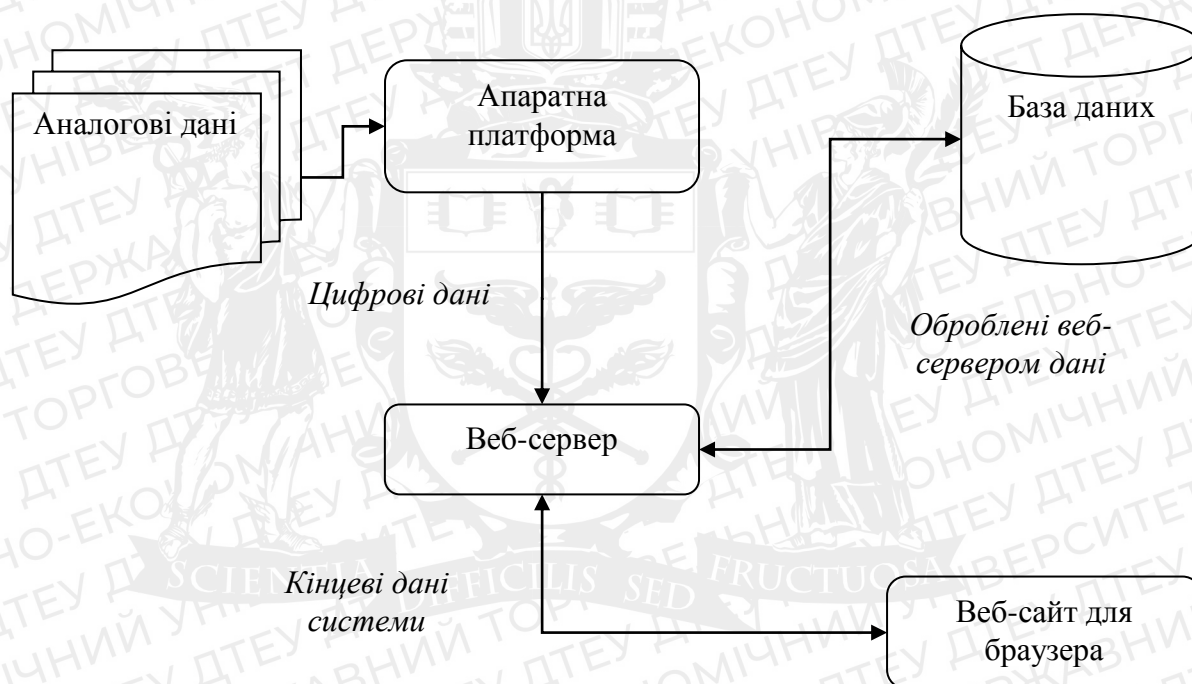


Рисунок 2.2 – Загальна структура інформаційної системи «Розумний дім»

Як видно з представленої структури інформаційної системи «Розумний дім», її можна умовно розділити на три основні модулі: апаратна платформа, сервер, клієнт.

Кожен із цих модулів бере рівну за значимістю роль у роботі всієї інформаційної системи.

Апаратна платформа представлена контролером, розміщеним у житловій зоні будинку, що забезпечує контроль підсумкової температури

замість збору температурних даних на вузлі в технічній частині будівлі. Точність збору показань залежатиме від кількості апаратних платформ розміщених у будинку, але навіть одна подібна апаратна платформа може допомогти передати інформацію про нераціональний теплообмін усередині будинку.

В результаті роботи контролера розміщеного в житловій зоні відбувається процес перекладу таких аналогових даних, як температура або вологість в цифрові дані для їх подальшого шифрування, формулювання вихідного пакета в необхідному для сервера вигляді та їх подальшої передачі.

Web-сервер представлений програмним продуктом, розміщеним на віддаленому сервері. Цей програмний продукт забезпечує прийом даних, що входять від апаратної платформи. Розшифровування цих даних та заповнення отриманої інформації до бази даних сервера. Також на сервері може проводитися різний аналіз даних з метою виявлення проблем з теплообміном усередині будинку або аналіз інших отриманих від апаратної частини даних залежно від їх наявності.

Крім описаних завдань, Web-сервер виконує роль проміжної ланки між клієнтською частиною і даними, що пройшли обробку сервером. Він обробляє запити, що прийшли з клієнтської частини, і формує дані для передачі формам веб-сторінок або додатків.

Клієнтська частина в інформаційній системі представлена сайтом, що виконує роль передавача інформації обробленої сервером – кінцевому користувачеві.

2.3 Алгоритм роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому

Веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому призначений для створення комфортних умов, захисту матеріальних цінностей, людей, що знаходяться у будинку чи на території підприємства з

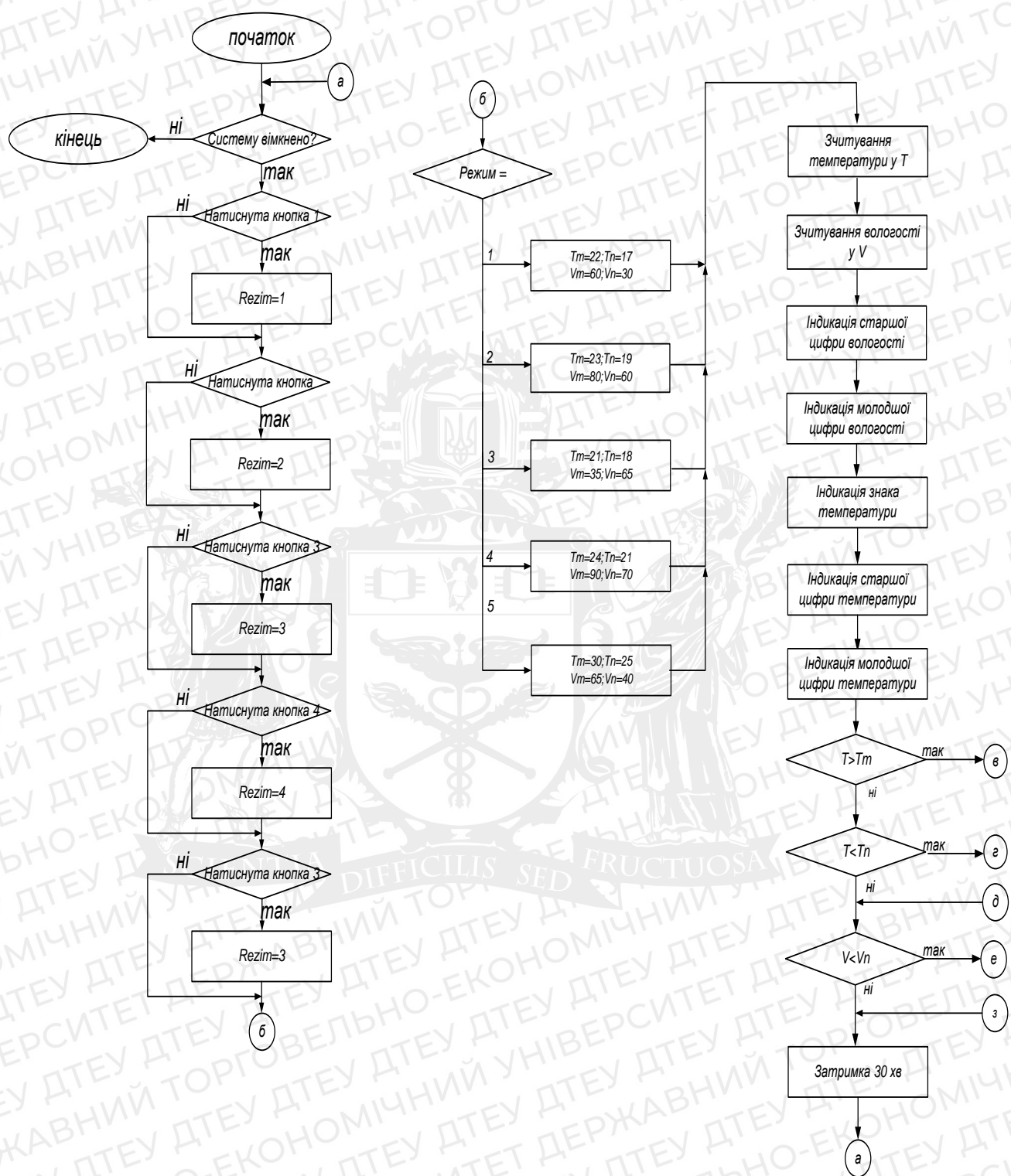
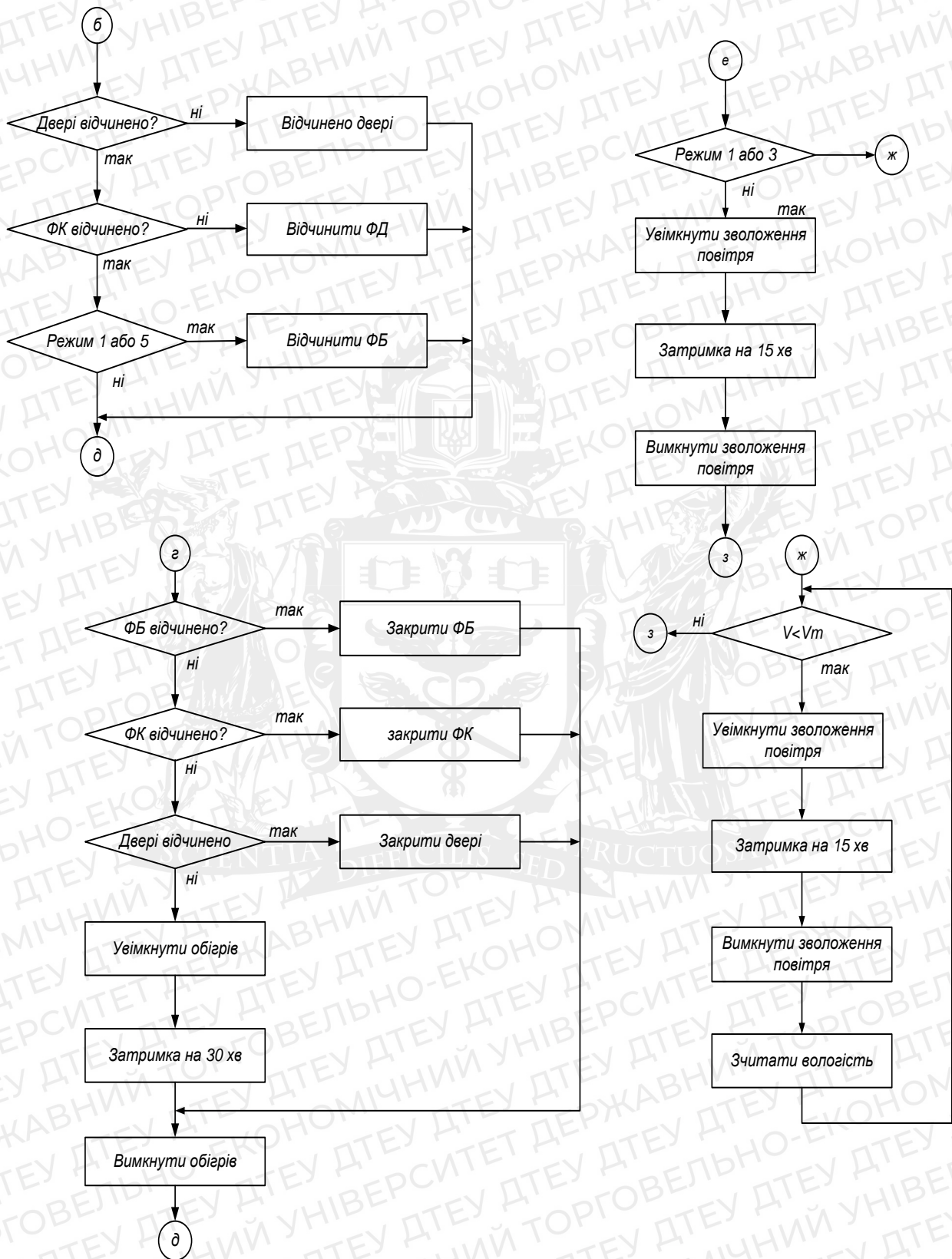


Рисунок 2.3 – Алгоритм роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому



Продовження рисунку 2.3

вбудованою системою «розумний дім», забезпечує виконання наступних функцій:

- аналіз сигналів тривоги відкриття та злому;
- формування мікроклімату у всіх приміщеннях;
- подання сповіщення про наявність і місце виникнення тривожної / аварійних ситуацій на пульт сигналізації і зовнішній світлозвуковий оповіщувач;
- відключення кульових кранів подачі гарячої та холодної води;
- моніторинг стану елементів системи і її складових частин;
- формування сповіщення про не типову ситуацію в охоронній структурі через термінал;
- формування сповіщення про не типову ситуацію, інших подій дзвоном і за допомогою SMS власнику і / або в охоронній структурі [25].

Висновки до розділу

У межах другого розділу розкрито математичні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому, архітектура веб-додатку та наведено алгоритм роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ РОЗУМНОГО ДОМУ

3.1 Вибір та обґрунтування інструментальних засобів

HTML розшифровується як Hypertext Markup Language – код, який використовується для створення структури веб-сторінки та її вмісту.

Ця розмітка створюється за допомогою тегів (тобто за допомогою «міток») – наборів символів, що входять у незграбні дужки. Наприклад, основний тег сторінки html пишеться в такий спосіб – <html>. Будь-яка сторінка в інтернеті складається з безлічі тегів. Звичайно, це не те, що ми звикли бачити, коли заходимо до інтернету. Кожен із цих тегів відіграє певну важливу роль.

Ця мова розмітки складається з низки елементів, які використовуються для того, щоб контент виглядав або функціонував певним чином, і є основною частиною зовнішнього коду кожного веб-сайту.

HTML – це мова для опису структури веб-сторінок. За допомогою HTML автори описують структуру сторінок за допомогою розмітки. Елементи мови позначають частини вмісту, такі як абзац, список, таблиця тощо.

Функції HTML включають:

Публікація онлайн документів із заголовками, текстом, таблицями, списками, фотографіями тощо.

Отримання онлайн-інформації одним натисканням кнопки за допомогою гіпертекстових посилань.

Розробка форм для проведення транзакцій із дистанційними службами для пошуку інформації, бронювання або замовлення продуктів, серед інших функцій.

Включаючи електронні таблиці, відеокліпи та інші засоби масової інформації та програми, які вже є у документах.

Щоб спростити завдання розуміння цієї технології, уявімо собі звичайний будинок. Побачивши будинок, ми бачимо його екстер'єр, тобто те, з чого зроблено будинок. Теги на сторінці можна розглядати як невелику цеглу, за допомогою якої збудовано будинок. Важливо, щоб ця цегла акуратно і красиво була розкладена, інакше будинок буде криво виглядати, а може і взагалі він буде непридатний для використання. Також і на сторінках, при складанні структури сторінки важливо приділити особливу увагу тегам.

Розглянемо загальну структуру будь-якої сторінки в інтернеті:

Будь-яка веб-сторінка починається з `<!DOCTYPE html>`. Цей тег дає браузеру зрозуміти, що далі подано код html останньої [п'ятої] версії.

Потім пишеться парний тег `<html></html>`. Це основний тег сторінки, який обов'язково повинен бути присутнім і містити в собі 2 основних теги, це `head` і `body`.

Всередині парного тега `<head></head>` необхідно написати заголовок сторінки (тег `title`), який відображається у вкладці браузера. Також у контейнері `<head></head>` зазвичай знаходяться різні мета-теги для пошукових систем, підключення різних файлів до сторінки (наприклад, стилі) тощо. У цій секції міститься інформація, яка важлива для сторінки, але не відображається на ній.

Всередині тега `<body></body>` знаходиться все, що має бути на сторінці. Це будь-які з існуючих тегів, текст, картинки, елементи роботи з даними тощо. Все, що ви бачите на сторінках в інтернеті, завжди знаходиться у тезі `body`.

У наведеному вище прикладі в тезі `body` знаходяться 2 елементи – тег `h1` і `p`. Тег `h1` означає заголовок на сторінці, а тег `p` – абзац. У кожного html тега є своє призначення. До того ж, всі елементи мають стандартне форматування браузера, це означає, що розмір тексту в заголовку за замовчуванням буде більшим, ніж в абзаці. Із таких тегів і складається

сторінка, яку ви бачите у браузері. Однак без графічного оформлення ці елементи зовсім не презентабельні, тому потрібний CSS.

CSS – Cascading Style Sheets – це каскадні таблиці стилів. За допомогою розмітки ми створили структуру та наповнення документа, а тепер зовні оформлятимемо. Ось для цього служать каскадні таблиці стилів. Щоб тут також попросити завдання з поняттям CSS, повернемося до нашого прикладу з будинком. Після будівництва будинку він виглядає зовсім не презентабельно, тому, щоб надати гарного вигляду, його розфарбовують. Під'їзд пофарбований в один колір, балкони в інший тощо. Це є графічне оформлення. Також зі сторінкою: без стилів елементи мають лише стандартне оформлення браузера. Але за допомогою стилів ви змінюєте на сторінці розмір тексту, колір, шрифт і так далі.

CSS, з іншого боку, використовується для модифікації веб-дизайну HTML-елементів на веб-сторінці (включно з макетом, візуальними ефектами та кольором фону).

HTML створює структуру та вміст, CSS створює дизайн або стиль. Разом HTML і CSS утворюють інтерфейс веб-сторінки.

Синтаксис CSS складається з селектора та блоку оголошення.

Селектор визначає елемент HTML, який буде стилізовано, тоді як блок декларацій містить одне або більше декларацій або пар CSS, імені властивості та значення з двокрапкою між ними.

Оголошення відокремлюються крапкою з комою, а блоки декларацій завжди беруться у фігурні дужки.

PHP – це аббревіатура від Hypertext Preprocessor, популярної мови сценаріїв із вбудованим HTML із відкритим кодом, яка використовується для розробки динамічних веб-сайтів, веб-додатків або статичних веб-сайтів.

Ця серверна мова сценаріїв працює в різних операційних системах, включаючи Windows, Mac OS, Linux і Unix. Вона також сумісна із більшістю серверів, таких як Apache та IIS.

Якщо JavaScript працює на стороні клієнта (браузера користувача), то PHP - на стороні сервера (комп'ютер, де розміщується сайт). PHP не залежить від швидкості комп'ютера користувача або його браузера, він працює на сервері. PHP дозволяє з'єднати всі сторінки в єдине ціле та надати сайту функції, без яких ці сторінки не працюватимуть як єдине ціле: авторизуватися на сайті, подати заявку на бронювання, додати товари до кошика та зробити замовлення. PHP працює з базою даних, яка зберігає всю динамічну інформацію на сайті.

Якщо повернутись до нашого прикладу з будинком, то PHP можна уявити як водопровідну систему, електрику тощо. Тобто це те, що працює під капотом вдома. Щоб ліфт працював, у будинку потрібна електрика. І це найважливіша складова будинку, ніж ліфт. Коли мешканець будинку витрачає електрику, всі ці показання записуються в «базу даних» будинку. Так само і з сайтом, коли користувач натискає кнопку відправки заявки на бронювання, JavaScript відправляє дані на сервер, де PHP обробляє цю інформацію і записує в базу даних.

Вміючи працювати з цими технологіями у зв'язці, можна створювати будь-які сайти, від простих лендингів до великих інтернет-магазинів або складних веб-сервісів з великою кількістю даних. Попит на такі технології не падає, а це означає, що найближчими роками ви точно зможете добре заробляти, використовуючи ці технології.

З точки зору типу коду, HTML є статичною мовою, а PHP – динамічною. Код HTML завжди залишається однаковим щоразу, коли його відкривають, тоді як результати PHP відрізняються залежно від браузера користувача.

Для нових розробників обидві мови легко вивчити, хоча крива навчання коротша з HTML, ніж з PHP.

JavaScript – це мова програмування, скорочено "JS". Спочатку його створили для того, щоб «оживити» веб-застосунки та веб-сайти, тобто, щоб елементи інтерфейсу (спливаючі вікна, анімації, кнопки тощо) реагували на

дії користувачів. Однак зараз цю мову програмування застосовують не тільки для пошуків сторінок, а й на стороні сервера, для створення мобільних програм, веб-сервісів тощо.

Якщо повернутися до прикладу з будинком, то JavaScript це ліфт, який доставляє користувачів на потрібний поверх. Користувач заходить до будинку, йому потрібно потрапити на конкретний поверх, він натискає кнопку поверху і далі ліфт автоматично доставляє користувача на потрібний поверх. Так само і на сторінці, користувач натискає кнопку, а JavaScript виконує потрібну дію. Звичайно, людина завжди може піднятися сходами, так само як і сайт може працювати без JavaScript, але, погодьтеся, саме ліфт робить будинок краще, так само як і JavaScript покращує веб-сторінку.

3.2 Розробка веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому

Кодування клієнтської частини системи розумний будинок полягає в написанні програмного коду різних клієнтських модулів інформаційної системи. В даному випадку на рисунку 3.1 демонструється форма верифікації користувача в системі, вона пропонує користувачеві коректно заповнити поля для входу на сайт.

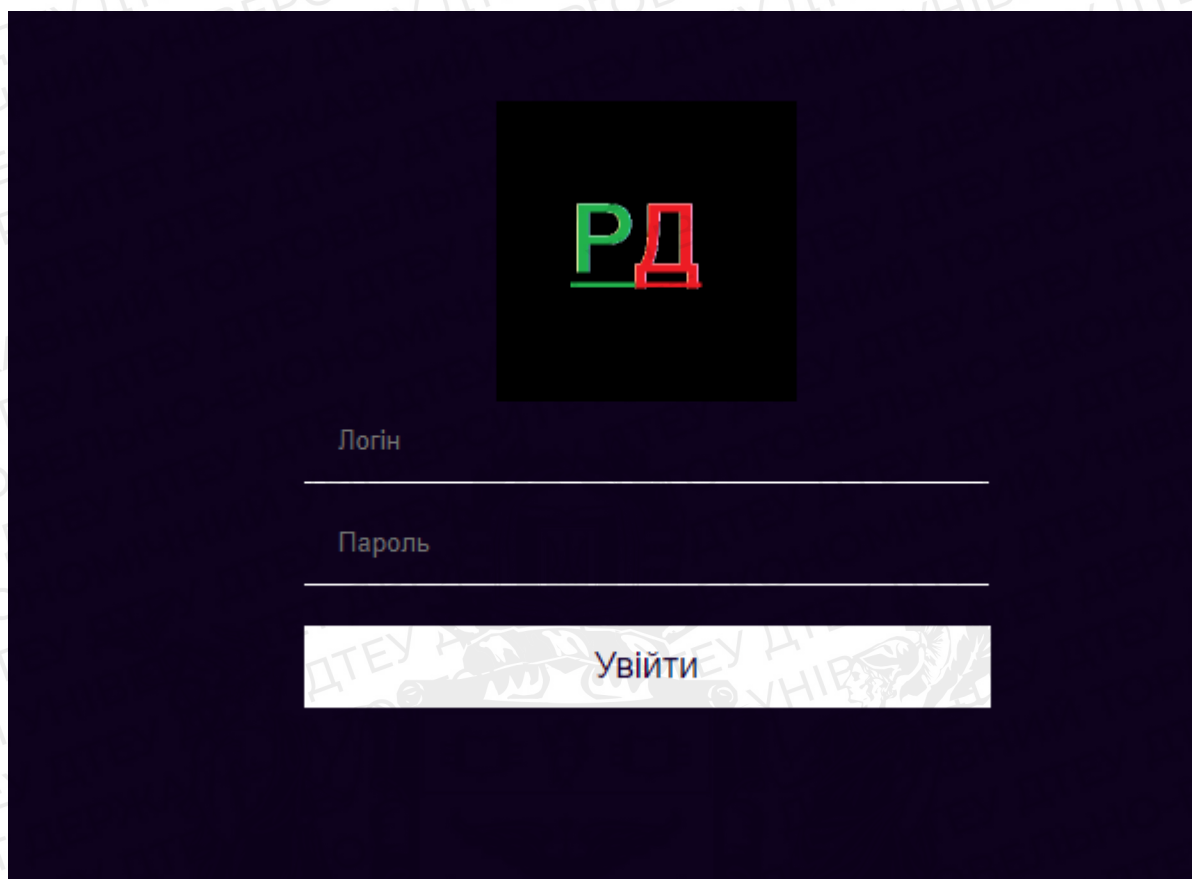


Рисунок 3.1 – Форма верифікації користувача в системі

Головна сторінка веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому представлена переліком доступних кімнат у будинку (рис. 3.2) та обраним (рис. 3.3), тобто те що найбільш частіше переглядає користувач.

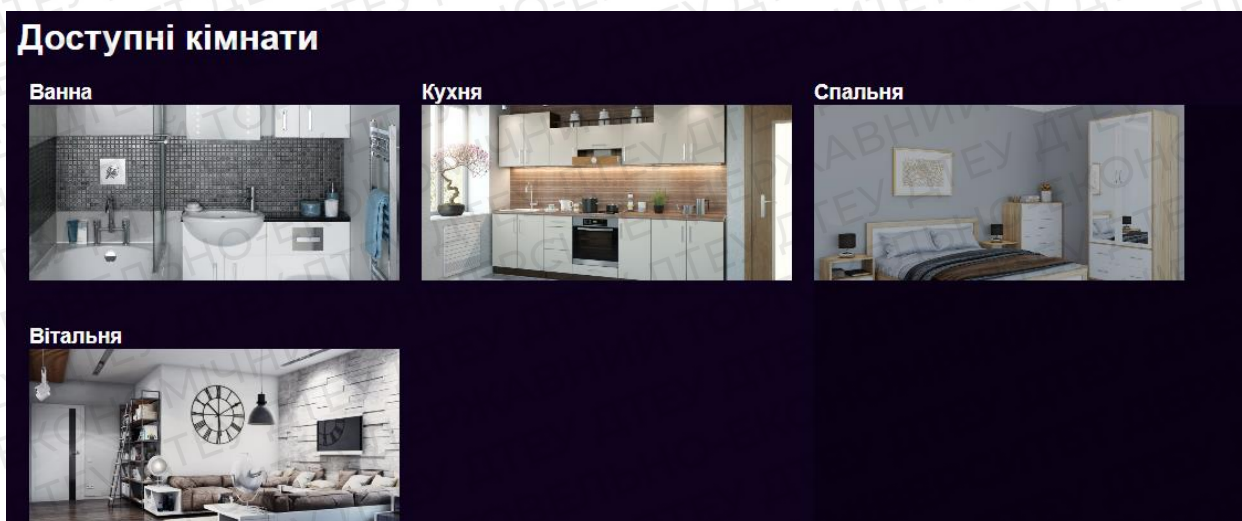


Рисунок 3.2 – Доступні кімнати

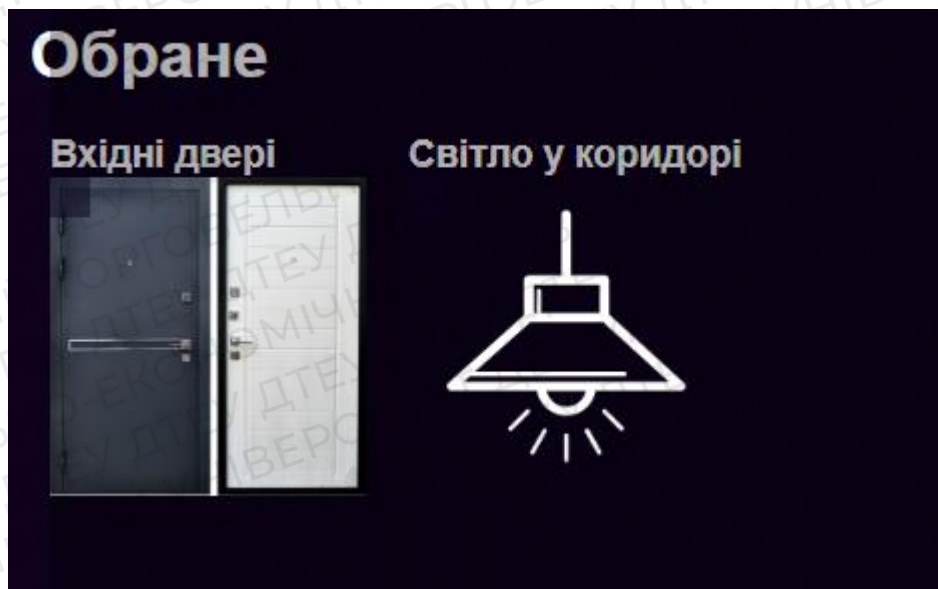


Рисунок 3.3 – Обране

Верхня частина головного вікна веб-системи передбачає виведення панелі керування



Рисунок 3.4 – Панель керування

Перехід по кожній окремій вкладці Ванна, Кухня, Спальня, Вітальня передбачає показ даної кімнати (рис. 3.5) та перелік датчиків (рис. 3.6), що встановлені у приміщенні.

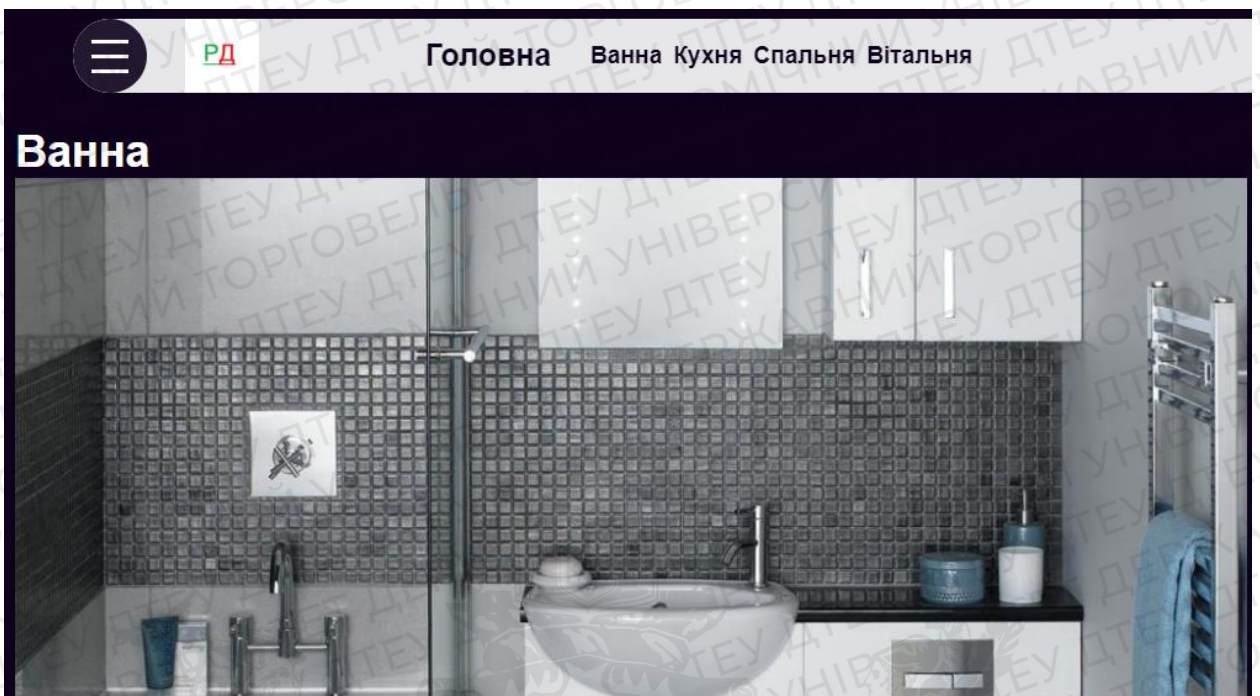


Рисунок 3.5 – Ванна

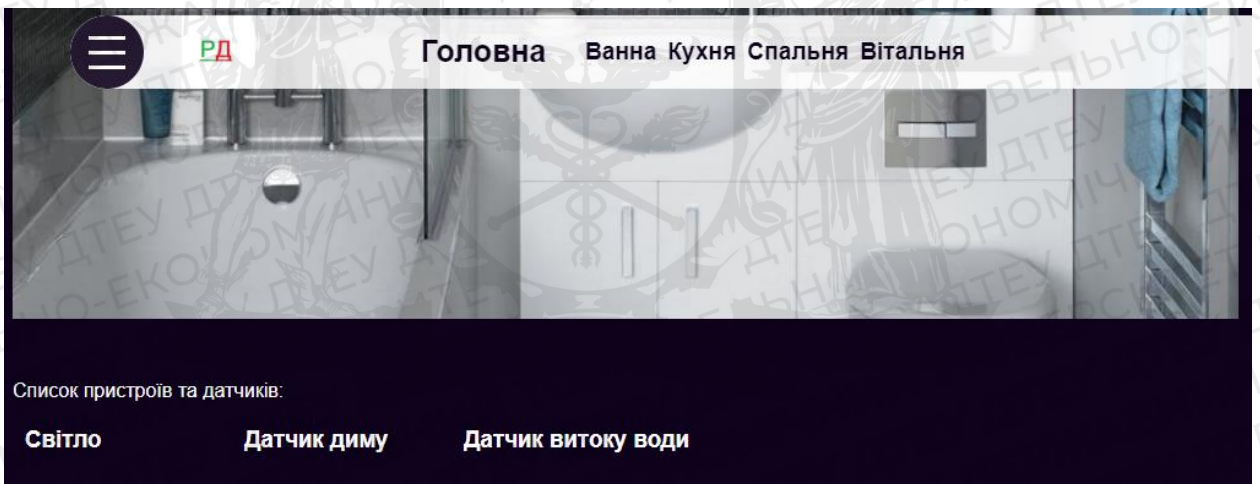


Рисунок 3.6 – Перелік датчиків

При натисканні на датчики є можливість переглянути активність кожного окремого датчика (рис. 3.7) та активізувати його або навпаки вимкнути (рис. 3.8).



Рисунок 3.7 – Датчик витокy води



Рисунок 3.8 – Датчик витоку води вимкнено

У кожній окремій кімнаті свій власний набір датчиків (рис. 3.9)

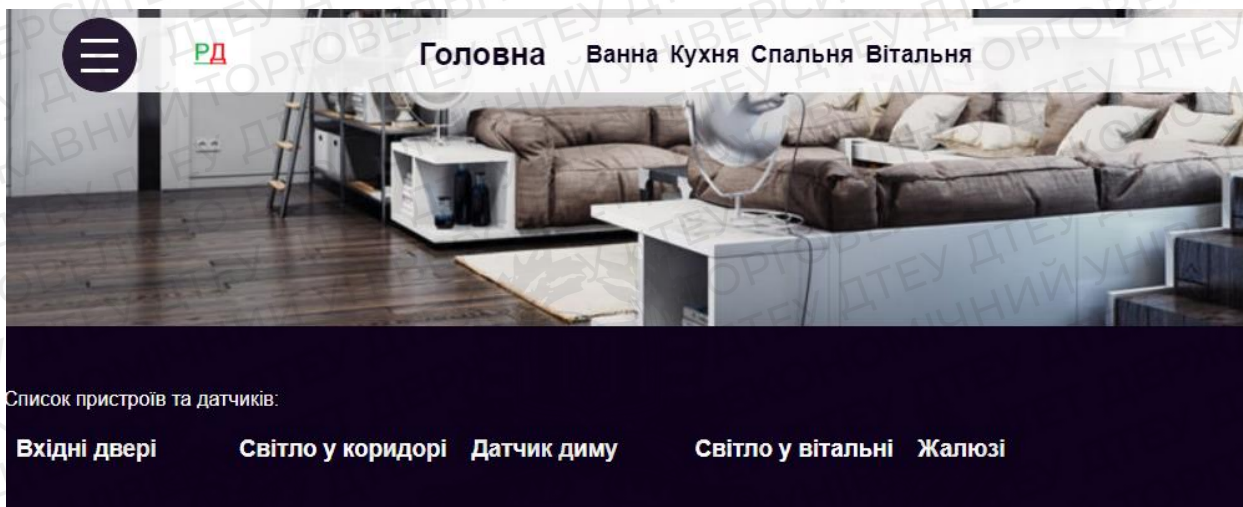


Рисунок 3.9 – Датчики у вітальні

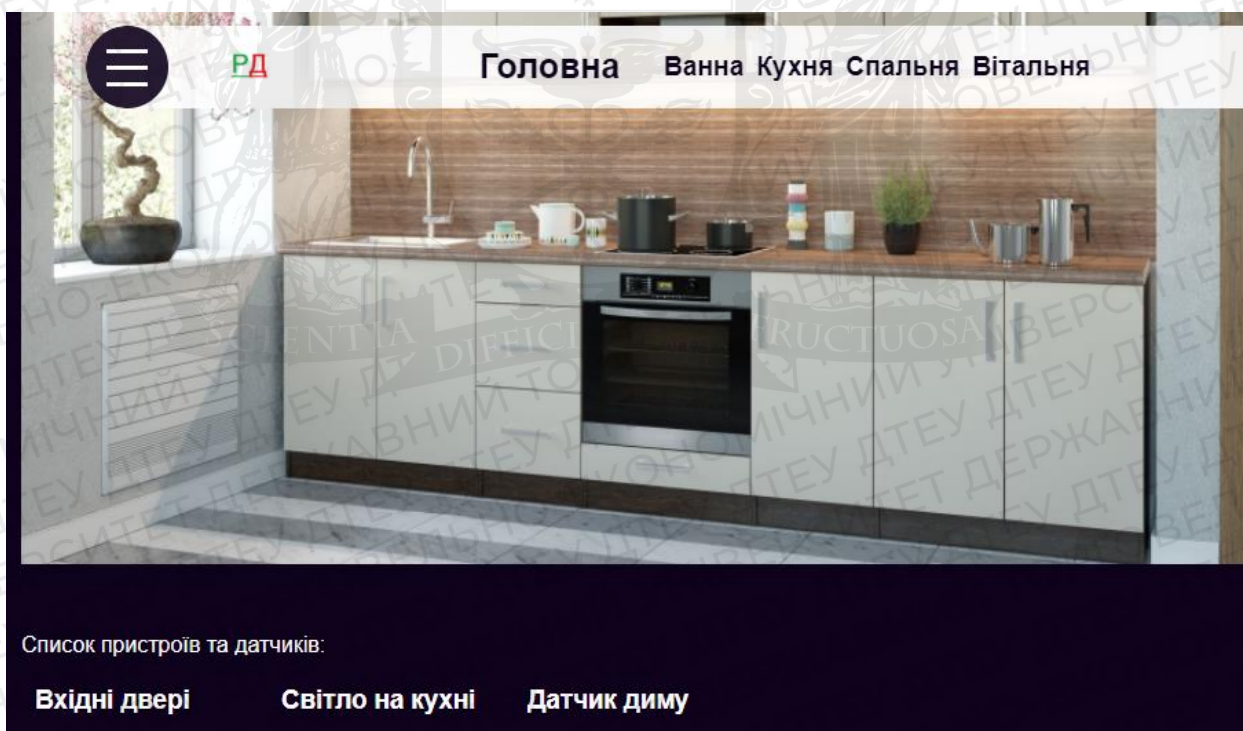


Рисунок 3.10 – Датчики у кухні

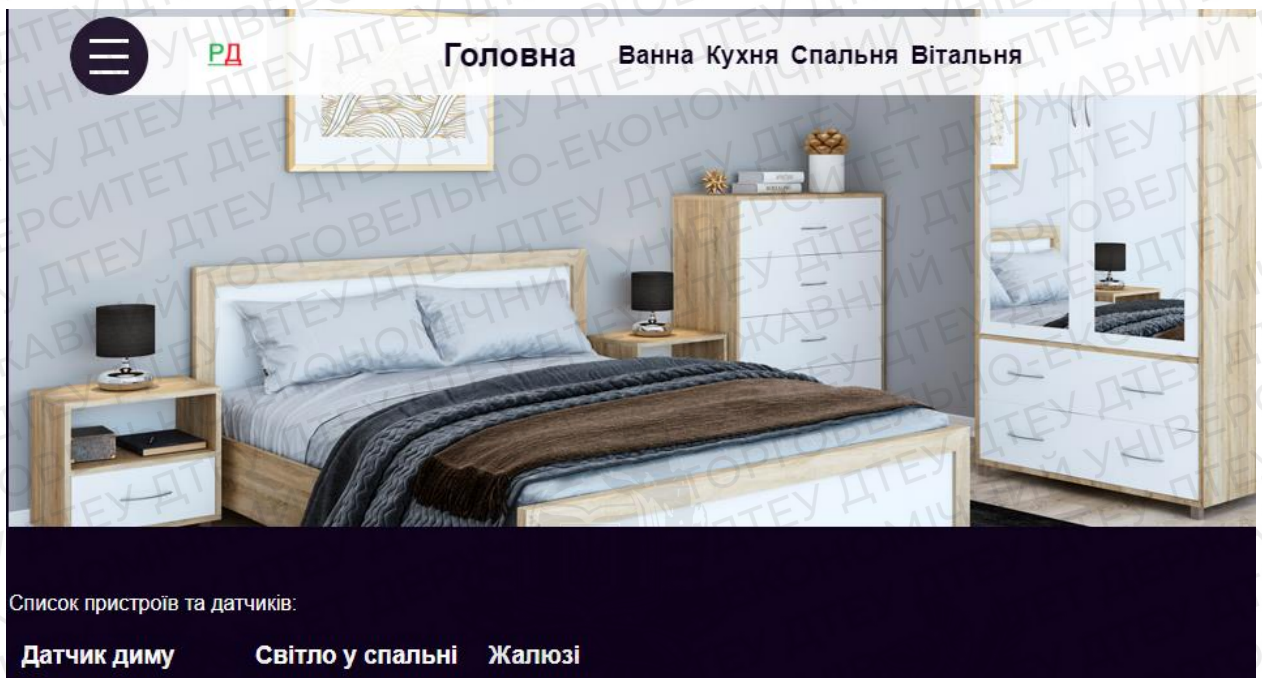


Рисунок 3.11 – Датчики у спальні

Зараз сайт працює у тестовому режимі, планується розширення набору датчиків та реалізація мобільного додатку.

3.3 Верифікація результатів дослідження

Навантажувальне тестування (англ. loadtesting) – окремий вид тестування продуктивності, а також формування переліку показників та визначення продуктивності і певного часу відгуку програмно-технічної системи або пристрою яка формується у відповідності до відповіді на зовнішній запит з метою встановлення відповідності вимогам, що пред'являються до даної системи (пристрою).

У ході виконання бакалаврської роботи буде перевірено клієнтську частину системи «Розумний дім», представлену web сайтом. Тестування проводиться за допомогою навантажувального тесту. У свою чергу, навантажувальний тест буде проводитися за технологією JMETER.

JMETER – це інструмент для проведення подібних тестів, розроблений компанією Apache Software Foundation. Хоча спочатку JMeter розроблявся як

інструмент для тестування web-сайтів, нині він здатний проводити навантажувальні тести для JDBC-з'єднань, FTP, LDAP, SOAP, JMS, POP3, IMAP, HTTP і TCP [15].

Цікавою є можливість створення великої кількості запитів за допомогою кількох комп'ютерів при керуванні цим процесом з одного з них. Архітектура, що підтримує плагіни сторонніх розробників, дозволяє доповнювати інструмент новими функціями.

У програмі реалізовані механізми авторизації віртуальних користувачів, підтримуються сесии користувача. Організовано запис статистики результатів тесту та різноманітна візуалізація результатів у вигляді діаграм, таблиць.

Результат тестування web сайту програмою Jmeter під навантаженням у 500 запитів показано на рисунку 3.12.

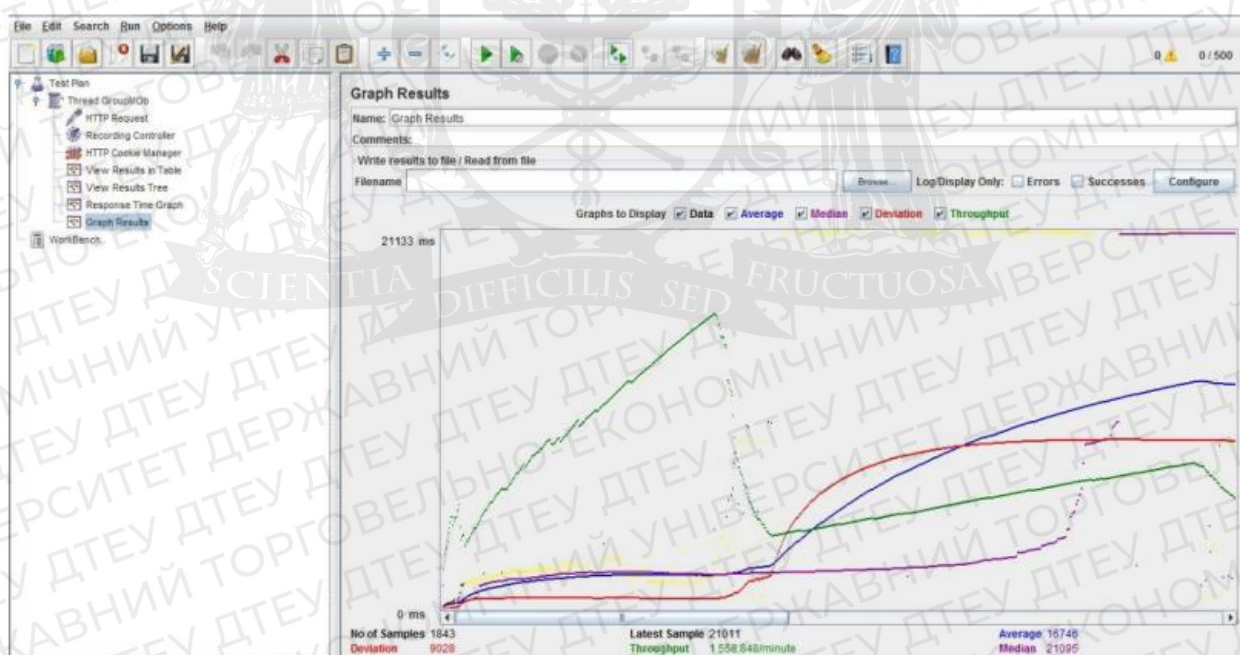


Рисунок 3.12 – Результат тестування web сайту програмою Jmeter

Тестування програмою Jmeter під навантаженням у 500 запитів на web сайт показав хороший результат підтверджує можливість комфортної роботи з сайтом не менше 500 користувачів одночасно.

Тепер виконаємо порівняння розробленого веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому з аналогами.

У якості параметрів досліджуються оцінки експертів щодо ефективності та параметри наведені у таблиці 3.1. Далі на основі отриманих даних проводиться математичний аналіз та здійснюється побудова діаграм та графіків для детального розуміння ефективності розробки веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому.

Таблиця 3.1 – Параметри звернень

Параметр	Опис	Можливі значення
E_f	Ефективність	5-надвисока, ..., 0-низька
I_n	інноваційність	1- інновація, 0-стандарт
O_b	обсяги даних	10-макс, ..., 0-мінім.
K_d	категорії даних	1,2,3...n - категорія
P_p	пріоритет	1,2,3...n - пріоритет
$R_{кін}$	кінцевий рівень вирішення	1,2,3,4 - рівні
$C_{звер}$	стан	0-відкритий, 1-закритий
K	коефіцієнт якості	5-надвисокий, ..., 0-низький
$O_{клієн}$	оцінка клієнта	0,1,2,3,4,5

У табл. 3.1 показано параметри звернень, що надходять до веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому, їх опис та можливі значення.

Далі складемо таблицю значень отриманих при дослідженні розробленого веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому та аналогів, що прийняті до розгляду.

Таблиця 3.2 – Значення показників веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому

Параметр	Значення									
E _ф	5	5	3	5	3	5	4	5	3	5
И	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
O _б	8	10	9	8	9	10	7	8	9	10
K _д	1	2	3	1	3	2	4	1	3	2
П _п	2	5	8	8	2	1	5	2	3	5
P _{кін}	1	2	3	1	3	2	4	1	3	2
C _{звер}	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
K	5	5	4	5	3	5	5	5	5	4
O _{клієн}	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5

Таблиця 3.3 – Значення показників діяльності веб-додатку розумного дому SmartHouse

Параметр	Значення									
E _ф	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2
И	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
O _б	3	4	3	4	4	2	7	8	3	2
K _д	1	2	2	1	3	2	2	1	3	2
П _п	2	5	2	2	2	1	5	2	3	2
P _{кін}	1	2	3	1	3	2	2	1	3	2
C _{звер}	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
K	2	2	4	2	3	2	2	2	2	4
O _{клієн}	2	2	4	4	2	2	2	2	3	3

З урахуванням результатів проектування та чисельного розрахунку, також варто взяти до уваги результати експертної оцінки застосування веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому.

Таблиця 3.4 – Значення показників діяльності веб-додатку розумного дому House+

Параметр	Значення									
E _ф	3	1	3	1	3	1	3	3	3	1
И	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
O _б	5	4	3	4	4	1	7	1	3	5
K _д	1	1	1	1	3	1	1	1	3	1
П _п	5	0	1	1	5	1	5	1	3	1
P _{кін}	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1
C _{звер}	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
K	4	1	4	3	3	1	3	1	4	3
O _{клієн}	4	1	4	4	1	1	4	1	3	4

Таблиця 3.5 – Значення показників діяльності веб-додатку розумного дому Google Home

Параметр	Значення									
E _ф	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4
И	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
O _б	3	4	3	4	4	6	7	3	3	5
K _д	4	3	4	1	3	3	3	1	3	3
П _п	5	5	3	3	5	1	3	3	3	3
P _{кін}	3	3	3	1	3	3	3	1	4	4
C _{звер}	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
K	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3
O _{клієн}	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3

Відповідно до наведених даних здійснюємо аналіз отриманих даних. Розраховуємо середньоквадратичне відхилення та дисперсію, отримані результати наводимо у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати математичного аналізу

	Веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому		SmartHouse		House+		Google Home	
	Середнє відхилення	Дисперсія	Середнє відхилення	Дисперсія	Середнє відхилення	Дисперсія	Середнє відхилення	Дисперсія
E_{ϕ}	0,84	0,81	0,48	0,24	0,50	0,24	0,54	0,49
IH	0,43	0,22	0,49	0,25	0,49	0,24	0,48	0,24
O_{ϕ}	0,84	0,96	1,4	3,6	1,12	2,09	1,2	2,4
K_d	0,84	0,96	0,54	0,49	0,4	0,4	0,9	1,05
P_{Π}	2,1	5,69	1,04	1,64	1,44	2,81	1,28	2,09
$P_{\text{кін}}$	0,84	0,96	0,6	0,6	0,4	0,4	0,82	1,01
$C_{\text{звер}}$	0,42	0,21	0,48	0,24	0,42	0,21	0,5	0,25
K	0,56	0,44	0,7	0,65	0,6	0,6	0,54	0,49
$O_{\text{клієн}}$	0,32	0,16	0,72	0,64	0,9	0,89	0,72	0,64

Наступним кроком є кореляційний аналіз. Результати у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Кореляційний аналіз отриманих результатів веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому

	1									
Е _ф	0,910697	1								
ІН	0,607393	0,868558	1							
О _б	0,728198	0,881269	0,898442	1						
К _д	0,832953	0,894452	0,728182	0,597219	1					
П _п	0,962961	0,885368	0,582819	0,608258	0,911505	1				
Р _{кін}	0,748442	0,921121	0,857917	0,766199	0,880287	0,751921	1			
С _{звер}	1	0,910697	0,607393	0,728198	0,832953	0,962961	0,748442	1		
К	0,864767	0,937469	0,785538	0,693577	0,966478	0,906413	0,941068	0,864767	1	
О _{клієн}	0,902829	0,985091	0,867125	0,874907	0,891533	0,884572	0,861267	0,902829	0,902937	1
	Е _ф	ІН	О _б	К _д	П _п	Р _{кін}	С _{звер}	К	О _{клієн}	

Таблиця 3.8 – Кореляційний аналіз отриманих результатів системи SmartHouse

	1									
E _ф	0,805422	1								
ІН	0,729299	0,272582	1							
O _б	0,90622	0,628242	0,754777	1						
K _д	0,805627	0,652276	0,704907	0,622027	1					
П _п	0,575296	0,206284	0,810921	0,562544	0,82666	1				
P _{кін}	0,822108	0,887245	0,295295	0,689482	0,662027	0,225702	1			
C _{звер}	0,775107	0,597659	0,255529	0,726969	0,610845	0,259908	0,848211	1		
K	0,768292	0,759245	0,670169	0,677048	0,864628	0,704202	0,618661	0,405517	1	
O _{клієн}	0,605202	0,224185	0,887125	0,565801	0,55814	0,628619	0,148167	0,168068	0,494416	1
	E _ф	ІН	O _б	K _д	П _п	P _{кін}	C _{звер}	K	O _{клієн}	

Таблиця 3.9 – Кореляційний аналіз отриманих результатів системи House+

	1									
E _ф	0,51521	1								
ІН	0,679674	0,681919	1							
O _б	0,852941	0,705024	0,831601	1						
K _д	0,83247	0,38651	0,382633	0,568954	1					
П _п	0,379628	0,875	0,810931	0,596559	0,276079	1				
P _{кін}	0,939549	0,645059	0,565217	0,859587	0,826324	0,405465	1			
C _{звер}	0,686683	0,448833	0,654802	0,696932	0,678262	0,472456	0,661768	1		
K	0,760523	0,589925	0,785302	0,753211	0,789201	0,6742	0,690867	0,777212	1	
O _{клієн}	0,766036	0,828125	0,727995	0,942292	0,483138	0,625	0,847791	0,50789	0,623635	1
	E _ф	ІН	O _б	K _д	П _п	P _{кін}	C _{звер}	K	O _{клієн}	

Таблиця 3.10 – Кореляційний аналіз отриманих результатів системи Google Home

	1									
E _ф	0,663403	1								
ІН	0,4375	0,51031	1							
O _б	0,210915	0,673191	0,671094	1						
K _д	0,800391	0,924486	0,449	0,568954	1					
П _п	0,0533	0,348155	0,373101	0,605015	0,416204	1				
P _{кін}	0,121268	0,606465	0,530547	0,818472	0,563431	0,904903	1			
C _{звер}	0,465776	0,640513	0,539319	0,661823	0,558965	0,355403	0,434032	1		
K	0,494052	0,522037	0,668424	0,445789	0,590032	0,396545	0,458156	0,216581	1	
O _{клієн}	0,33541	0,547723	0,67082	0,548795	0,558744	0,810443	0,799931	0,416603	0,753819	1
	E _ф	ІН	O _б	K _д	П _п	P _{кін}	C _{звер}	K	O _{клієн}	

Таким чином, на основі проведеного математичного аналізу ефективності роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому та аналогів, та використовуючи відповідну шкалу Чеддока, можна підкреслити, що найбільш впливають на ефективність такі чинники:

Для веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому:

- Ефективність- (E_{ϕ}),
- Пріоритет- (P_{π})
- Категорія даних- (K_d)
- Коефіцієнт якості- (K)
- Оцінка клієнта- ($O_{\text{клієн}}$)

Для системи SmartHouse:

- Ефективність- (E_{ϕ}),
- Обсяги даних- (O_b)
- Категорія даних- (K_d)
- Кінцевий рівень вирішення- ($P_{\text{кін}}$)

Для системи House+:

- Обсяги даних- (O_b)
- Категорія даних- (K_d)
- Кінцевий рівень вирішення- ($P_{\text{кін}}$)

Для системи Google Home:

- Категорія даних- (K_d)

Далі до розгляду приймаємо дві системи, розробленого у рамках даної роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому та найбільшого конкурента систему SmartHouse.

На виході цього етапу, згідно до формули:

$$KPI = \left\{ \bigcup_{w=1}^v KPI_w \right\} = \{KPI_1, KPI_2, \dots, KPI_v\}$$

де

$$KPI_w \subseteq KPI, (w = \overline{1, v})$$

v – кількість ключових показників ефективності.

Для веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому при $w = 5$ отримуємо множину ключових показників ефективності KPI :

$$KPI = \{E_{\phi}, P_{\pi}, K_d, K, O_{\text{клієн}}\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ефективність, пріоритет, категорія даних,} \\ \text{коефіцієнт якості, оцінка клієнта} \end{array} \right\}$$

Для системи SmartHouse при $w = 4$ отримуємо множину ключових показників ефективності KPI :

$$KPI = \{E_{\phi}, K_d, O_d, P_{\text{кін}}\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ефективність, категорія даних, обсяги даних,} \\ \text{кінцевий рівень звернень} \end{array} \right\}$$

Далі проведемо графічне порівняння двох систем за основними показниками для виявлення найбільш ефективної та досконалої системи управління та інформаційного контролю розумного дому.

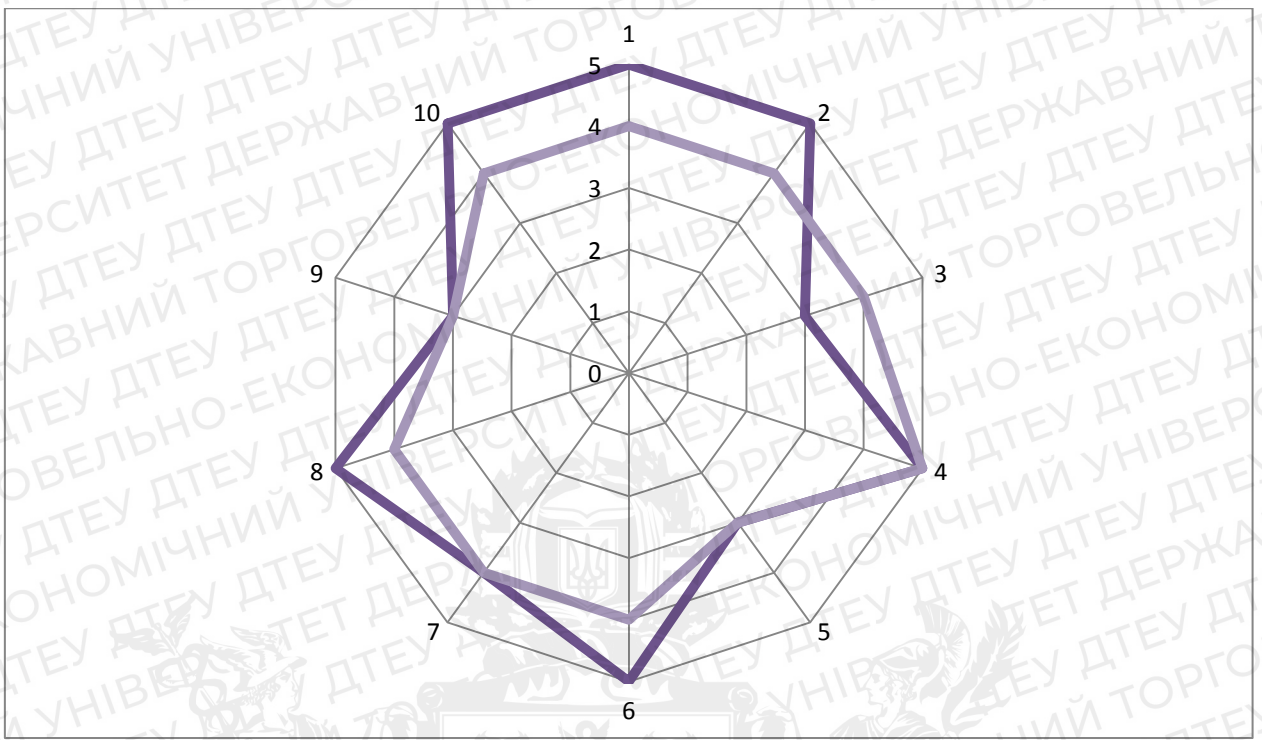


Рисунок 3.13 – Графік ефективності систем управління та інформаційного контролю розумного дому

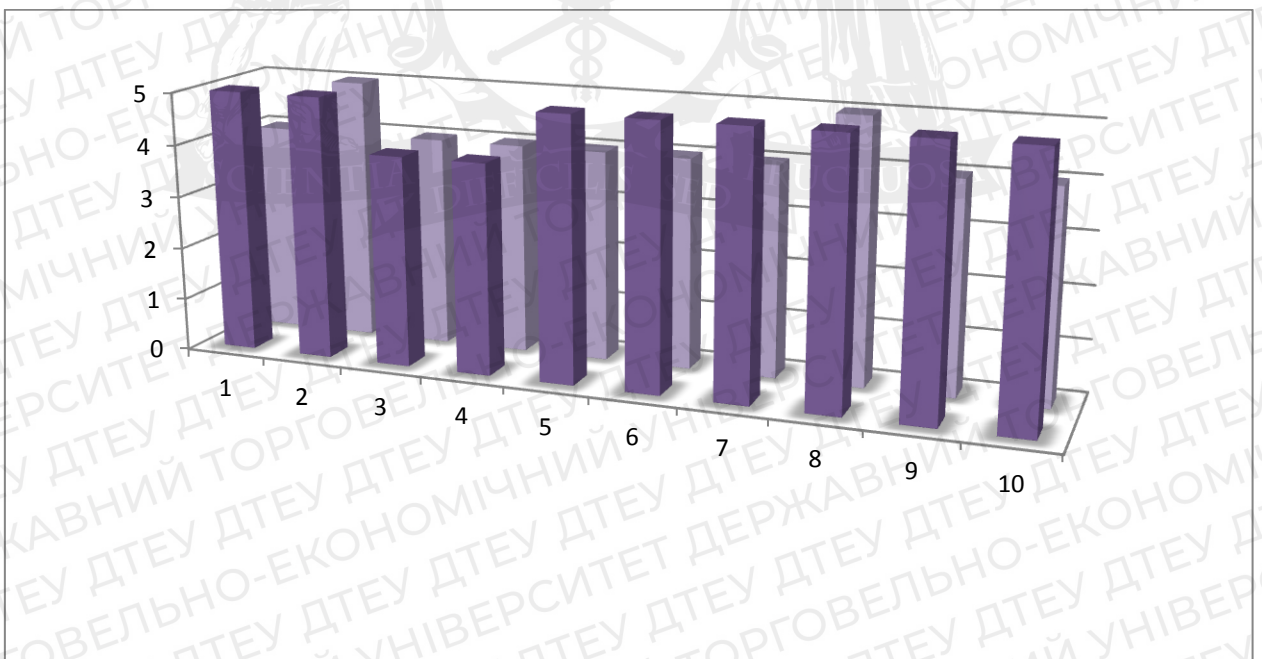


Рисунок 3.14 – Графік оцінка клієнта систем управління та інформаційного контролю розумного дому

На рис. 3.14 наведено графік ефективності систем управління та інформаційного контролю розумного дому, який показує рівень ефективності

систем управління та інформаційного контролю розумного дому. Рис. 3.14 пропонує графічно оцінку клієнта систем управління та інформаційного контролю розумного дому. Графік коефіцієнт якості систем управління та інформаційного контролю розумного дому наведено на рис. 3.15.

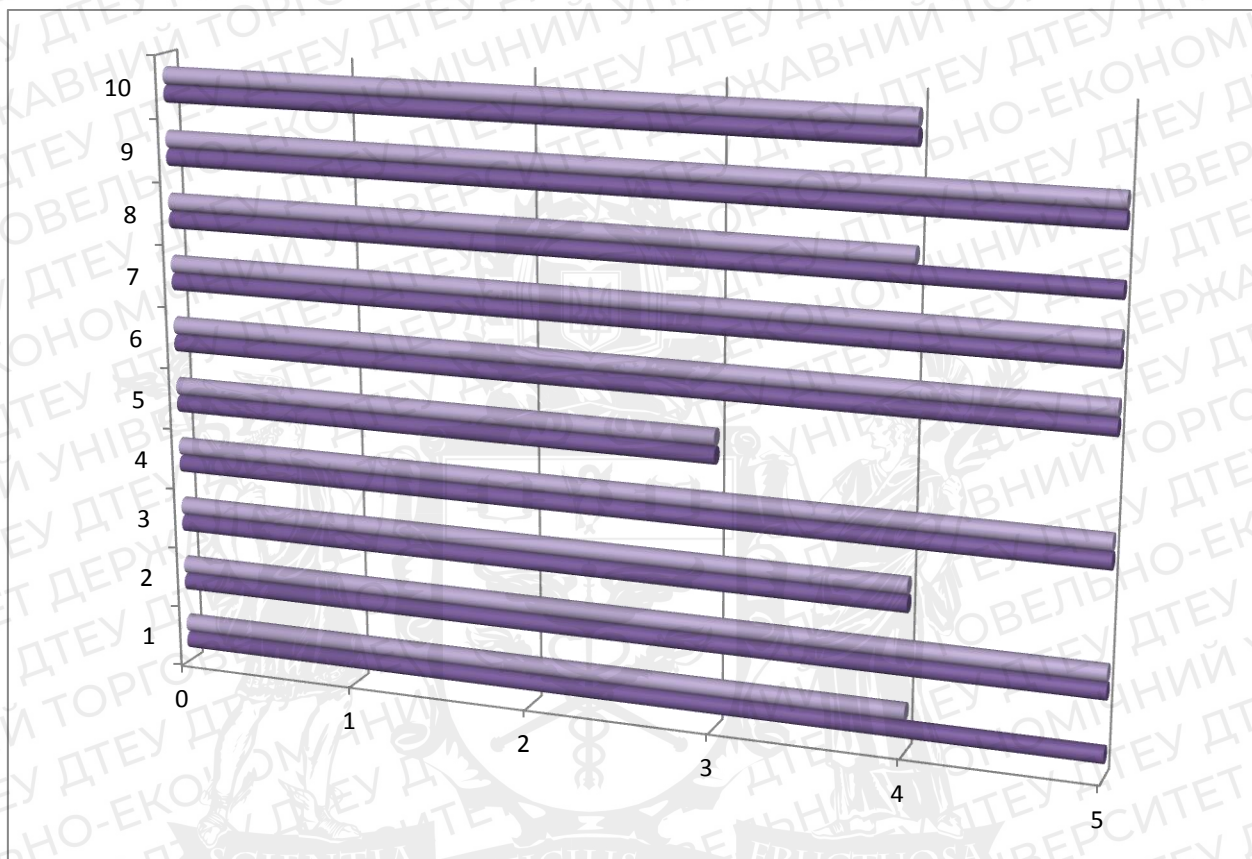


Рисунок 3.15 – Графік коефіцієнт якості управління та інформаційного контролю розумного дому

Таким чином, згідно до проведеного дослідження варто відзначити, що розроблений веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому за всіма показниками перевершує своїх конкурентів/аналогів, що говорить про високу якість розробки та можливість впровадження системи в реальну роботу за потребою.

Висновки до розділу

У рамках третього розділу здійснено вибір та обґрунтування інструментальних засобів, виконано розробку веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому, проведено тестування додатку.



ВИСНОВКИ

У рамках даної роботи здійснено розробку веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому. У роботі виконано:

- розкрито математичні аспекти управління та інформаційного контролю розумного дому;
- наведено архітектуру веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- запропоновано алгоритм роботи веб-додатку для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- здійснено вибір та обґрунтування інструментальних засобів;
- розроблено веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому;
- виконано верифікацію результатів дослідження.

Веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому призначений для створення комфортних умов, захисту матеріальних цінностей, людей, що знаходяться у будинку чи на території підприємства з вбудованою системою «розумний дім». Web-сервер виконує роль проміжної ланки між клієнтською частиною і даними, що пройшли обробку сервером. Він обробляє запити, що прийшли з клієнтської частини, і формує дані для передачі формам веб-сторінок або додатків.

Клієнтська частина в інформаційній системі представлена сайтом, що виконує роль передавача інформації обробленої сервером – кінцевому користувачеві.

Згідно до проведеного дослідження варто відзначити, що розроблений веб-додаток для управління та інформаційного контролю розумного дому за всіма показниками перевершує своїх конкурентів/аналогів, що говорить про високу якість розробки та можливість впровадження системи в реальну роботу за потребою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. YU, Miao & Bi, Chuanchen. (2022). A Study of the market demand of mobile smart house under the smart city development background. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*. 9. 18-26. 10.29121/ijetmr.v9.i11.2022.1248.
2. Каліманов Б., Герасін О. Основні поняття та аналіз системи «Розумний будинок» / Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених "Автоматика та електротехніка". Миколаїв, 2018. № 6. С. 156-158.
3. Elbehiery, Drkhaled & Elbehiery, Hussam. (2023). Smart Cities' Sustainable Modular Houses Architecture.
4. Кукунін, С. (2020). Розробка цілісної методології організації систем типу «розумний будинок» в рамках парадигми «інтернету речей».. *COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION*. 40-45. 10.36910/6775-2524-0560-2020-38-06.
5. Khediri, Salim. (2022). A review: Secure Internet of thing System for Smart Houses. *Procedia Computer Science*. 201. 10.1016/j.procs.2022.03.057.
6. Hariyanti, Hariyanti & Hambali, Hambali & Eddison, Ahmad & Ariyanto, Jumili. (2022). Pre-voters' Political Education Activities at the Election Smart House amidst the Covid-19 Pandemic. *JED (Jurnal Etika Demokrasi)*. 7. 416-427. 10.26618/jed.v7i3.7938.
7. Derkaoui, Mokhtaria & Chemala, Mansour & Meridja, Hadj. (2023). Pervasive System in Smart Houses. 10.1007/978-3-031-21216-1_40.
8. Idris, Ahmad & Husain, Muhammad & Noor, Nirwan. (2022). Rancang Bangun Prototype Smart Dc House. *Jurnal Teknologi Elekterika*. 6. 16. 10.31963/elekterika.v6i1.2961.
9. Gaitani, Niki. (2022). Smart Meters and User Engagement in the Leaf House. 10.1002/9781119902201.ch7.

10. Voumick, Dipta & Deb, Prince & Sutradhar, Sourav & Khan, Mohammad. (2021). Development of Online Based Smart House Renting Web Application. *Journal of Software Engineering and Applications*. 10.4236/jsea.2021.147019.
11. Vaghasiya, Jayraj & Mayorga-Martinez, Carmen & Pumera, Martin. (2022). Thermal Insulating Walls based on Ti3C2TX as Energy Storage Panels for Future Smart House. *Chemical Engineering Journal*. 454. 140114. 10.1016/j.cej.2022.140114.
12. O.V., Kabanov & S.A., Panfilov & Kuznetcova, Elena. (2022). Smart house: apartment opportunities in the next decade. *Procedia Environmental Sciences*. 8. 939-945.
13. Thabit, Kawther & Ahmed, Safa & Salman, Haitham. (2022). Building Smart House based on Speech Detection and Recognition System. *Webology*. 19. 5083-5098. 10.14704/WEB/V19I11/WEB19342.
14. Youssra, Doudou & Abdeljabbar, Cherkaoui. (2022). Algorithm for optimizing the lifetime of solar batteries and the energy consumption of a smart house. *E3S Web of Conferences*. 351. 01009. 10.1051/e3sconf/202235101009.
15. Holonec, Rodica & Vlad, Simona & Roman, Nicolae & László, Rápolti. (2022). Smart House Control Using Hand Gestures Recognition LabVIEW Applications. 10.1007/978-3-030-93564-1_27.
16. Yaremchenko, Yevhenii & Nau, Johannes & Streitferdt, Detlef & Henke, Karsten & Parkhomenko, Anzhelika. (2022). Virtual Environment Smart House for Hybrid Laboratory GOLDi. 10.1007/978-3-030-93904-5_25.