

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Інститут інженерії та інформаційних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра комп'ютерної інженерії та електромеханіки
(повна назва кафедри)

Дипломна магістерська робота

на тему РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЖИТЛОВОГО
ПРИМІЩЕННЯ ЗА КОНЦЕПЦІЄЮ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

Виконав: студент групи МгЕМ-21
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва спеціальності)

Богдан ЛУЦКО
(прізвище та ініціали)

Керівник Татьяна БІЛА
(прізвище та ініціали)

Рецензент Світлана ДЕМІШОНКОВА
(прізвище та ініціали)

Київ 2022

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Інститут інженерії та інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та електромеханіки

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма «Електропобутова техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КІЕМ

_____ проф. Злотенко Б.М.

“ _____ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Луцко Богдану Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Розроблення системи автоматизації житлового приміщення за концепцією «розумний будинок»**

Науковий керівник роботи Біла Тетяна Яківна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 28 вересня 2022 року
№180-уч

2. Строк подання студентом роботи 15 листопада 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: двокімнатна квартира у багатоповерховому будинку загальною площею 58 м²; системи опалення та освітлення за технологією «розумного будинку»

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Розрахунок типової квартири в концепції «розумний будинок». Розроблення функціональної схеми автоматизації та вибір обладнання автоматизації. Моделювання та програмування системи опалення будинку

5. Консультанти розділів дипломної магістерської роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Татьяна БІЛА к.т.н. доц. | | |
| Розділ 2 | Татьяна БІЛА к.т.н. доц. | | |
| Розділ 3 | Татьяна БІЛА к.т.н. доц. | | |
| Розділ 4 | Татьяна БІЛА к.т.н. доц. | | |

6. Дата видачі завдання 30.10.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломної магістерської роботи | Терміни виконання етапів | Примітка про виконання |
|-------|--|--------------------------|------------------------|
| 1 | Вступ | 20.12.2021 | |
| 2 | Розділ 1. Аналітичний огляд сучасних технологій «розумного будинку» | 01.02.2022 | |
| 3 | Розділ 2. Розрахунок типової квартири в концепції «розумний будинок» | 30.08.2022 | |
| 4 | Розділ 3. Розроблення функціональної схеми автоматизації та вибір обладнання автоматизації | 01.10.2022 | |
| 5 | Розділ 4. Моделювання та програмування системи опалення будинку | 15.10.2022 | |
| 6 | Висновки | 20.10.2022 | |
| 7 | Оформлення дипломної магістерської роботи (чистовий варіант) | 01.11.2022 | |
| 8 | Здача дипломної магістерської роботи на кафедру для рецензування (за 14 днів до захисту) | 01.11.2022 | |
| 9 | Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту) | 10.11.2022 | |
| 10 | Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту) | 20.11.2022 | |

Студент

(підпис)

Богдан ЛУЦКО

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник роботи

(підпис)

Татьяна БІЛА.

(прізвище та ініціали)

Директор НМЦУПФ

(підпис)

Олена ГРИГОРЕВСЬКА

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Луцко Б. О. Розроблення системи автоматизації житлового приміщення за концепцією «розумний будинок». – Рукопис.

Дипломна магістерська робота за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньою програмою «Електропобутова техніка». – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2022 рік.

Дипломну магістерську роботу присвячено дослідженню актуального питання – економії енергії у житлових приміщеннях. Збереження ресурсів та коштів пропонується досягти за рахунок скорочення витрат на опалення та освітлення. Завдяки концепції розумного будинку можна отримати суттєве зменшення витрат за рахунок використання лише того, що необхідно мешканцю у певний час.

Метою даного дослідження є розроблення автоматизованої системи управління обладнанням мікроклімату житлових приміщень за концепцією «розумний будинок», що дозволить підтримувати температуру приміщень на необхідному комфортному рівні, а також забезпечить регулювання освітленості в залежності від присутності людини та часу доби.

У роботі розроблена математична модель теплообміну в будівлі, яка може бути застосована як для квартири, так і для будинку. Модель представлена диференціальними рівняннями першого порядку. Її параметри визначаються з геометрії будівлі та теплових властивостей будівельних матеріалів. Дана модель може використовуватися для проектування алгоритмів регулювання температури, а також для розрахунку загального споживання енергії. Розроблена функціональна схема автоматизації житлового приміщення за концепцією «розумний будинок» та запропоновано варіант керування.

На прикладі квартири площею 58 м² запропоновано обладнання для керування освітленням зі змінною та сталою яскравістю у різних кімнатах, розраховано кількість джерел освітлення. Для підтримання комфортної температури на даному об'єкті запропоновано система клімат-контролю, побудована з використанням кондиціонерів, підлогових конвекторів та нагрівальних матів. Розроблено програму керування параметрами системи опалення та освітлення «розумного будинку» з використанням контролера компанії Control4.

Ключові слова: розумний будинок, система керування, профіль споживача, клімат-контроль, опалення, освітлення, датчики, моделювання.

ABSTRACT

Lutsko B. O. Development of a home automation system based on the "smart house" concept. – Manuscript.

Master's degree work in specialty 141 «Electrical energy industry, Electrotechnics and Electromechanics», educational program «Electrical Appliances». – Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2022.

The master's thesis is devoted to the research of the current issue - energy saving in residential premises. It is proposed to save resources and money by reducing heating and lighting costs. Thanks to the concept of a smart house, it is possible to obtain a significant reduction in costs due to the use of only what the resident needs at a certain time.

The purpose of this study is to develop an automated system for managing the microclimate of residential premises according to the concept of "smart house", which will allow maintaining the temperature of the premises at the necessary comfortable level, as well as provide regulation of lighting depending on the presence of a person and the time of day.

The work developed a mathematical model of heat exchange in the building, which can be applied both to an apartment and to a house. The model is represented by differential equations of the first order. Its parameters are determined from the geometry of the building and thermal properties of building materials. This model can be used to design temperature control algorithms, as well as to calculate total energy consumption. A functional scheme for the automation of a living space based on the "smart house" concept was developed and a control option was proposed.

Using the example of an apartment with an area of 58 m², equipment for controlling lighting with variable and constant brightness in different rooms is proposed, the number of lighting sources is calculated. To maintain a comfortable

temperature at this facility, a climate control system is proposed, built using air conditioners, floor convectors, and heating mats. A program for controlling the parameters of the heating and lighting system of the "smart house" using the controller of the company Control4 has been developed.

Key words: smart home, control system, consumer profile, climate control, heating, lighting, sensors, modeling.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 10 |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» | 13 |
| 1.1. Технологія «розумного будинку» і управління в ній | 13 |
| 1.2. Управління «розумним будинком» за допомогою комп'ютера | 14 |
| 1.3. Управління розумним будинком з мобільного телефону | 15 |
| 1.4. Концепції та стандарти | 17 |
| 1.5. Специфіка управління за профілями і його недоліки | 22 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1 | 24 |
| РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТИПОВОЇ КВАРТИРИ В КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» | 26 |
| 2.1. Опис об'єкту | 26 |
| 2.2. Освітлення об'єкту | 28 |
| 2.3. Розрахунок теплонадходження в приміщення | 33 |
| 2.4. Вибір обладнання та його опис | 37 |
| 2.5. Система клімат-контролю | 38 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2 | 43 |
| РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ | 44 |
| 3.1. Функціональна схема автоматизації | 44 |
| 3.2. Вибір обладнання автоматизації | 46 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3 | 50 |
| РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ | 51 |
| 4.1. Опис процесу імітаційного моделювання | 51 |
| 4.2. Опис програмного забезпечення для моделювання теплових процесів у приміщенні | 52 |
| 4.3. Моделювання системи опалення | 54 |
| 4.4. Опис середовища для програмування «розумного будинку» | 60 |
| 4.5. Програмування команд на виконання та зв'язок датчиків з виконавчими механізмами | 61 |

| | |
|---------------------------------|----|
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4 | 66 |
| ВИСНОВКИ..... | 68 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 70 |

ВСТУП

Актуальність теми. Вкрай актуальним питанням на сьогоднішній день є економія енергії на опалення житла. Збереження коштів та ресурсів в основному може бути досягнуто за рахунок скорочення витрат на електроенергію та водопостачання. Завдяки концепції розумного будинку можна отримати суттєве зменшення витрат за рахунок використання лише того, що необхідно мешканцю у певний час.

Значна частина витрат приходить також на освітлення приміщень. Основними способами впливу на витрати електроенергії на освітлення є:

- впровадження більш технологічних джерел освітлення з можливістю регулювання потужності світла в поєднанні з датчиками освітленості, які дозволять автоматично змінювати рівень освітленості в приміщенні в залежності від часу доби та природної освітленості;
- використання датчиків присутності і руху, що забезпечують автоматичне вимикання джерел світла через кілька хвилин після того, як люди залишать приміщення, що особливо актуально в прохідних приміщеннях, де людина присутня протягом незначних періодів часу.

Цікаві можливості економії досягаються при автоматизації роботи різних кліматичних систем: якщо в приміщенні використовується кілька різних систем, то достатньо задати необхідний температурний режим для окремих приміщень або всього будинку повністю, а автоматика сама визначить, за допомогою яких систем можна досягти заданих умов найбільш економічно. Додатково це виключить можливі конфлікти між кількома системами, припустимо між кондиціонерами і теплими підлогами, що значно подовжить термін служби обладнання і знову таки заощадить власникові кошти.

Мета та завдання дослідження. Метою даної роботи є розробка автоматизованої системи управління обладнанням мікроклімату житлових приміщень за концепцією «розумний будинок», що дозволить підтримувати температуру приміщень на необхідному комфортному рівні, а також забезпечить регулювання освітленості в залежності від присутності людини та часу доби.

Для досягнення поставленої мети у роботі були вирішені такі **завдання:**

- проведено аналіз сучасних технологій «розумного будинку»;
- виконано розрахунки теплових надходжень та освітлення приміщень;
- розроблено функціональну схему автоматизованої системи керування технологічним обладнанням житлового будинку;
- вибране технологічне обладнання для реалізації контролю клімату за концепцією «розумний будинок»;
- розроблено моделі теплового стану приміщення при зміні температури повітря зовні квартири;
- розроблено програму керування параметрами мікроклімату приміщення за допомогою контролера компанії Control4.

Об'єктом дослідження є обладнання, що забезпечує мікроклімат і освітлення житлового приміщення.

Предметом дослідження є розроблення системи керування обладнанням для забезпечення заданих параметрів мікроклімату та освітлення приміщення.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження базуються на основних положеннях електромеханіки, теплотехніки, мікропроцесорної техніки та програмування, електроніки та схемотехніки. Моделювання та дослідження розробленої системи управління виконувалося з використанням програми Simulink пакета MATLAB.

Наукова новизна:

1. Розроблена математична модель теплообміну в будівлі, яка може бути застосована як для квартири, так і для будинку. Модель представлена диференціальними рівняннями першого порядку. Її параметри визначаються з геометрії будівлі та теплових властивостей будівельних матеріалів. Дана модель може використовуватися для проектування алгоритмів регулювання температури, а також для розрахунку загального споживання енергії.

2. Розроблено функціональну схему автоматизації житлового приміщення за концепцією «розумний будинок» та запропоновано варіант керування.

Практичне значення отриманих результатів:

1. На прикладі квартири площею 58 м² запропоновано обладнання для керування освітленням зі змінною та сталою яскравістю у різних кімнатах, розраховано кількість джерел освітлення.

2. Для підтримання комфортної температури на даному об'єкті запропоновано система клімат-контролю, побудована з використанням кондиціонерів, підлогових конвекторів та нагрівальних матів.

3. Розроблено програму керування параметрами системи опалення та освітлення «розумного будинку» з використанням контролера компанії Control4.

Структура та обсяг роботи. Дипломна магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків та списку використаних джерел. Основний текст роботи викладений на 74 сторінках, містить 28 рисунків, 11 таблиць, список джерел з 41 найменувань.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

1.1. Технологія «розумного будинку» і управління в ній

Історія розумного будинку почалася в 19 столітті зі створення перших систем життєзабезпечення. Усі існуючі сьогодні технології базуються на розробках, створених на межі 20-го століття. Ці технології повільно розвивалися в міру прогресу техніки.

Оснащення будинку необхідним технічним обладнанням призвело до сучасного вигляду житлового будинку: кухня з вбудованою технікою, у тому числі газова чи електрична плита, холодильник та посудомийна машина, ванна кімната і туалет з сучасною сантехнікою тощо. Подальший благоустрій житла та обладнання призвів до введення в обіг телефону, радіо і телебачення. Цей процес протікав одночасно зі створенням проектів майбутнього житла з принциповою зміною уявлення про нього.

Поняття «розумного будинку» виникло від англійського терміну *intelligent building*. Внаслідок неправильного перекладу в німецькій мові це поняття придбало назву «розумний дім», що часто вводить в оману. Йдеться про раціональне використання агрегату «будинок», де основний акцент робиться на його інтерактивності. Ця інтерактивна система в даний час складається з кількох різних мереж, таких як електромережа, телефонна та телевізійна мережі. На цьому етапі відбувається процес з'єднання мереж, створення оптимального інтерфейсу між мережею і кінцевим пристроєм і, головне, інтерфейсу між людиною і машиною у вигляді графічного інтерфейсу, сенсорного екрану або просто голосової чи жестової ідентифікації. Основні функції розумного будинку включають управління такими системами:

- інфраструктурою життєзабезпечення (управління освітленістю, управління опаленням, управління мікрокліматом);
- системами безпеки (датчики руху, сигналізація, блокування вікон і дверей, імітація присутності, оповіщення про аварії в будинку);
- побутовою технікою (управління телевізором, управління холодильником, управління чайником / кавоваркою, підтримка функцій контролю і управління через інтернет);
- енергетикою (контроль альтернативних джерел енергетики);
- системою обслуговування (автоматична перевірка працездатності автоматизованих приладів, автоматичне опитування працездатності окремих елементів «розумного будинку», повідомлення про несправності (включаючи відправку повідомлень і листів), моніторинг і управління (включаючи взаємодію через інтернет).

Управління може виконуватися двома способами. Перший вид управління – за профілями мешканців, що мають різний пріоритет. Або керування виконується в ручному режимі (за допомогою пульта, сенсорних панелей, смартфона, комп'ютера). Сенсорна панель управління являє собою один з найпростіших способів управління розумним будинком.

1.2. Управління «розумним будинком» за допомогою комп'ютера

«Розумним будинком» можна управляти за допомогою комп'ютера, ноутбука і навіть КПК, який буде виконувати роль сервера. При цьому користувач отримує можливість управляти своїм будинком дистанційно. Для здійснення такого управління комп'ютер підключають до системи управління з бездротовим або провідним каналом передачі даних. Таким чином можна виконувати будь-які дії, доступні з сенсорної панелі. Більш того, управління «розумним будинком» стає можливим на відстані з використанням web-

додатку, який встановлюється на будь-який комп'ютер, що має вихід в інтернет.

1.3. Управління розумним будинком з мобільного телефону

Сучасні мобільні телефони і смартфони в більшості випадків підтримують WAP-технології і GPRS комунікації. Для управління системою «розумний будинок» можна використовувати програмне забезпечення чи бездротову мережу мобільного телефону, отримуючи, таким чином, різноманітну інформацію зі свого будинку, наприклад, зображення камер або повідомлення протипожежних, охоронних та інших датчиків про нестандартної ситуації.

Управління «розумним будинком» можливе і за допомогою планшету. Наприклад, запрограмувавши домофон, можна влаштувати так, що подзвонивши у двері людина ні в якому разі не запідозрить, що власника немає вдома. В даному випадку спілкування відбуватиметься як зазвичай. Більш того, маючи доступ в інтернет, власник зможе не лише поговорити з відвідувачем, але навіть впустити його всередину.

Технологія управління «розумним будинком», яка використовується у теперішній час, представлена на рисунку 1.1. Система управляється за профілями мешканців, що мають свої пріоритети, або в ручному режимі за допомогою пульта. Користувач вибирається автоматично або на вимогу (в залежності від того, як він управляється). Система його розпізнає і налаштовує обладнання по максимальному пріоритету.



Рисунок 1.1 – Технологія керування «розумним будинком»

Другий вид управління – на базі системи II (на базі промислових контролерів). Сутність концепції «розумний будинок» полягає у формуванні та підтримуванні такого оточуючого середовища людини, яке було б зручним, безпечним, ресурсоефективним і, по можливості, доцільним, економічно вигідним. Для цих цілей в проект приміщення або в уже існуюче середовище впроваджуються високотехнологічні рішення на базі електроніки, лінії передачі даних і системи датчиків. Виходячи з того, що спектр вирішуваних завдань для кожного замовника може мати відчутні відмінності, розгортання системи «розумний будинок» здійснюється за принципом модульних технологій з централізованим (Homeputer) або децентралізованим (EIB, LON) управлінням.

1.4. Концепції та стандарти

В табл. 1.1 наведено характеристики інсталяційних шин EIB (European Installation Bus – «Європейська інсталяційна шина»).

Мережа EIB відрізняється простою, наочною ієрархічною структурою, створеною спеціально для схемотехніки будівель. Вузли мережі об'єднуються в лінії, зони і області. Лінії відокремлюються одна від одної за допомогою комутаційного пристрою. Кожна з 15 можливих областей, в свою чергу, розгалужується на виході на 15 ліній. Кожна лінія може містити 256 пристроїв. Тобто максимально можливу кількість пристроїв, підключених в одному проекті, становить 57 600.

Таблиця 1.1

Інсталяційна шина EIB

| | |
|--------------|--|
| Стандарт | EN 50090 - EN 13321-1 |
| Призначення | Автоматизація будівель; швидкість передачі даних – від 9600 біт/с.; управління – децентралізоване; перепрограмувальна розширювана; стандартизована |
| Застосування | Через ПК, через програматор, через інтернет, через пульт, через телефон Стандарт ISO/IEC 14543. |
| Переваги | Доступна і стандартизована система шин. Вона включає в себе керуючі (сенсори) та виконавчі елементи. Тому система EIB також називається системою розподіленого інтелекту. Вона не потребує наявності центрального керуючого пристрою, так як кожен елемент системи наділений власним інтелектом (мікропроцесором). |
| Недоліки | Даний продукт орієнтований на професійні системи автоматизації, проектуванням і установкою яких займаються компанії-інтегратори. Самостійний монтаж KNX-мережі є досить складним завданням, і тому |

| | |
|--|--|
| | використання Insteon або Z-Wave, як правило, більш виправдано, в основному з точки зору обсягу витрат. |
|--|--|

У таблицях 1.2 – 1.6 наведено характеристики шин LON, Homeputer, LCN, Z та PHS.

Таблиця 1.2

Шина LON

| | |
|--------------|--|
| Стандарт | CENELEC EN 14908-1:2005 |
| Призначення | Промислова та транспортна автоматизація; децентралізоване управління; перепрограмувальна; розширювана |
| Застосування | Через ПК |
| Переваги | Одним з головних переваг технології LON вважається простота виготовлення нових пристроїв |
| Недоліки | Основний недолік LON слід шукати в тому, що дана технологія розроблялася не тільки як технічне рішення, але і як комерційний проект, що дозволяє отримувати прибуток від кожного застосованого пристрою і кожного автоматизованого об'єкта. В результаті вартість ліцензії включена в ціну кожного виробленого спеціального чіпа, а вартість ПО достатня висока. |

Для програмування мережі в якості інструментарію використовується програма LonMaker. Процес програмування мережі, незважаючи на назву, не вимагає від розробника написання жодного рядка – досить тільки встановити зв'язки між мережевими змінними і налаштувати конфігураційні властивості. Програма LonMaker дозволяє здійснювати значну кількість операцій з управління мережею, не звертаючись до іншого інструментарію. Вона забезпечує проектування мережі, введення пристроїв в експлуатацію

(передачу програми на пристрій), тестування мережі, тестування пристроїв, створення звітів по окремим пристроями і мережі в цілому і багато іншого.

Таблиця 1.3

Мережа Homeputer

| | |
|--------------|---|
| Стандарт | CENELEC EN 14908-1:2005 |
| Призначення | Промислова та транспортна автоматизація; децентралізоване управління; перепрограмувальна; розширювана |
| Застосування | Через ПК |
| Переваги | Одним з головних переваг технології Homeputer вважається простота програмування |
| Недоліки | Має обмеження в розширенні системи |

Таблиця 1.4

Шина LCN

| | |
|--------------|---|
| Призначення | Автоматизація приміщень середніх масштабів; управління – децентралізоване; перепрограмувальна (з мікрокомп'ютера набором команд); розширювана |
| Застосування | Через ПК |
| Переваги | На найвищому рівні відправляється та приймається від 1000 до 10000 телеграм, на найнижчому – до 100 телеграм |
| Недоліки | Мережа не децентралізована, не може інтегруватися в інші системи |

Таблиця 1.5

Шина Z

| | |
|--------------|---|
| Призначення | Приміщення та побутові прилади; управління – децентралізоване; перепрограмувальна |
| Застосування | Через ПК |
| Переваги | Значно дешевше описаних раніше |
| Недоліки | Менш функціональна система |

Таблиця 1.6

Система РНС

| | |
|----------------|---|
| Характеристика | Призначення – автоматизація житлових приміщень; управління – централізоване; перепрограмувальна (з блоку управління); розширювана |
| Застосування | Через ПК |
| Переваги | Легкість у використанні і нескладне програмування системи. На кожному підсистемі РНС доводиться 640 вузлів даних |
| Недоліки | Менш функціональна система |

Бездротові шинні системи. Бездротові системи мають незаперечні переваги, оскільки вони дозволяють встановити систему без прокладки шинного кабелю і уникнути складної інсталяції. За допомогою сучасних багатоканальних радіосистем значно знижується чутливість до перешкод, що виникають через вплив електромагнітного поля, завдяки двосторонній передачі даних. Проте ця система є незахищеною і її робота може бути паралізована шляхом постановки широкосмугової перешкоди. Такі «напади» на практиці ще не спостерігалися, проте у цьому випадку система негайно подає тривогу.

Характеристики бездротових систем: робочі частоти – 868-870 МГц; канали передачі – радіоканал; інфрачервоний діапазон.

Концепція Powerline в «розумному будинку». Регламентується стандартом EN 50065-1. Завдання: передача інформаційно-керуючих сигналів через звичайну силову мережу. Характеристики: напруга – 220-230В; технологія – накладення високочастотного інформаційного сигналу на несучу.

Отже, сьогодні існує велика кількість протоколів «розумного будинку». Безумовний лідер по взаємодії між різними пристроями різних виробників в рамках одного протоколу – технологія Z-Wave. Галузевий консорціум Z-Wave Alliance пропонує зрозумілу програму сертифікації гаджетів розумного будинку і чітко стежить за виконанням її умов. Z-Wave охоплює всі рівні моделі OSI. Але, на відміну від, наприклад, Bluetooth Smart (який також підтримує всі ці рівні), протокол Z-Wave спочатку розроблявся як технологія комерційної мережі з високим рівнем відмовостійкості. Крім того, Z-Wave – єдина з популярних технологій, яка не використовує перевантажений до межі частотний діапазон 2,4 ГГц. Всі ці переваги дозволили Z-Wave Alliance створити найрозвиненішу в світі екосистему пристроїв розумного будинку (більше 100 млн впроваджень і понад 2,5 тис. найменувань продуктів від більше ніж 700 міжнародних виробників). На сьогоднішній день дротова система розумного будинку є найбільш надійною та стабільною.

У Zigbee і Bluetooth Smart теж є шанси на розвиток. У першому випадку розробники намагаються вирішити проблему внутріпротокової сумісності шляхом впровадження надбудови Dotdot. Але, з огляду на величезну інстальовану базу Zigbee-пристроїв колишніх поколінь і м'яку політику сертифікації Zigbee Alliance, навряд чи можна сподіватися на швидкий прорив в плані безпроблемної роботи гаджетів Zigbee різних виробників. Крім того, потенційним конкурентом Zigbee вважається

протокол Thread, який, втім поки не набув значної популярності на ринку розумних будинків.

1.5. Специфіка управління за профілями і його недоліки

Існуючий традиційний підхід до проектування «розумного будинку» базується на профільному управлінні.

Під профілем маємо на увазі набір індивідуальних налаштувань, які визначають межі, у яких підтримуються ті чи інші параметри, в залежності від статусу (користувач має профіль або не має його, належить вразливим категоріям чи ні).

Спочатку створюється кілька профілів під кожного користувача, що визначають, у яких межах необхідно підтримувати ті чи інші параметри (температура повітря, вентиляція, освітлення тощо). В процесі експлуатації кожний користувач такої системи змушений вручну переналаштовувати свій профіль або задовольнятися параметрами мікроклімату домінуючого (більш пріоритетного) профілю. Поки в окремо взятій кімнаті знаходиться одна людина чи немає вразливих категорій людей, таке управління виправдовує себе. Але воно не робить систему гнучкою, коли в присутності кількох людей необхідно шукати компроміс між комфортом і безпекою.

Безпека людей (не тільки мешканців «розумного будинку» з налаштованими профілями) – це важливий фактор, врахування якого унеможлиблює «формальний» підхід. Він визначає те, як система повинна реагувати на присутність визначених уразливих категорій: немовлята, діти дошкільного віку, вагітні жінки, люди з обмеженими можливостями тощо. Для них існують специфічні обмеження, незалежно від приміщення і людей, які вже у ньому знаходяться.

Поставимо завдання налаштування управління температурою повітря в дитячій і управління вентиляцією таким чином, щоб використовувати

максимально природний приплив повітря, тобто система відкриває вікно, якщо в кімнаті дуже спекотно, при цьому ступінь відкривання регулюється відповідно до температури на вулиці згідно з деякою визначеною формулою. На перший погляд, отримати комфортну температуру в приміщенні у такий спосіб нескладно. Але можливе виникнення різноманітних несприятливих ситуацій, наприклад, біля вікна у цей час може стояти вантажівка з увімкненим двигуном. У результаті отримується комфортна температура у приміщенні, але склад повітря буде мало придатний для «життя». Таким самим чином рівень шуму може легко перевищити допустимі обмеження або виникнуть інші непередбачувані ситуації. У такій момент система повинна буде врахувати всі наявні фактори і прийняти рішення, можливо протилежне, про закриття всіх вікон і вмикання припливної вентиляції.

Фактор шуму може залежати як від зовнішніх чинників в найпростішому варіанті (шум на вулиці), так і від внутрішніх (гучна музика). Відповідно, впливати на нього потрібно по-різному. Можливо, досить просто закрити вікно, або необхідно обмежити рівень гучності в музичному центрі, або взагалі нічого не робити, якщо це ні на кого не впливає чи суперечить волі господаря.

Склад повітря – важливий фактор, що залежить від багатьох моментів. На нього може вплинути і загазованість на вулиці і згоріла яечня на кухні. Якщо проблема на кухні, то бажано направити потоки повітря так, щоб дим не поширювався по кімнатах.

Температура повітря і швидкість його руху – два дуже пов'язані фактори в області створення комфортної обстановки, тому що життєдіяльність людини супроводжується безперервним виділенням теплоти в навколишнє середовище. Її кількість залежить від ступеня фізичного напруження у визначених кліматичних умовах. Тепловіддача організму людини визначається температурою навколишнього повітря і предметів, швидкістю руху і відносною вологістю повітря. Для того щоб фізіологічні

процеси в організмі протікали нормально, теплота, що виділяється організмом, повинна повністю відводитися у навколишнє середовище. Порушення теплового балансу може призвести до перегріву або до переохолодження організму. Це можна оцінити, знаючи температуру шкіри людини. Якщо людина активно займається спортом в приміщенні – необхідно забезпечити комфортні умови, відмінні від тих, коли людина просто сидить на дивані.

Таких ситуацій може бути багато і основний зміст їх опису в тому, що неможливо просто створити кілька простих профілів управління для забезпечення комфортної обстановки. Виникає необхідність постійно підлаштовувати і перебудовувати таку систему кожного разу під кожен конкретну ситуацію.

Вже на прикладі можна бачити одразу кілька пов'язаних факторів, при цьому такі фактори не детерміновані, а впливають по невідомому закону, і врахувати всі можливі ситуації методом простих профілів неможливо.

Проведений аналіз показав, що для вирішення таких завдань система повинна бути гнучкою і в присутності кількох людей могла шукати компроміс між комфортом і безпекою. З'являється потреба у єдиній базі знань про безпеку і комфорт, абстрагованою від конкретної людини.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Встановлено, що першочерговим завданням на сьогоднішній день, особливо в умовах війни, є економія енергоресурсів. Збереження коштів та ресурсів в основному може бути досягнуто за рахунок скорочення витрат на електроенергію та водопостачання. Проте при цьому важливим залишається питання забезпечення комфортних умов у приміщенні. Завдяки концепції «розумного будинку» можна

отримати суттєве зменшення витрат за рахунок використання лише того, що необхідно мешканцю у певний час.

2. Основні функції розумного будинку включають управління такими системами: інфраструктурою життєзабезпечення; системами безпеки; побутовою технікою; системою обслуговування.
3. Управління може виконуватися двома способами: за профілями мешканців, що мають різний пріоритет, або в ручному режимі (за допомогою пульта, сенсорних панелей, смартфона, комп'ютера).
4. Сьогодні існує велика кількість протоколів «розумного будинку». Безумовний лідер по взаємодії між різними пристроями різних виробників в рамках одного протоколу – технологія Z-Wave.
5. Ринок технологій розумного будинку швидко змінюється. Незмінними залишаються тільки вимоги до цифрової безпеки, стабільності мережі, здатності пристроїв протистояти радіоперешкодам, простоті підключення, а також взаємної сумісності продуктів одного і того ж стандарту зв'язку. Вибираючи основу для розумного будинку, потрібно ретельно зважувати всі ці фактори.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТИПОВОЇ КВАРТИРИ В КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

2.1. Опис об'єкту

Для розрахунку буде використані плани двокімнатної квартири в багатоповерховому будинку загальною площею 58 м². Схема квартири представлена на рис. 2.1. Експлікація приміщень вказана в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Експлікація приміщень

| Номер приміщення | Назва приміщення |
|------------------|------------------|
| 1 | Коридор |
| 2 | Зал |
| 3 | Кухня |
| 4 | Спальня |
| 5 | Кабінет |
| 6 | Ванна кімната |
| 7 | Пральня |

Найбільш енергозатратним обладнанням на об'єкті є варильна поверхня, електрична духовка, мікрохвильова піч, бойлер, чайник, персональний комп'ютер.

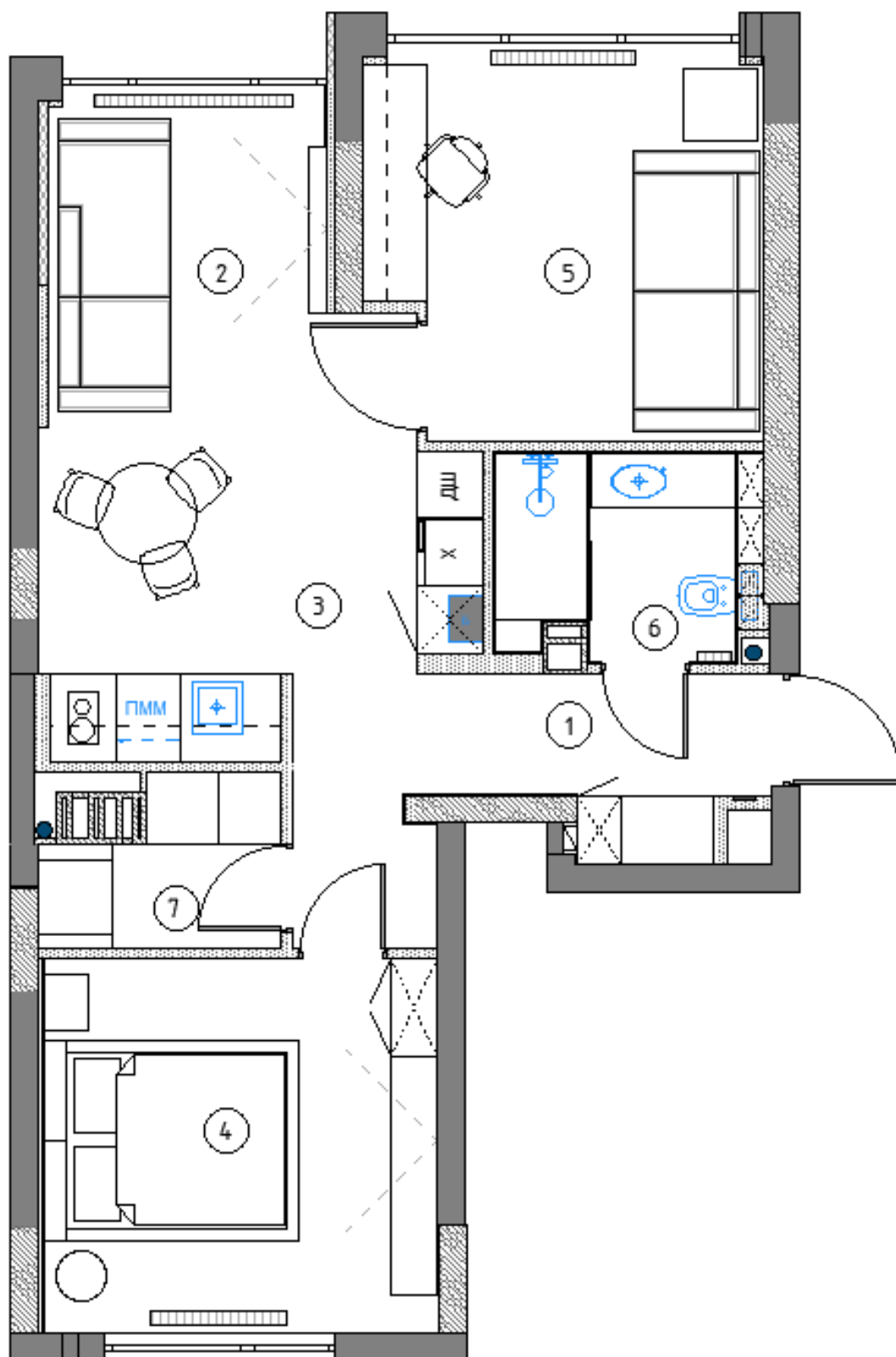


Рисунок 2.1 – План двокімнатної квартири

2.2. Освітлення об'єкту

Можливості розумного будинку дозволяють керувати:

- енергопостачанням – перемикання приладів в економний режим енергоспоживання (день/ніч, зима/літо), що забезпечує зниження витрат на електроенергію до 30%, при цьому окремі енергозберігаючі системи не потрібні;
- освітленням у всіх приміщеннях – розбиття освітлення на кілька груп, позонне та дистанційне керування світлом в усьому будинку з будь-якої кімнати;
- освітленням у «прохідних» зонах – використовуються датчики руху для освітлення; світло увімкнеться / вимкнеться в разі появи / відсутності людини в «прохідній» зоні, програмований сценарій передбачає поведінку системи освітлення;
- світловими сценаріями – при різних умовах регулюється освітлення всередині приміщення, наприклад, сценарій «Перегляд кіно» виконує приглушення світла в кімнаті;
- світлодіодним освітленням – імітація заходу / сходу сонця в будинку. Можна вибрати будь-який колір і відтінок для освітлення і поміняти його через п'ять хвилин, наприклад, для роботи – холодні, для відпочинку – теплі тони.

Можливості, якими наділена система управління світлом, на цьому не обмежуються, оскільки вона також може:

- організувати світловий супровід – вирішує проблему нічного пересування по будинку, плавне наростання освітленості в зоні до необхідного рівня в залежності від часу доби;
- забезпечити безперебійність електроживлення – резервні джерела електроживлення дозволять працювати безвідмовно усім приладам «розумного будинку» в звичайному режимі;

- відключати частину електромережі – при перевантаженні всієї мережі частина електромережі може бути знеструмлена в залежності від пріоритету, щоб найбільш пріоритетна могла функціонувати у нормальному режимі;
- стабілізувати напругу в електромережі – робота всіх електроприладів в будинку триває незалежно від перепаду напруги в мережі, що дозволяє при будь-якій якості енергопостачання працювати приладам у безпечному і стабільному режимі.

Керування світильниками, яскравість яких не буде змінюватися, здійснює модуль HDL-M/R12.10.1 (рис. 2.2). Реле 12-канальне, 10 А на канал, монтаж на DIN-рейку. Статистика часу роботи каналу, Визначення статусу каналу, Встановлення статусу каналу ВМК/ВИМК після відновлення живлення, Встановлення часових параметрів: ступінчасте перемикання, поперемінне перемикання.

Характеристики та умови роботи реле HDL-M/R12.10.1 наведено у табл. 2.2.



Рисунок 2.2 – Реле HDL-M/R12.10.1

Характеристики та умови роботи реле HDL-M/R12.10.1

| Параметр | Значення |
|--------------------------------|----------------------|
| Характеристики | |
| Робоча напруга (живлення шини) | 21 - 30 В, DC |
| Робочий струм | 15 мА |
| Струм в режимі очікування | 5 мА |
| Умови роботи | |
| Потужність під навантаженням | 450 мВт |
| Потужність в режимі очікування | 150 мВт |
| Струм на виході | 10 А |
| Номінальна напруга | 250 В, АС (50/60 Гц) |
| Вихідні канали | 12 каналів реле |
| Електричний термін служби | 100 000 |
| Механічний термін служби | 1 000 000 |

Світильники, що будуть димеруватися, під'єднуються до модулю HDL-M/DALI.1 (рис. 2.3). Майстер модуль DALI, підтримує зв'язок між HDL KNX і системою BUS DALI. Підключає до 64 DALI пристроїв / адрес. Містить вбудований блок живлення. Забезпечує визначення в режимі он-лайн несправних DALI баластів, ламп. LED-стрічки підключаються до реле HDL-M/R12.10.1, про яке йшла мова раніше (рис. 2.2).

Представлений план розміщення світильників (рис.2.4) задовольняє нормам діючих правил природнього і штучного освітлення ДБН В.2.5-28:2018, які наведені у табл. 2.2.



Рисунок 2.3 – Мастер модуль DALI

Таблиця 2.2

Показники освітленості по приміщеннях

| Приміщення | Норма освітленості, Лк |
|--------------------------|------------------------|
| Вітальня, спальня, кухня | 150 |
| Дитяча кімната | 200 |
| Кабінет, бібліотека | 300 |
| Коридор, ванна кімната | 50 |

Для розрахунку кількості спотів виконаємо розрахунок по площі приміщення, формула виглядає наступним чином:

$$N=(S \cdot W)/P;$$

де, N – необхідна кількість спотів; S – площа приміщення, W – питома потужність потоку; P – потужність одного точкового світильника

Виконаємо розрахунок коридору:

$$N = (10 \cdot 1)/5 = 2 \text{ шт.}$$

де 10 – площа, 1 Вт для світлодіодних ламп, споти по 5 Вт.

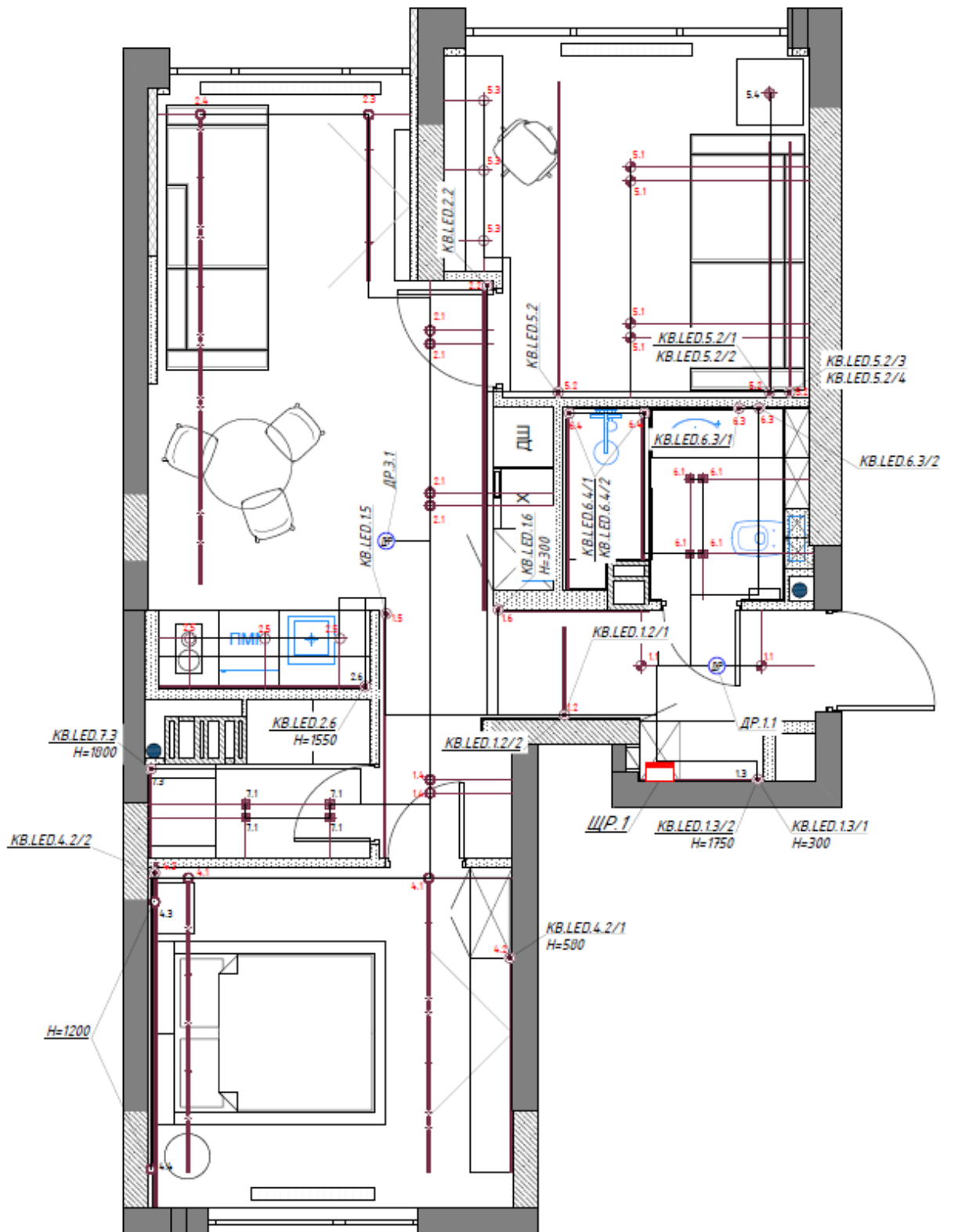


















Рисунок 2.4 – План розміщення обладнання та кабельних мереж освітлення об'єкту

Умовні позначення

-  шинопровід та трекові світильники
 -  врізний точковий світильник
 -  накладний точковий світильник
 -  підвісний світильник
 -  гіпсовий врізний точковий світильник
 -  світильник з вологозахистом
 -  вивід для бра (220V)
 -  вивід на підсвітку (12/24V)
 -  LED-стрічка
-  - ЩР(розподільчий щит);
 -  - датчик руху.
- КВ. LED 13
-  - Порядковий номер;
 -  - Номер приміщення;
 -  - КВ.LED - вивід кабельний на LED ленту;
 -  - ЩР - розподільчий щит;
 -  - ДР - датчик руху.

2.3. Розрахунок теплонадходження в приміщення

Основні теплові притоки в приміщення складаються з наступних складових:

1) Теплові притоки, що виникають за рахунок різниці температур всередині приміщення і зовнішнього повітря, а також сонячної радіації Q_1 , розраховуються за формулою:

$$Q_1 = V \cdot q_{\text{пит}}, \text{ Вт,}$$

де $V=S \cdot h$ – об'єм приміщення;

S – площа приміщення;

H – висота приміщення;

$q_{\text{пит}}$ – питоме теплове навантаження, приймається:

- 30-35 Вт/м³ – якщо нема променів сонця в приміщенні,
- 35 Вт/м³ – середнє значення;
- 35-40 Вт/м³ – якщо велике скління з сонячної сторони;

$$V=11\text{м}^2 \cdot 3\text{м} = 33 \text{ м}^3.$$

Тоді середні теплові притоки для приміщень

$$Q_1=33 \cdot 35=1155 \text{ Вт}.$$

2) Теплові притоки, зумовлені роботою оргтехніки Q_2 .

Теплове постачання від обладнання залежать, в першу чергу, від споживаної потужності і частоти використання (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Теплове постачання від обладнання

| Тип обладнання | Теплове постачання, Вт | Коефіцієнт одночасного використання |
|-------------------|---------------------------|--|
| Комп'ютер | 300 | 0,6-0,8 |
| Холодильник | 150 | 0,4-0,6 |
| Електрочайник | 300-600 | 0,1 |
| Варильна поверхня | 3000 | від типу приміщення |

У загальному випадку величина теплопритоків від електрообладнання визначається за формулою:

$$Q_2 = Q_{\text{об}} = N \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{об}}=500 \cdot 200 \cdot 100=1\text{кВт} \text{ – середнє значення,}$$

де N – споживана потужність, Вт;

K_1 – коефіцієнт переходу електроенергії в теплову (100-80%);

K_2 – коефіцієнт використання обладнання (30-80%).

3) Теплові надходження від людей, що знаходяться в приміщенні Q_3 .

Теплові притоки, що виникають від людей, які знаходяться в приміщенні Q_3 :

$$Q_3 = q \cdot n, \text{ Вт,}$$

$$Q_3 = 120 \cdot 2 = 240 \text{ Вт – при } 20^\circ\text{C,}$$

де q – питомі теплові надходження від однієї людини, Вт (табл. 2.5)

n – кількість людей в приміщенні

Таблиця 2.5

Тепло та волога від людину в стані спокою

| Показники | Кількість тепла q , Вт за різної температури навколишнього середовища | | | |
|-----------|---|------|------|------|
| | 10°C | 15°C | 20°C | 30°C |
| Явні | 140 | 120 | 90 | 60 |
| Повні | 165 | 145 | 120 | 95 |
| Волога | 30 | 30 | 40 | 50 |

Сумарна кількість теплового постачання, Вт:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ Вт;}$$

$$Q = 1155 + 1000 + 240 = 2395 \text{ Вт.}$$

Отримана величина – явно надмірна теплота в приміщенні в теплий період року. У холодний період року в нашому випадку працює система опалення.

Температуру внутрішнього повітря в квартирі приймаємо 18°C процес в приміщенні в зимній період буде йти з променем процесу $\varepsilon = 2532 \text{ кДж/кг}$. З деякою похибкою можемо прийняти значення вологості внутрішнього повітря шляхом розв'язання такої системи:

$$\begin{cases} \varepsilon = \frac{3,6 \cdot Q}{W} \\ 3,6 \cdot Q = G_n (i_B - i_K) \end{cases} \quad i_B = i_K + \frac{\varepsilon \cdot W}{G_n},$$

де W – волога, виділена в приміщенні в зимній період, приймаємо:

$$w=40 \text{ г/год}=0,04\text{кг/год. } W=400 \cdot 0,04=16\text{кг/год};$$

G_H – мінімальна витрата навколишнього повітря, $G_H=9600 \text{ кг/час}$;

i_K знаходимо по i - d діаграмі (рис. 2.5),

$$i_B=19+\frac{2532 \cdot 16}{9600}=24,4\text{кДж/кг.}$$

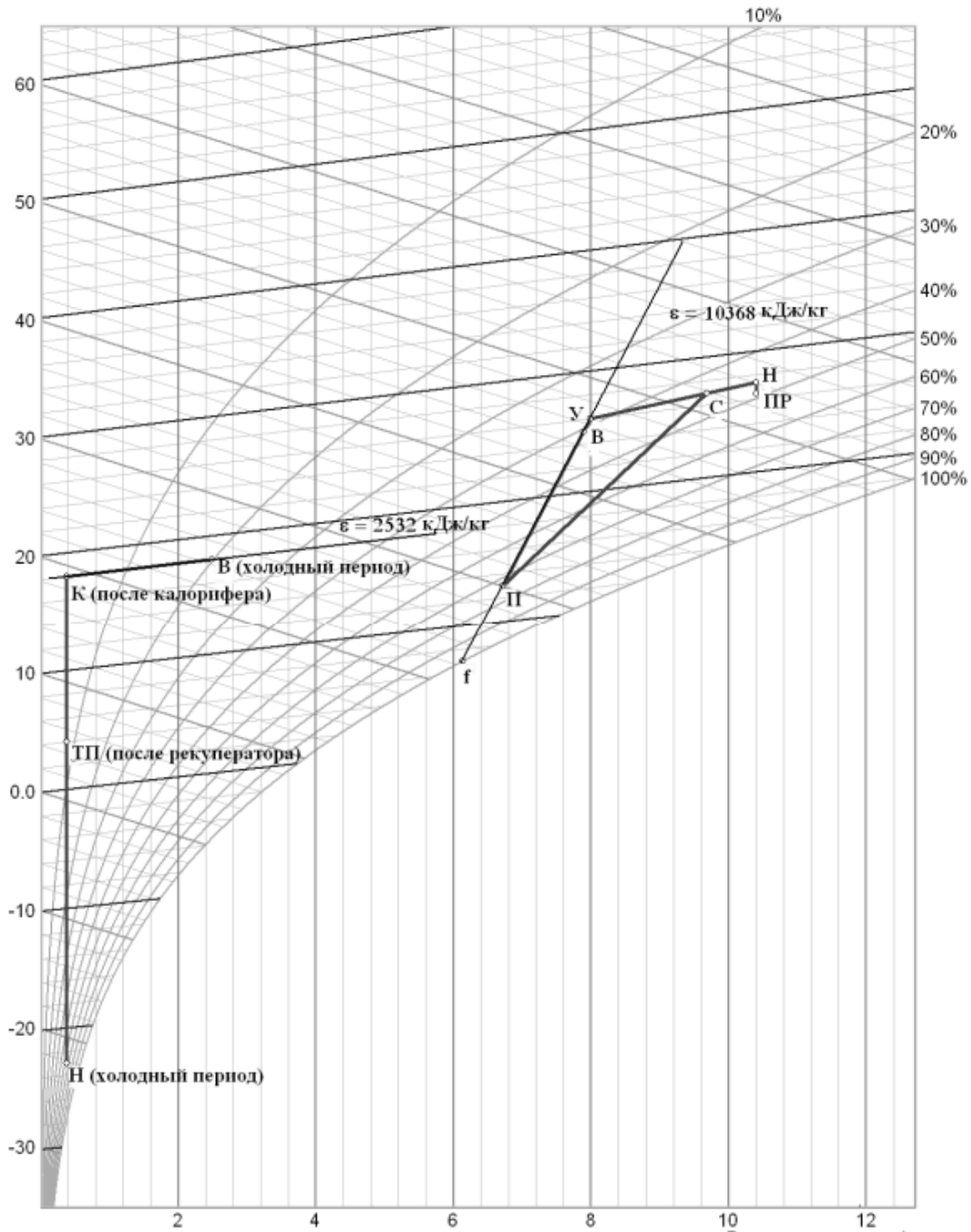


Рисунок 2.5 – Діаграма i - d

2.4. Вибір обладнання та його опис

Інтерфейсом концепції «розумний будинок» обирається контролер компанії Control4, EA-5 Controller (рис. 2.6), завдяки якому керування «розумним будинком» виводиться в зручний інтерфейс, представлений на рис. 2.7.



Рисунок 2.6 – Контролер компанії Control4, EA-5 Controller



Рисунок 2.7 – Варіант інтерфейсу керування розумним будинком

2.5. Система клімат-контролю

Для підтримання комфортної температури на даному об'єкті система клімат-контролю буде побудована за допомогою: кондиціонерів MITSUBISHI ELECTRIC MSZ-HR50VF/MUZ-HR50VF, підлогових конвекторів MiniB COIL-T 60.243.900 та нагрівальних матів DEVIcomfort 150T (DTIR-150).

Кондиціонер, використовуваний на об'єкті (рис. 2.8), простий у використанні, має достатню потужність для ефективного охолодження приміщення, має великий набір додаткових функцій, відрізняється пониженим енергоспоживанням і не вимагає витратного сервісного обслуговування. Управління кондиціонером здійснюється за допомогою пульта дистанційного керування, термостату та може бути виконане з будь-якого приладу з доступом в інтернет (смартфон, планшет, настінна сенсорна панель).



Рисунок 2.8 – Кондиціонер MITSUBISHI ELECTRIC MSZ-HR50VF/MUZ-HR50VF

Для забезпечення рівномірної температури у всіх частинах приміщення встановлюємо три такі кондиціонери .

Вбудовані у підлогу конвектори (рис. 2.9) з примусовою системою циркуляції поєднуються з іншими системами опалення або експлуатуються незалежно в приміщеннях з підвищеними вимогами до обігріву. Також можливий обігрів методом природної циркуляції без використання вентилятора. За рахунок використання напруги 12 В всі пристрої надійні і безпечні при експлуатації в приміщеннях з підвищеною вологістю. Керуються за допомогою термостату та будь-якого приладу з доступом в інтернет (смартфон, планшет, настінна сенсорна панель).

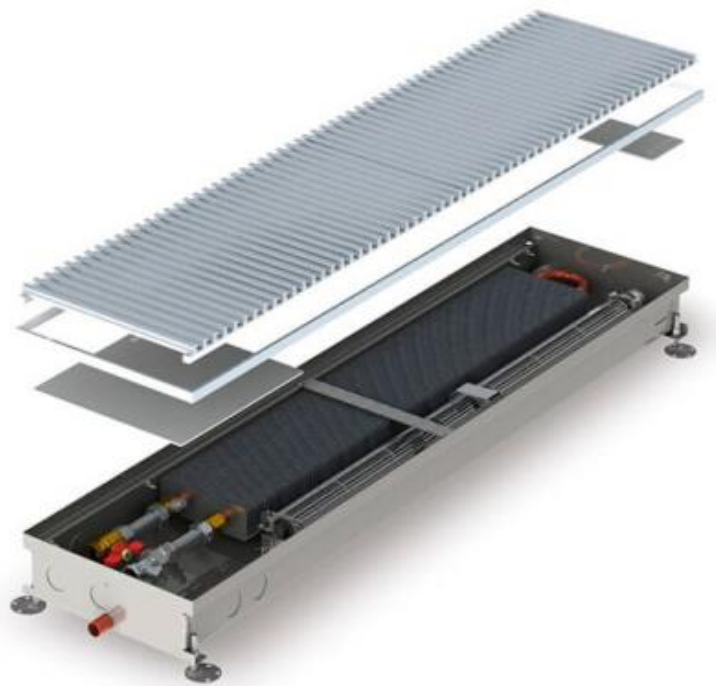


Рисунок 2.9 – Конвектор MiniV COIL-T 60.243.900

Використовуваний на об'єкті нагрівальний мат DEVIcomfort 150T (DTIR-150) представлено на рис. 2.10.



Рисунок 2.10 – Нагрівальний мат DEVIcomfort 150T (DTIR-150)

На рис. 2.11 представлений план розташування обладнання та кабельної мережі опалення об'єкту.

Усе обладнання опалення підключається до модулю контролю опалення HDL-M/FCU01.10.1 (рис. 2.12). Цей модуль може вимірювати температуру, приймати рішення та керувати елементами обігріву. Модуль HDL-M / FCU01.10.1 контролює 7 зон опалення одночасно.

До модулю можна підключити до 7 цифрових датчиків температури, які вимірюють температуру точніше, ніж аналогові, але, головне, що цифрові датчики температури в рази швидше реагують на незначну її зміну, відповідно забезпечуватиметься більш швидка реакція на зміну умов у системі і більш точно підтримуватиметься задана температура. Датчики температури підключаються безпосередньо до модуля, як шинні пристрої до виходів DIGIT TEMP і COM. Кожний датчик має свою адресу і легко коригується в програмі налаштування самого модуля.

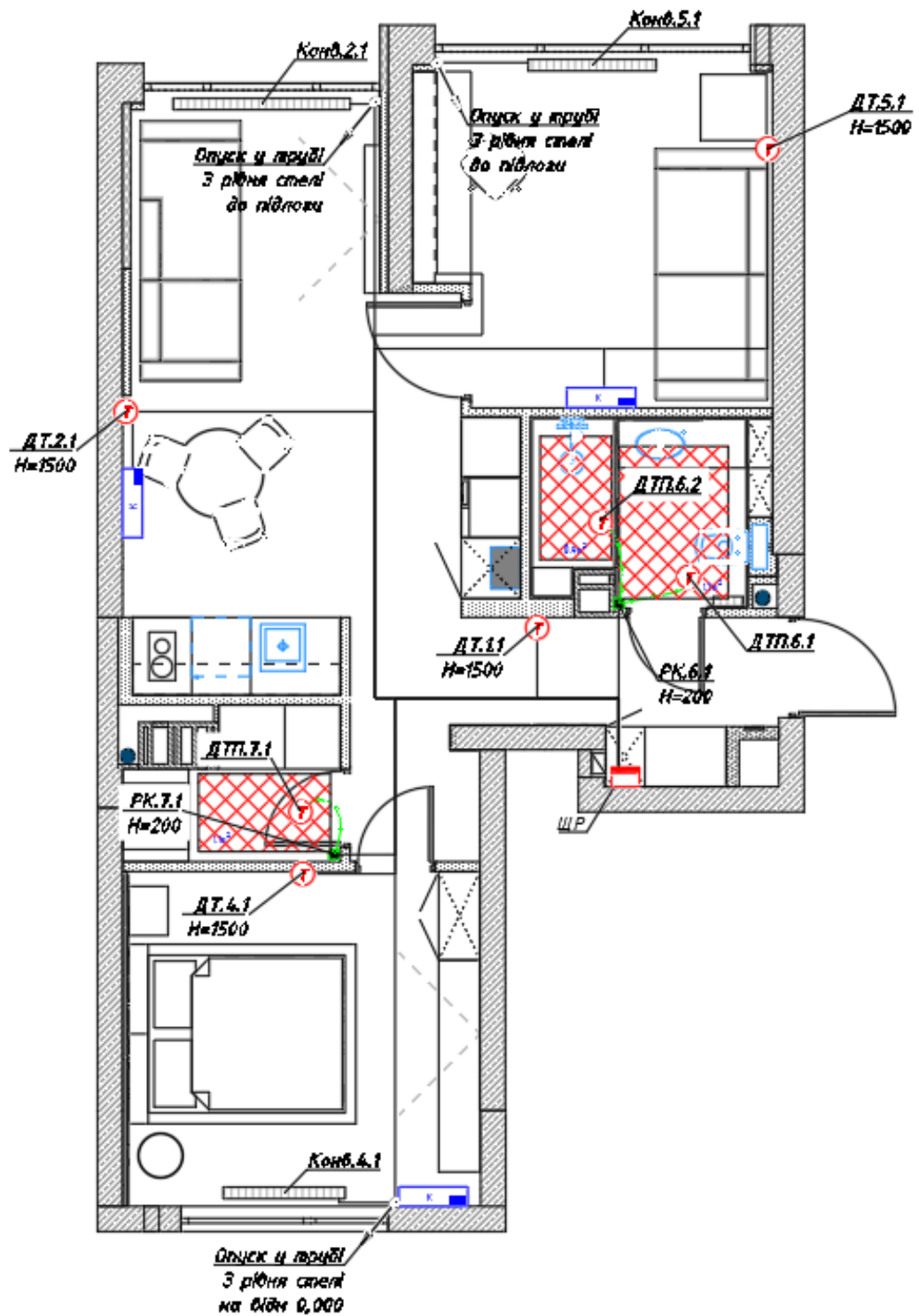


Рисунок 2.11 – План розташування обладнання

ДТ – датчик температури; ДТТ – датчик температури підлоги;

Конв – конвектор підлоговий; К – кондиціонер;

РК – розподільча коробка; ЩР – щит розподільчий



Рисунок 2.12 – Підключення модулю HDL-M / FCU01.10.1

Також модуль має на борту 7 термостатів керування опаленням. І це не просте вмикання / вимикання елементів обігріву, а повноцінне PWM регулювання. Тобто можна задавати відсоток управління відкриванням / закриванням засувки і за допомогою ШІМ модуляції не перекривати повністю подачу теплоносія до батареї, а підтримувати її режим роботи на певному рівні. Це забезпечує більш точне підтримання заданої температура у приміщенні, або температуру підлоги, та не викликати значних коливань цієї температури. Звичайно, термостати можуть використовувати для роботи і теплоту з мережі, тобто від якихось кімнатних контролерів. Це визначається в процесі налаштування системи. Логіка роботи налаштовується в залежності від того, з якими засувками потрібно працювати – нормально відкритими або нормально закритими. Передбачено

5 попередньо встановлених режимів роботи термостатів: NORMAL, DAY, NIGHT, AWAY, TIMER.

Пристрій має також і фізичні елементи управління. Проте релейних виходів міститься лише 5 і ще два виходи по 0-10 В. Тому, якщо є необхідність керування 7 зонами опалення і управління, передбаченого саме релейними виходами, необхідно додавати зовнішні реле для двох термостатів управління. Але іноді це і необхідно робити, наприклад, якщо потрібне управління нагрівальним елементом, який працює від електрики. Для його запуску необхідне більш потужне реле. У той же час, для конвекторів, наприклад, дуже часто необхідно використовувати виходи 0-10 В для управління швидкістю вбудованого вентилятора.

Реле розраховані на роботу з струмом до 10 А і напругою до 250 В. Звичайно, вони можуть працювати і з термоелектричними засувками, розрахованими на 24 В. Реле розраховані на роботу з ШІМ модуляцією і мають хороших запас для частих перемикань.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Вибрано обладнання для керування освітленням зі змінною та сталою яскравістю, розраховано кількість джерел освітлення.
2. У ході розрахунків було визначено кількість теплових надходжень в приміщення. Завдяки цьому було вирішено обрати три кондиціонери задля рівномірного підтримання мікроклімату в приміщеннях.
3. Для підтримання комфортної температури на даному об'єкті запропоновано система клімат-контролю, побудована за допомогою: кондиціонерів Mitsubishi Electric MSZ-HR50VF/MUZ-HR50VF, підлогових конвекторів MiniB COIL-T 60.243.900 та нагрівальних матів DEVIcomfort 150T (DTIR-150).

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1. Функціональна схема автоматизації

На рис. 3.1 наведена розроблена функціональна схема автоматизації житлового приміщення за концепцією «розумний будинок».

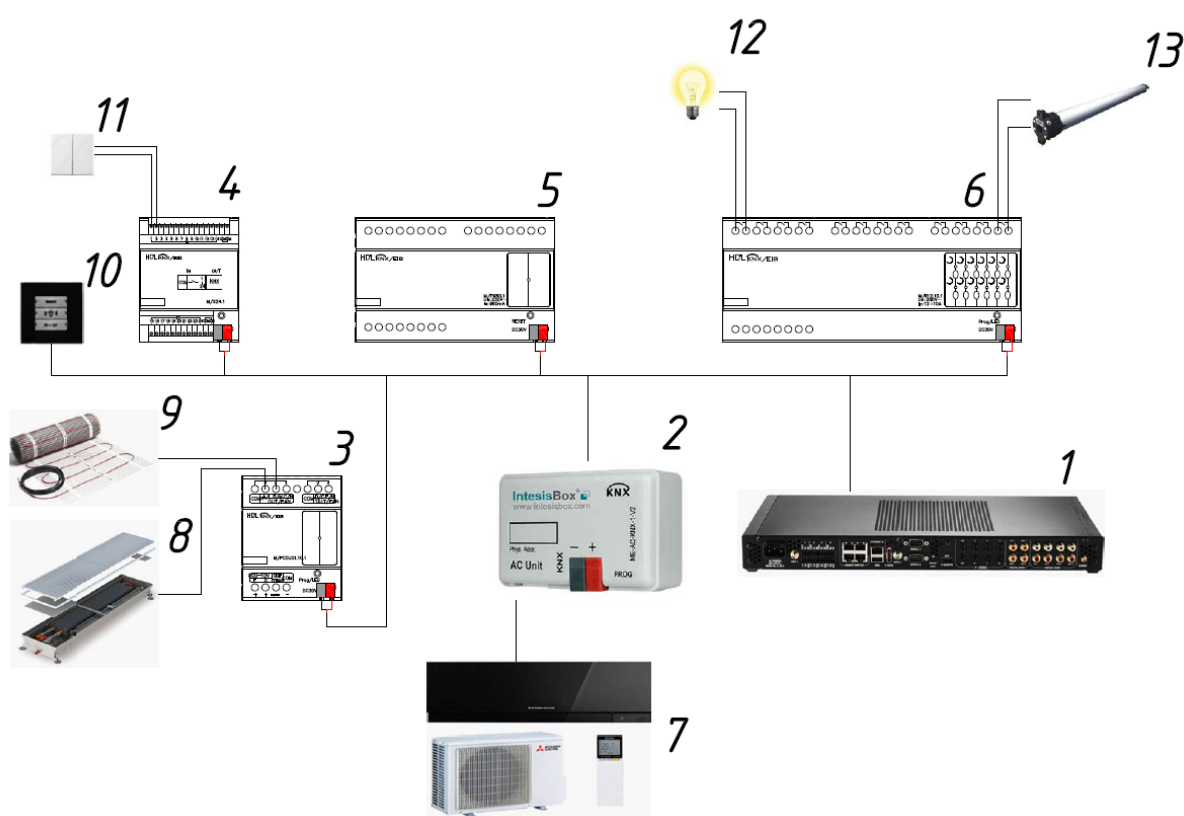


Рисунок 3.1 – Функціональна схема автоматизації:

1 – контролер компанії Control4, EA-5 Controller; 2 – інтерфейс Intesis KNX/EIB ME-AC-KNX-1-V2; 3 – модуль контролю опалення HDL-M / FCU01.10.1; 4 – модуль сухих контактів HDL-M/S24.1; 5 – джерело живлення M/P960.1; 6 – 12-канальне реле HDL-M/R12.10.1; 7 – кондиціонер; 8 – підлоговий конвектор; 9 – нагрівальний мат; 10 – кнопкова панель; 11 – дзвінковий вимикач; 12 – світильник; 13 – привод моторизованої штори

Проектована система автоматизації у своїй роботі ґрунтується на використанні дротової передачі даних, а саме по шині KNX. Контролер EA-5 Controller розміщений в слабкострумівій шафі. Контролер систем автоматизації та розваг Control4 EA-5 сконструйований для найбільш оптимального керування «розумним будинком» і оснащений аудіо високої якості в серії EA, а також процесорною потужністю, достатньою для координації роботи сотень інтелектуальних пристроїв. EA-5 здатний автоматизувати складні домашні театри, формувати сценарії зовнішнього та внутрішнього освітлення, управляти системами безпеки і зв'язку, регулювати клімат в багатьох зонах.

Технічні характеристики Контролера EA-5 наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Технічні характеристики Контролера EA-5

| | |
|---------------------|---|
| Антенна Wi-Fi | 2x Зовнішні роз'єми SMA |
| ZigBee Pro | 802.15.4 |
| Антенa ZigBee | Зовнішній роз'єм SMA |
| Порт USB | 1 x USB 2.0, 500 мА |
| Пульт ІК | 8 x 5 В 27 мА |
| Сенсорна панель | 1 x приймач на лицьовій панелі 20-60 кГц |
| Послідовний вихід | 4 (2 об'єднані з ІК виходами 1 і 2; 2 x Порт DB9) |
| Роздільна здатність | HDMI 1.4, HD 1080p, 50-60 Гц |
| Світовий потік | AAC, AIFF, ALAC, FLAC, M4A, MP2, MP3, MP4/M4A, Ogg, Vorbis, PCM, WAV, WMA |

У свою чергу, інші модулі автоматизації встановлюються в силовому щиті об'єкту.

3.2. Вибір обладнання автоматизації

Розглянемо детально елементи, що входять до складу розроблюваної системи автоматизації.

Інтерфейси Intesis KNX / EIB для кондиціонерів Mitsubishi Electric (серії Domestic, Mr.Slim) використовуються для управління кондиціонерами через систему KNX.

Основні переваги та можливості інтерфейсу:

- компактні розміри дозволяють встановлювати ME-AC-KNX-1-V2 всередині внутрішнього блоку;
- завдяки даному інтерфейсу управління є можливість збереження до 5 індивідуальних сценаріїв, в яких будуть задані такі параметри, як температура, швидкість повітряного потоку, положення повітряних жалюзі кондиціонера;
- внутрішній блок може управлятися як за допомогою ME-AC-KNX-1-V2, так і за допомогою інфрачервоного пульта.
- не потребує використання зовнішнього живлення;
- даний інтерфейс дає можливість відстежувати діагностичну інформацію про кондиціонер, підключений до системи KNX: години напрацювання, індикація помилок, коди помилок;
- контроль роботи кондиціонера на основі температури навколишнього середовища, отриманої від датчиків кондиціонера або будь-якого терморегулятора;
- пряме підключення до шин KNX і EIB.

Модуль входу сигналів датчиків HDL-M / S24.1 підтримує до 24 входів сухих контактів (рис. 3.2). До цього модулю під'єднуються дзвінкові вимикачі.

Функціонал:

- 24 канали сухих контактів;

- може посилати різні команди через KNX;
- цілі управління: перемикачі, димерування, жалюзі, гнучке управління, сцена, послідовність, процентне управління, граничне управління, рядок (14 байт), положення, дзвінок, лічильник, комбінації;
- тип сухого контакту може бути встановлений на Механічний або Електронний перемикач.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд модуля входу сигналів датчиків HDL-M / S24.1

Блок живлення шини KNX на DIN рейку (напруга 120-250 В, змінний струм 50/60Гц) зображено на рис 3.3.



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд блоку живлення шини KNX

12-канальне реле HDL-M/R12.10.1 DIN реле (рис. 3.4) має наступний функціонал:

- 10 А на канал, 250 В, змінний струм 50 / 60 Гц;
- статистика про час роботи каналу;
- визначення статусу каналу;
- установка статусу каналу On / Off після відновлення живлення;
- функція таймера;
- контроль сценаріїв;
- контроль перекидних навантажень;
- вбудована логіка.

Завдяки цьому реле забезпечується можливість керування приводами штор, освітленням, опаленням та реалізації запрограмованих сценаріїв.



Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд 12-канальне реле HDL-M/R12.10.1

6-кнопкова панель iFlex (металеві клавiші). Кнопкові панелі підключаються напряму до шини KNX, для них не потрібні додаткові модулі. Зовнішній вигляд панелі представлено на рис. 3.5, її технічні характеристики наведено у таблиці 3.2.



Рисунок 3.5 – Кнопкова панель

Таблиця 3.2

Технічні характеристики кнопкової панелі iFlex

| | |
|------------------------|-----------------|
| Споживання | 20 мА |
| Робоча температура | 0 °С ~ 45 °С |
| Відносна вологість | 20% ~ 90% |
| Температура зберігання | -40 °С ~ +55 °С |

Дана система має особливість, що відрізняє її від інших: вона не має головного компонента. Всі функції забезпечуються усією системою одразу. Завдяки контролеру EA-5 усе керування виводиться в зручний інтерфейс.

Всі пристрої системи з'єднані шиною, інформація по якій передається тільки в потрібному напрямку. Потoki інформації поширюються в обидва напрямки. У свою чергу, кожний пристрій має свою унікальну адресу. Також, вони можуть бути об'єднані в групи для більш зручної і точної передачі. Така система дозволяє швидко передавати дані і не потребуватиме додаткових пристроїв для обробки даних і визначення необхідного напрямку.

Під час установки системи необхідно використовувати програмне забезпечення ETS для програмування KNX. Існування цього забезпечення

значно спрощує налаштування системи. Під час передачі інформації не обов'язково, щоб всі складові частини системи були активні. Будь-який з приладів самостійно може звернутися до передачі даних, а система пріоритетів дозволяє уникнути проблем під час передачі даних. Така модель дозволяє уникнути створення залежності швидкості передачі даних від завантаженості системи.

Будь-яка подія в системі може бути ініціалізована активністю будь-якого із пристроїв. Наприклад, знаходження когось біля датчика руху може активувати систему кондиціонерів або освітлення.

Існує величезна кількість сценаріїв для протоколу KNX. Будь-який пристрій системи може запустити певний ланцюжок подій. Все це налаштовується під потреби людини і дозволяє виконувати досить складну послідовність дій у наслідок автоматизації KNX.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Розроблено функціональну схему автоматизації об'єкту та розглянуто обладнання, на якому ґрунтується система.
2. Обрано дротовий варіант керування, який являється в даний час найбільш стабільним та убезпечує від проникнення в систему будинку і хвильового блокування шахраями.
3. Обрано обладнання для керування виконавчими механізмами та місце їх розташування.

РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ

4.1. Опис процесу імітаційного моделювання

Моделювання у сучасному світі набуло широкого розповсюдження практично у всіх сферах. За допомогою моделювання стає можливим віртуальне відтворення будь-яких реальних подій та отримання необхідних результатів. Моделювання може бути використане у випадках, коли аналітичну модель неможливо побудувати через велику кількість випадкових чинників, наслідків їх дії та причинних зв'язків, які неможливо створити у реальності в заданих умовах або їх створення і аналіз потребують великих фінансових і часових затрат.

Імітаційне моделювання представляє собою числові розрахунки для отримання статистичної вибірки на математичній моделі для оцінки імовірних характеристик шуканих величин. При цьому точність моделі набуває особливо важливого значення: занадто детальна модель підвищеної точності може викликати складнощі при реалізації її на комп'ютері. При надмірному спрощенні моделі можуть втратитися суттєві зв'язки та модель не відображатиме реальну поведінку досліджуваного об'єкта.

Як правило, досліджуваний об'єкт є складною системою. Взаємодії між елементами цієї системи характеризують стан системи. Цей стан може бути представлений упорядкованим набором чисел або векторів. У деяких випадках імітаційна модель розуміється як формальний математичний спосіб опису зміни станів у часі.

У звичайній імітаційній моделі для відображення реальних подій використовують випадкові величини. Для реалізації моделі на комп'ютері виникає потреба у відтворенні випадкових процесів з високою точністю. Для цього використовують низку процедур для генерації випадкових величин –

машинні алгоритми. Отримана таким чином послідовність рівномірного розподілу випадкових чисел може призвести до появи послідовності випадкових величин, підпорядкованих іншим законам розподілу. Такими методами є перетворення, композиція, пряма вибірка, компенсація тощо.

Вивчення системи, що працює в умовах невизначеності, є дуже складною процедурою. Методи імітації, які експериментально вивчають внутрішні взаємодії в досліджуваній системі та впливи на неї зовнішнього середовища, можуть значно спростити процес побудови математичної моделі та проведення експериментів з її допомогою. Для дослідження реакції системи на деякі зміни, відповідні зміни вносяться в структуру її моделі, після чого досліджується їх вплив на поведінку системи. Розгляд досліджуваної системи, вивчення її на прикладі моделі дає змогу краще зрозуміти процеси, що в ній відбуваються, і дати рекомендації щодо покращення її структури та продуктивності.

4.2. Опис програмного забезпечення для моделювання теплових процесів у приміщенні

Уданій роботі для моделювання було обрано програму Simulink, яка є додатком відомого пакета MATLAB. Власне, Simulink є самостійним продуктом компанії MathWorks, але його робота можлива лише за встановлення ядра MATLAB, функції якого Simulink використовує у своїй роботі.

Додаток Simulink являє собою інтерактивний інструмент для моделювання, імітації та аналізу динамічних систем, включаючи дискретні, неперервні, гібридні, нелінійні та розривні системи. Робота у програмі Simulink передбачає поєднання між собою блоків, що відповідають окремим елементам системи, у єдину систему та дослідження поведінки у часі як системи в цілому, так і окремих її складових елементів.

Розробка S-моделей базується на технології drag-and-drop («перетягни і залиш»). Модулі (блоки) для побудови S-моделі зберігаються у бібліотеці Simulink. Крім стандартних блоків програми, склад бібліотеки Simulink може доповнюватися користувачем за рахунок розроблення своїх власних блоків. Ці компоненти з бібліотеки можуть перетягуватися за допомогою миші в основне вікно програми та з'єднуватися один з одним необхідними зв'язками. До складу моделей можуть додаватися джерела сигналів різного виду, віртуальні реєструючі прилади, графічні засоби анімації тощо. Якщо двічі клацнути мишею на блоці моделі, то на екран виводиться вікно зі списком його параметрів, які може змінювати користувач. Блоки можуть бути пов'язані одні з одним як за інформацією, так і за управлінням. Вид зв'язку залежить від типу блока та логіки роботи моделі. Дані, якими обмінюються блоки, можуть бути скалярними величинами, векторами або матрицями довільної розмірності.

Запуск імітації реалізує математичне моделювання розробленої моделі з наочним візуальним представленням, наприклад, у вигляді графіків.

Будь-яка S-модель може мати ієрархічну структуру, тобто складатись з моделей більш низького рівня, причому кількість рівнів ієрархії практично не обмежена. Разом з іншими параметрами моделювання користувач може задавати спосіб зміни модельного часу (з постійним чи змінним кроком), а також умови завершення моделювання.

В ході моделювання надається можливість спостерігати за процесами, які відбуваються в системі. Для цього використовуються спеціальні «оглядові вікна», які входять до складу бібліотеки Simulink. Характеристики, що цікавлять користувача, можуть бути подані як у числовій, так і в графічній формах.

Застосування принципів структурного і модульного програмування дозволяє представляти різноманітні алгоритми у вигляді набору уніфікованих програмних модулів, що покращує наглядність програми,

полегшує її відлагодження, і, у підсумку, зменшує загальний обсяг програмного забезпечення, яке необхідно розробити. Суттєвою перевагою Simulink є те, що, на відміну від класичних способів моделювання, користувач не використовує мову програмування або чисельні методи математики, тобто немає необхідності мати глибокі знання у цих сферах. Достатньо мати загальні навички роботи за комп'ютером та знання тієї предметної області, у якій користувач проводить свої дослідження.

Моделювання за допомогою Simulink складається з такої послідовності дій:

1. Вибір або створення блоків моделі та розміщення їх у робочому вікні програми.
2. Створення зв'язків між блоками у моделі.
3. Встановлення початкових значень і параметрів окремих блоків.
4. Задання параметрів імітації.
5. Підбір способів виведення результатів моделювання.
6. Запуск моделі та отримання результату.
7. Аналіз отриманих результатів.
8. У разі отримання незадовільних результатів виконується зміна параметрів блоків або коригується структури моделі. Після цього процес повторюється, починаючи з етапу 5.

Можна відмітити, що у складі MATLAB є велика кількість інших додатків, оснований на методах графічного (візуального) програмування, які допускають можливість сумісної роботи з додатком Simulink.

4.3. Моделювання системи опалення

На рис. 4.1 наведена схема підключення елементів системи керування, розроблена у середовищі програми Simulink пакета MATLAB. Окремо, на рис. 4.2 представлена система термостату. Підсистема Термостат містить

блок Relay. Термостат дозволяє температурі коливатися у межах ± 5 °F - вище або нижче за встановлену кімнатну температуру. Якщо температура повітря опускається нижче 65 °F (~ 18 °C), термостат вмикає нагрівач.

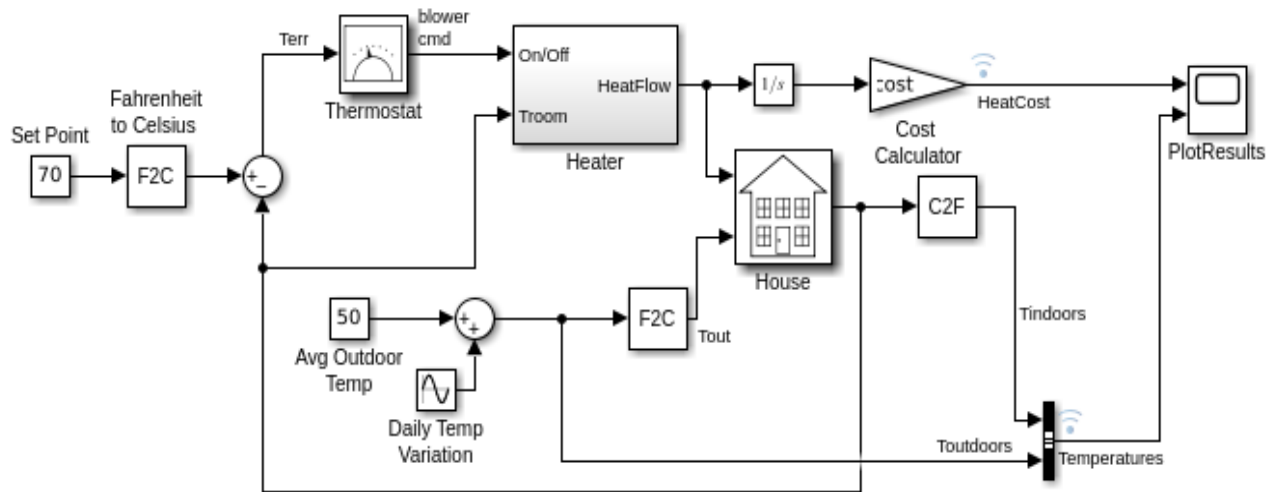


Рисунок 4.1 – Модель опалення будинку

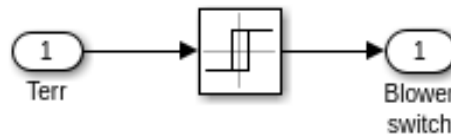


Рисунок 4.2 – Система термостату

Підсистема нагрівача (рис. 4.3) моделює постійний рівень повітряного потоку M_{dot} . Сигнал термостата вмикає або вимикає нагрівач. При увімкненому нагрівачі потік гарячого повітря у змінній T_{Heater} (50 °C = 122 °F за замовчуванням) при постійній швидкості потоку рідини M_{dot} (1 кг/с = 3600 кг/год за замовчуванням).

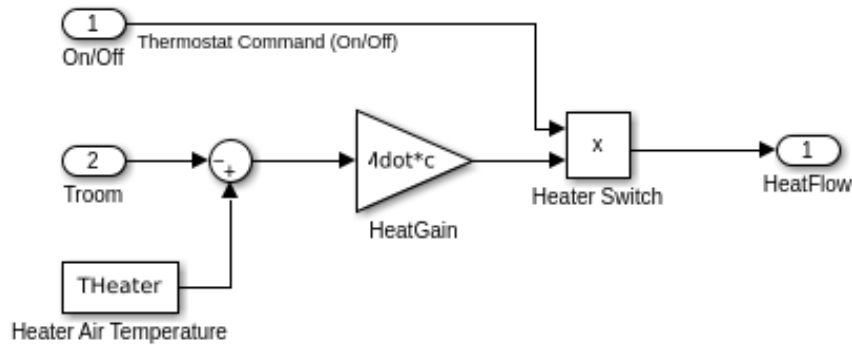


Рисунок 4.3 – Система нагрівача

Рівняння, що описує тепловий потік в кімнату, має вигляд:

$$\frac{dQ}{dt} = (T_{heater} - T_{room}) \cdot \dot{M} \cdot c$$

$\frac{dQ}{dt}$ – потік тепла від нагрівача в приміщення;

c – теплоємність повітря при постійному тиску;

\dot{M}_{dot} – масова витрата повітря через нагрівач (кг/г);

T_{heater} – температура нагрівача;

T_{room} – температура приміщення.

Отримання тепла від підлогового конвектору. Більшість систем центрального опалення базуються на використанні підігрітої води, яка подається з котла центрального опалення до кожної кімнати будинку, де вона передає тепло в повітря через радіатор або деякі інші випромінювальні прилади опалення. Кількість теплоти, що виділяється від радіатора, може бути розглянута як регульований параметр в системі терморегулювання:

$$Q_i^u = Q_i^{un} \left(\frac{T_i^{uin} - T_i^{uout}}{T_c \ln \frac{T_i^{uin} - T_i}{T_i^{uout} - T_i}} \right)^n,$$

де, Q_i^u – тепло що виділяється, Q_i^{un} – номінальна теплова емісія, T_i^{uin} – фактична температура води на вході в конвектор, T_i^{uout} – фактична

температура води на виході з конвектору, $T_c = 49,833$ постійна різниця температури, n – константа що описує тип конвектора.

Будинок оснащений системою центрального опалення, і кожна кімната має власний радіатор. На кожному радіаторі встановлений блок термостата, і всі радіатори в будинку працюють незалежно. Це дуже типова схема управління для більшості будівель. Термостат керує потоком гарячої води центрального опалення у радіатор. У симуляційних експериментах передбачається, що термостат реалізує алгоритм управління ПД, тобто

$$u_i(t) = K \left(e_i(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e_i(\tau) d\tau + T_d \frac{de_i(t)}{dt} \right), \quad e_i(t) = T_i^{set} - T_i(t),$$

де, $K = 50$ – пропорційний коефіцієнт підсилення, T_i – інтегральний час, $T_i^{set} = 21^\circ\text{C}$, $i=1,2\dots5$ заданні бажані температури. Наступні обмеження накладені конструкцією конвектору дійсні при $t > 0$.

На рисунках 4.4 – 4.7 наведено залежності температури у приміщенні та потужності конвектору для різних кімнат житлового приміщення протягом доби.

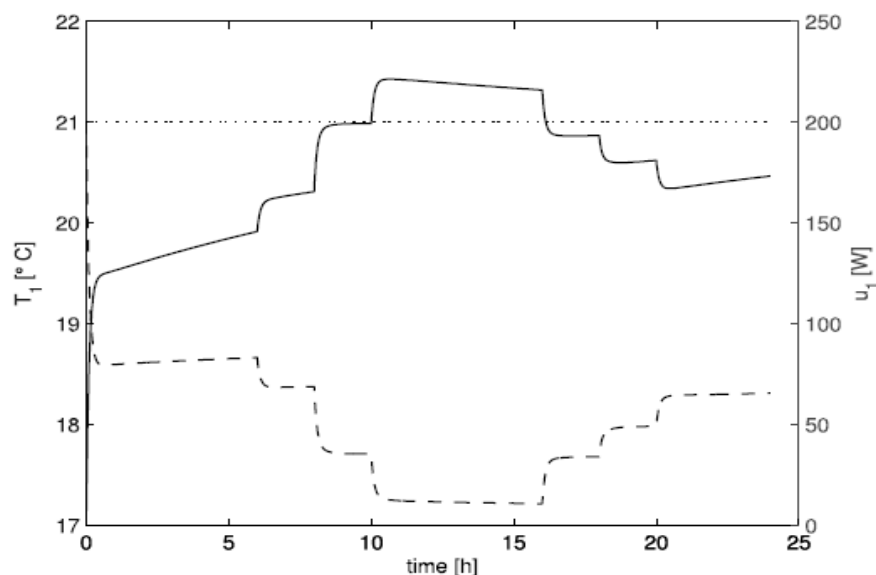


Рисунок 4.4 – Температура T_1 в спальні (суцільна лінія) та потужність конвектору (штрихова лінія), що застосовує термостат, запрограмований на підтримку температури в приміщенні на встановленому рівні (лінія з точок)

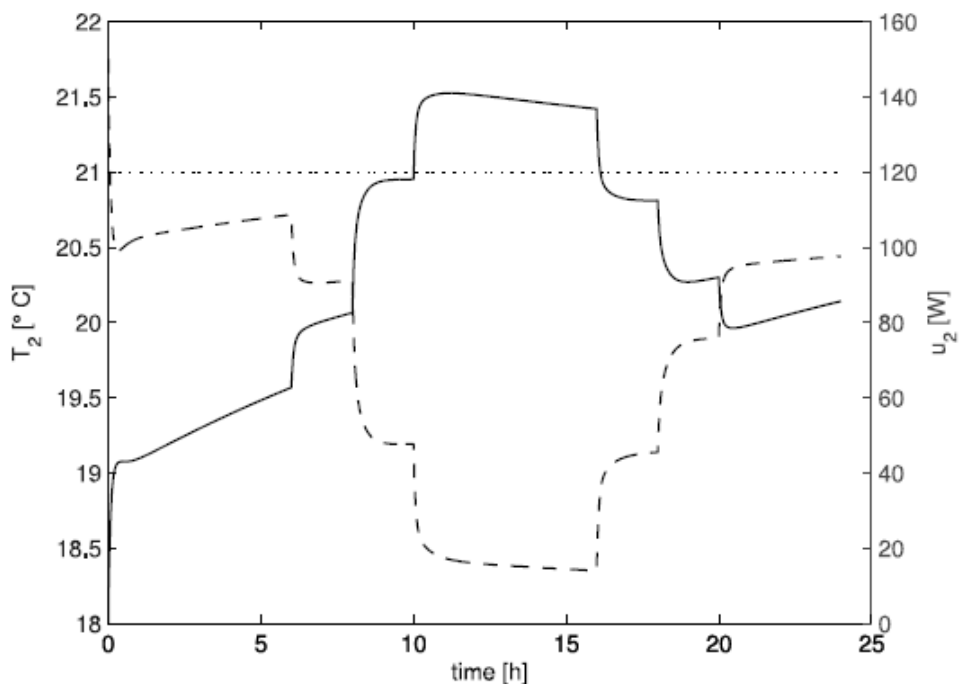


Рисунок 4.5 – Температура T_2 в ванній (суцільна лінія) та потужність конвектору (штрихова лінія), що застосовує термостат, запрограмований на підтримку температури в приміщенні на встановленому рівні (лінія з точок)

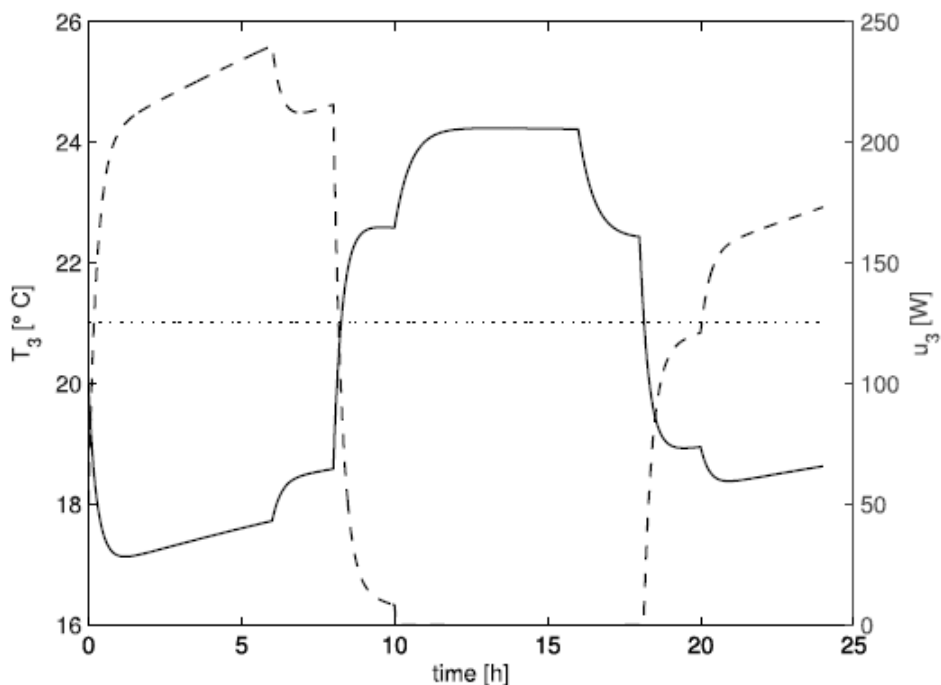


Рисунок 4.6 – Температура T_3 у вітальні (суцільна лінія) та потужність конвектору (штрихова лінія), що застосовує термостат, запрограмований на підтримку температури в приміщенні на встановленому рівні (лінія з точок)

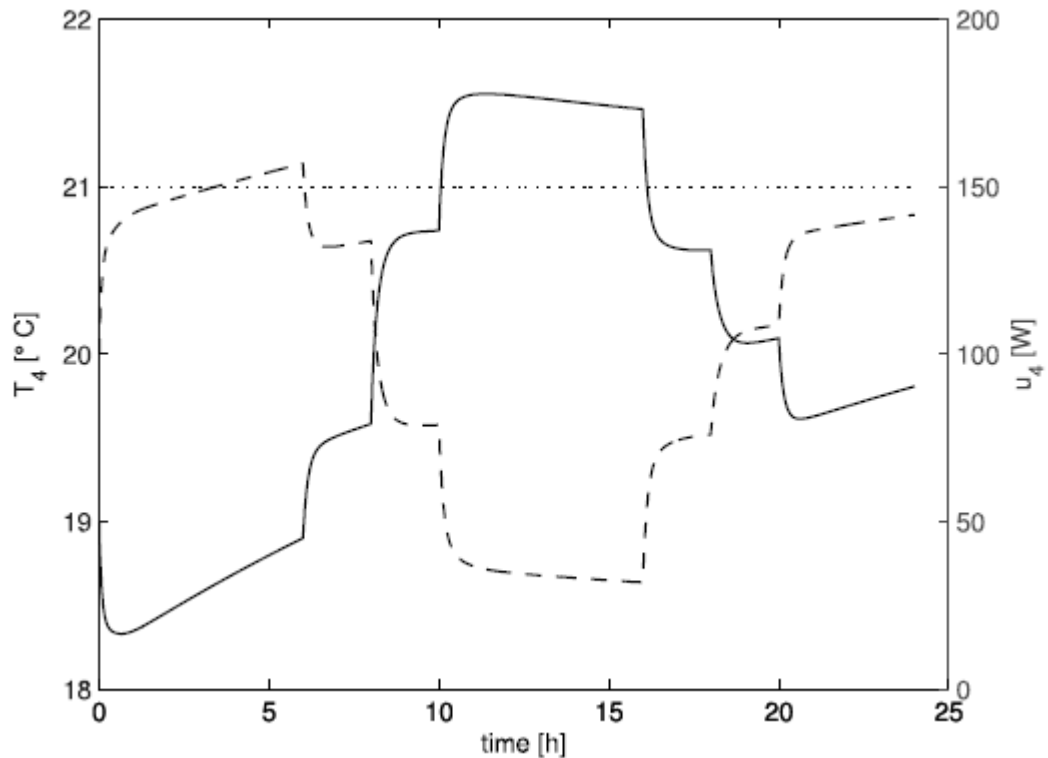


Рисунок 4.7 – Температура T_4 в кухні (суцільна лінія) та потужність конвектору (штрихова лінія), що застосовує термостат, запрограмований на підтримку температури в приміщенні на встановленому рівні (лінія з точок)

Модель опалення будинку, зображена на рис. 4.1, дозволяє розрахувати витрати на опалення. Запустивши симуляцію, можна візуалізувати результати за допомогою осцилографу PlotResults. Осцилограф будує вартість тепла у залежності від зовнішньої температури. Температура зовні приміщення варіюється синусоїдально. У закритому приміщенні температура коливається у допустимих межах ± 5 °C. Вісь часу налаштована на години. Отримана залежність представлена на рис. 4.8.

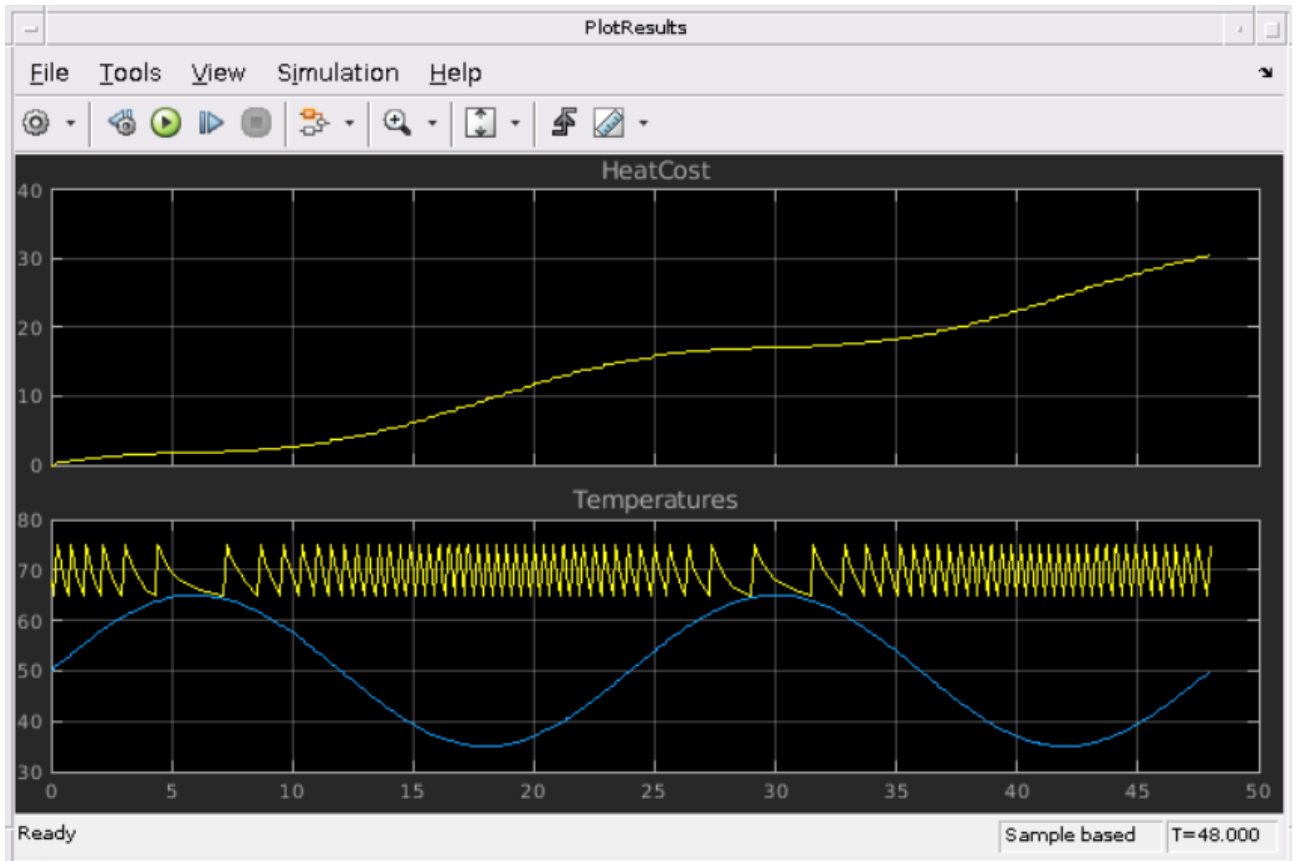


Рисунок 4.8 – Діаграма вартості тепла

Щоб симулювати середовище, модель використовує тепловідвід з нескінченною теплоємністю і час зміни температури, T_{out} . Постійний блок Avg Outdoor Temp задає середню температуру повітря зовні приміщення. Блок The Daily Temp Variation Sine Wave щодня генерує зовнішні температурні коливання. Можна варіювати ці параметри і бачити, як вони впливають на витрати для нагріву.

4.4. Опис середовища для програмування «розумного будинку»

XML – скорочення від eXtensible Markup Language, перекладається як «Розширювана мова розмітки». Сенс XML у тому, щоб побудувати всередині документа логічну структуру – щоб було видно, що саме чому належить і як пов'язано між собою, в якому форматі представлені дані.

За допомогою XML можна:

- записати оргструктуру компанії чи будь-яку іншу ієрархію – «цей підпорядковується тому»;
- розмітити текст за змістом – «тут важливе, це пояснює те» і т.д.;
- зберігати типові дані (налаштування якоїсь програми, або скрипти);
- розмітити веб-сторінку за змістом та віддати цю розмітку алгоритму, який сам намалює дизайн;
- розмітити текст подальшого машинного навчання;
- зберігати результати роботи програм, які працюють із текстом – наприклад, зберігати документи з усім оформленням у форматі XML.

Зовні XML дуже схожий на HTML – у ньому записи також виконуються у кутових дужках, є теги, що закривають, і параметри: аналоги класів і стилів. Але, на відміну від HTML, тут немає обов'язкових тегів чи взагалі якихось обов'язкових елементів.

Процес обробки XML-документа полягає в наступному. Його текст аналізується спеціальною програмою, яка називається XML-процесором. XML-процесор нічого не знає про семантику даних у документі, він тільки виробляє синтаксичний розбір (parsing) тексту документа і перевіряє його правильність з точки зору правил XML. Якщо документ правильно оформлений (well-formed), то результати розбору тексту передаються XML-процесором прикладній програмі, яка виконує їх змістовну обробку, якщо ж документ оформлений невірно, тобто містить синтаксичні помилки, то XML-процесор повинен повідомити про них користувачеві.

4.5. Програмування команд на виконання та зв'язок датчиків з виконавчими механізмами

На рис. 4.9 наведені слайди програмування системи «розумного будинку». Програмування виконано в редакторі XML.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <smart-house crc32="0x2578A66A" id="39" srv-ver="2">
3   <area name="Главное меню">
4     <item addr="417:98" cfgid="99" hw="out='LLLLLV-LLLLLLLL'" logic-ver="19" name="Температура" sn="1424482625" system="yes" type="temperature-sensor"/>
5     <item addr="368:21" cfgid="50" name="ИК приемник" type="in-receiver"/>
6     <item addr="368:98" cfgid="50" name="Температура" sn="366827572" system="yes" type="temperature-sensor"/>
7     <item addr="362:11" cfgid="120" name="IR transmitter" type="in-transmitter"/>
8     <item addr="362:98" cfgid="120" logic-ver="19" name="Температура" sn="1966495528" system="yes" type="temperature-sensor"/>
9     <item addr="273:12" cfgid="123" name="Выключатель 1" type="switch"/>
10    <item addr="273:13" cfgid="123" name="Выключатель 2" type="switch"/>
11    <item addr="273:14" cfgid="123" name="Выключатель 3" type="switch"/>
12    <item addr="273:15" cfgid="123" name="Выключатель 4" type="switch"/>
13    <item addr="273:16" cfgid="123" name="Выключатель 5" type="switch"/>
14    <item addr="273:17" cfgid="123" name="Выключатель 6" type="switch"/>
15    <item addr="273:18" cfgid="123" name="Выключатель 7" type="switch"/>
16    <item addr="273:19" cfgid="123" name="Выключатель 8" type="switch"/>
17    <item addr="273:20" cfgid="123" name="Выключатель 9" type="switch"/>
18    <item addr="273:21" cfgid="123" name="Выключатель 10" type="switch"/>
19    <item addr="273:22" cfgid="123" name="Выключатель 11" type="switch"/>
20    <item addr="273:23" cfgid="123" name="Выключатель 12" type="switch"/>
21    <item addr="273:24" cfgid="123" name="Выключатель 13" type="switch"/>
22    <item addr="273:25" cfgid="123" name="Выключатель 14" type="switch"/>
23    <item addr="273:98" cfgid="123" hw="in='GBBBBBBBBBBBBB'" logic-ver="19" name="Температура" sn="914985859" system="yes" type="temperature-sensor"/>
24    <item addr="411:98" cfgid="44" hw="leak='LLN-' in='KKKK' out='V-V-' logic-ver="19" name="Температура" sn="2697517632" system="yes" type="temperature-sensor"/>
25    <item addr="358:11" cfgid="120" name="IR transmitter" type="in-transmitter"/>
26    <item addr="358:98" cfgid="120" logic-ver="19" name="Температура" sn="2744416796" system="yes" type="temperature-sensor"/>
27    <item addr="481:12" cfgid="123" name="Выключатель 1" type="switch"/>
28    <item addr="481:13" cfgid="123" name="Выключатель 2" type="switch"/>
29    <item addr="481:14" cfgid="123" name="Выключатель 3" type="switch"/>
30    <item addr="481:15" cfgid="123" name="Выключатель 4" type="switch"/>
31    <item addr="481:16" cfgid="123" name="Выключатель 5" type="switch"/>
32    <item addr="481:17" cfgid="123" name="Выключатель 6" type="switch"/>

```

Рисунок 4.9 (перший слайд)

```

32    <item addr="481:17" cfgid="123" name="Выключатель 6" type="switch"/>
33    <item addr="481:18" cfgid="123" name="Выключатель 7" type="switch"/>
34    <item addr="481:19" cfgid="123" name="Выключатель 8" type="switch"/>
35    <item addr="481:20" cfgid="123" name="Выключатель 9" type="switch"/>
36    <item addr="481:21" cfgid="123" name="Выключатель 10" type="switch"/>
37    <item addr="481:22" cfgid="123" name="Выключатель 11" type="switch"/>
38    <item addr="481:23" cfgid="123" name="Выключатель 12" type="switch"/>
39    <item addr="481:24" cfgid="123" name="Выключатель 13" type="switch"/>
40    <item addr="481:25" cfgid="123" name="Выключатель 14" type="switch"/>
41    <item addr="481:98" cfgid="123" hw="in='GBBBBBBBBBBBBB'" logic-ver="19" name="Температура" sn="723907090" system="yes" type="temperature-sensor"/>
42    <item addr="393:11" cfgid="120" name="IR transmitter" type="in-transmitter"/>
43    <item addr="393:98" cfgid="120" logic-ver="19" name="Температура" sn="2589822471" system="yes" type="temperature-sensor"/>
44    <item addr="394:98" cfgid="99" logic-ver="19" name="Температура" sn="3470834483" system="yes" type="temperature-sensor"/>
45    <item addr="448:12" cfgid="123" name="Выключатель 1" type="switch"/>
46    <item addr="448:13" cfgid="123" name="Выключатель 2" type="switch"/>
47    <item addr="448:14" cfgid="123" name="Выключатель 3" type="switch"/>
48    <item addr="448:15" cfgid="123" name="Выключатель 4" type="switch"/>
49    <item addr="448:16" cfgid="123" name="Выключатель 5" type="switch"/>
50    <item addr="448:17" cfgid="123" name="Выключатель 6" type="switch"/>
51    <item addr="448:18" cfgid="123" name="Выключатель 7" type="switch"/>
52    <item addr="448:19" cfgid="123" name="Выключатель 8" type="switch"/>
53    <item addr="448:20" cfgid="123" name="Выключатель 9" type="switch"/>
54    <item addr="448:21" cfgid="123" name="Выключатель 10" type="switch"/>
55    <item addr="448:22" cfgid="123" name="Выключатель 11" type="switch"/>
56    <item addr="448:23" cfgid="123" name="Выключатель 12" type="switch"/>
57    <item addr="448:24" cfgid="123" name="Выключатель 13" type="switch"/>
58    <item addr="448:25" cfgid="123" name="Выключатель 14" type="switch"/>
59    <item addr="448:98" cfgid="123" hw="in='GBBBBBBBBBBBBB'" logic-ver="19" name="Температура" sn="2109913861" system="yes" type="temperature-sensor"/>
60    <item addr="390:97" cfgid="43" name="Температура" system="yes" type="temperature-sensor"/>
61    <item addr="390:98" cfgid="43" logic-ver="17" name="Температура" sn="2227676451" system="yes" type="temperature-sensor"/>
62    <item addr="261:1" cfgid="46" name="Blinds" type="blinds">
63      <linked addr="448:25" click="3" dbl-click="2"/>
64    </item>

```

Рисунок 4.9 (другий слайд)

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying "192.168.12.6/#general_structure". The page title is "Редактор логики xml". The interface includes a toolbar with icons for save, refresh, help, and a dropdown menu. A "Solarized Dark" theme selector is visible in the top right. The main content area displays XML code for configuring various sensors and actuators, such as blinds, current sensors, temperature sensors, and virtual sensors for weather and lighting.

```

64 </item>
65 <item addr="261:3" cfgid="46" name="Blinds" type="blinds"/>
66 <item addr="261:5" cfgid="46" name="Blinds" type="blinds"/>
67 <item addr="261:90" cfgid="46" name="Tok" system="yes" type="current-sensor"/>
68 <item addr="261:91" cfgid="46" name="Tok" system="yes" type="current-sensor"/>
69 <item addr="261:92" cfgid="46" name="Tok" system="yes" type="current-sensor"/>
70 <item addr="261:98" cfgid="46" logic-ver="19" name="Температура" sn="2538267873" system="yes" type="temperature-sensor"/>
71 <item addr="341:1" cfgid="46" name="Blinds" type="blinds"/>
72 <item addr="341:3" cfgid="46" name="Blinds" type="blinds"/>
73 <item addr="341:5" cfgid="46" name="Blinds" type="blinds"/>
74 <item addr="341:90" cfgid="46" name="Tok" system="yes" type="current-sensor"/>
75 <item addr="341:91" cfgid="46" name="Tok" system="yes" type="current-sensor"/>
76 <item addr="341:92" cfgid="46" name="Tok" system="yes" type="current-sensor"/>
77 <item addr="341:98" cfgid="46" logic-ver="19" name="Температура" sn="713674136" system="yes" type="temperature-sensor"/>
78 <item addr="999:1" name="Освещение" plugin="shsp-outside" type="illumination-sensor"/>
79 <item addr="999:2" name="Влажность" plugin="shsp-outside" type="humidity-sensor"/>
80 <item addr="999:3" name="Температура" plugin="shsp-outside" type="temperature-sensor"/>
81 <item addr="999:4" length="0" name="Pressure" plugin="shsp-outside" sub-type="text" system="yes" type="virtual"/>
82 <item addr="999:5" length="0" name="Outside" plugin="shsp-outside" sub-type="text" system="yes" type="virtual"/>
83 <item addr="999:6" length="0" name="Weather condition" plugin="shsp-outside" sub-type="long-text" system="yes" type="virtual"/>
84 <item addr="999:7" length="0" name="Weather forecast" plugin="shsp-outside" sub-type="long-text" system="yes" type="virtual"/>
85 <item addr="999:8" length="0" name="Code" plugin="shsp-outside" sub-type="text" system="yes" type="virtual"/>
86 <item addr="999:9" length="30" name="weather" plugin="shsp-outside" type="virtual"/>
87 <item addr="999:10" length="4" name="sunset&sunrise" plugin="shsp-outside" sub-type="sunrise" type="virtual"/>
88 <item addr="2048:247" image="plan.png" prop="1.35593" sub-type="plan" type="virtual">
89 <item addr="11:200" image="lamp2" name="Лампа" type="script"/>
90 <dev-polygon addr="394:9" rotate="0" scale="1.61774" type="lamp" x="0.523" y="0.183"/>
91 <dev-polygon addr="394:12" rotate="0" scale="1.76713" type="lamp" x="0.329" y="0.101"/>
92 <dev-polygon addr="394:8" image="devs/lamp.png" scale="1.59284" type="lamp" x="0.520" y="0.464"/>
93 <dev-polygon addr="394:11" image="devs/lamp2.png" type="lamp" x="0.791" y="0.115"/>
94 <dev-polygon addr="390:6" type="valve-heating" x="0.645" y="0.080"/>
95 <dev-polygon addr="394:18" image="devs/lamp2.png" type="lamp" x="0.325" y="0.212"/>
96 <dev-polygon addr="390:7" type="valve-heating" x="0.133" y="0.313"/>

```

Рисунок 4.9 (третій слайд) – Програмування датчиків та виконавчих механізмів

Окрім коду можна використовувати сценарій у формі блоків (рис. 4.10).

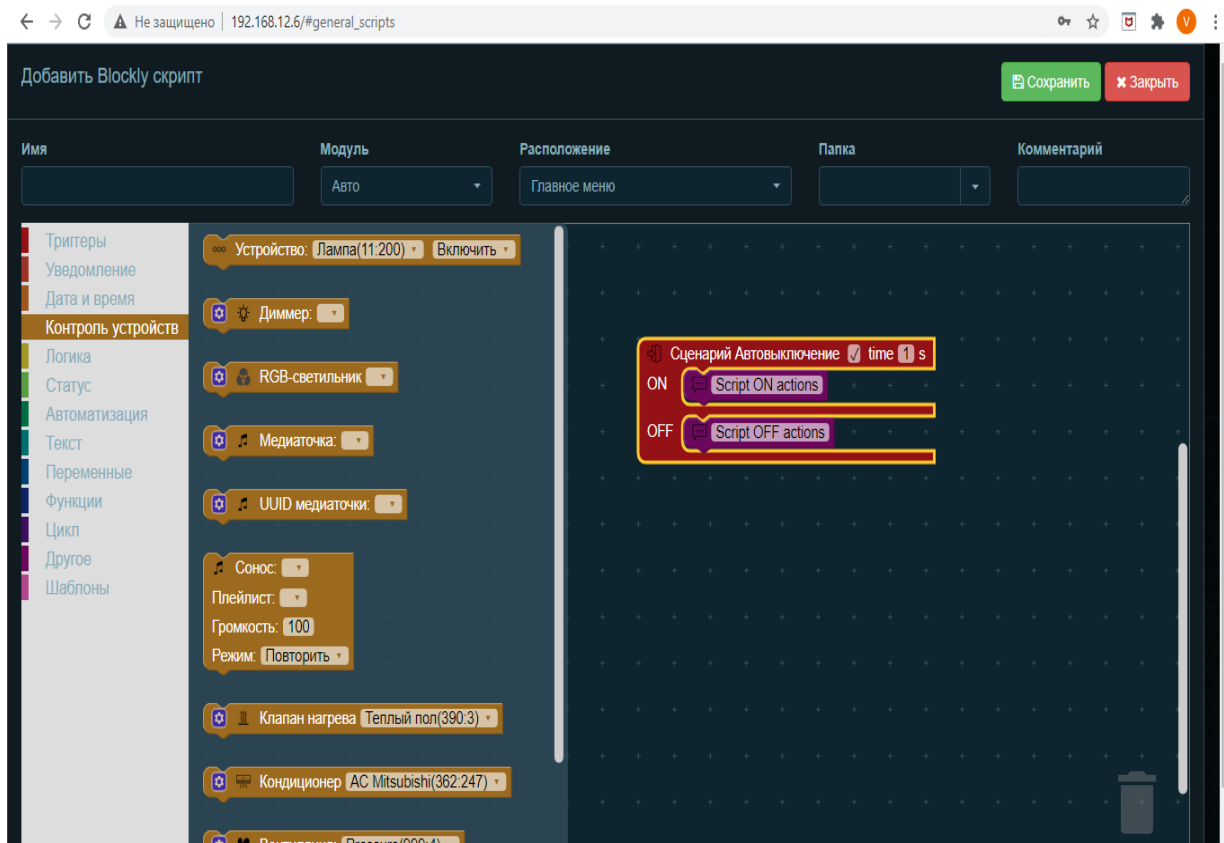


Рисунок 4.10 – Приклад сценарію

Цей сценарій підв'язується до дзвінкової кнопки (канал модулів сухих контактів).

Рис. 4.11 демонструє приклад вмикання усього освітлення з однієї кнопки.

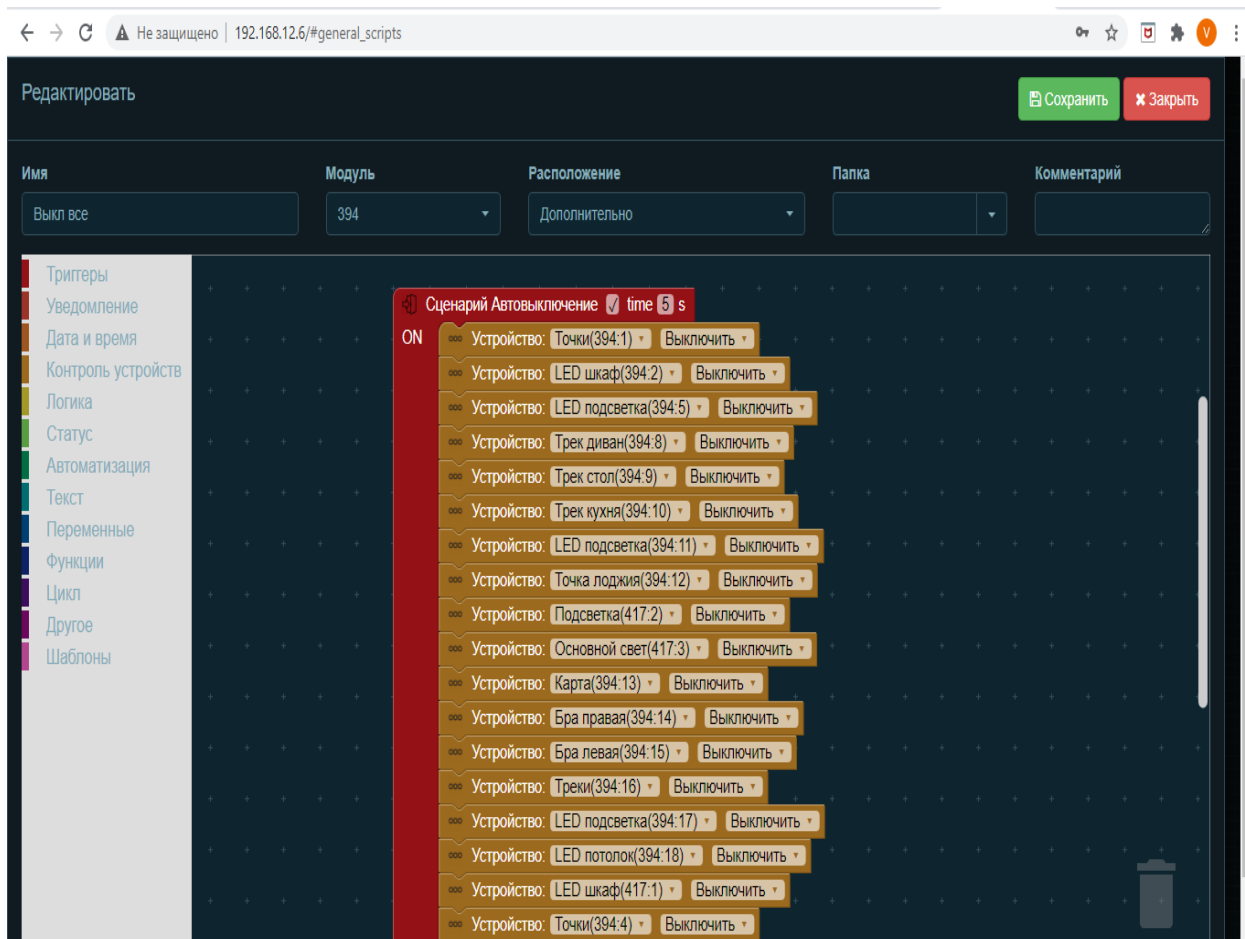


Рисунок 4.11 – Приклад вмикання усього освітлення з однієї кнопки

Сценарій – це автоматичне правило для розумного будинку. Наприклад, коли датчики зафіксують виконання умови, розумний будинок автоматично виконає дію – увімкне світло при виявленні руху в коридорі. Або коли власник натисне певну кнопку, розумний будинок автоматично змусить всі пристрої працювати разом: опустить все моторизовані штори в будинку, вимкне світло і увімкне сигналізацію, коли всі мешканці будинку залишать будинок.

Сценарії після натискання покликані змусити кілька пристроїв працювати одночасно. Наприклад, якщо йдучи з дому, господар витрачає чимало часу на вимикання світла у всіх приміщеннях, відключення телевізора, плити і праски, перевірку кранів на кухні та у ванній, то існує

можливість створити сценарій «Йду з дому» і усі ці дії «розумний будинок» виконуватиме самостійно при натисканні у додатку відповідної кнопки.

Сценарії про подію – це найцікавіший вид сценаріїв. З їх допомогою можна навчити «розумний будинок» діяти автоматично у відповідності до вказаної умови. Наприклад, перекрити воду в будинку, якщо є витік води, або включити обігрівач, якщо в приміщенні температура опустилася нижче 18 градусів.

Сценарії за розкладом звичні і зручні. Такі сценарії дозволяють не переживати, що у на дачній ділянці засохнуть рослини, або що хтось несанкціоновано проникне у будинок без відома господарів. «Розумний будинок» буде пам'ятати про полив рослин та увімкнення сигналізації, і виконає все точно за призначеним розкладом.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Вибрано та описано ефективний практичний спосіб моделювання теплообміну в будівлі, який може бути застосований як для квартири, так і для будинку. Розроблена математична модель представлена диференціальними рівняннями першого порядку. Параметри моделі визначаються з геометрії будівлі та теплових властивостей будівельних матеріалів. Дана модель може використовуватися для проектування алгоритмів регулювання температури, а також для розрахунку загального споживання енергії. Можливості отриманої моделі:

- задає геометрію будинку (розмір, кількість вікон);
- задає теплові властивості матеріалів будинку;
- обчислює тепловий опір будинку;
- задає початкову кімнатну температуру (20 °C);

- забезпечує характеристики нагрівача (температура гарячого повітря, швидкість потоку);
- задає вартість електрики.

2. Виконано програмування системи опалення та освітлення «розумного будинку» з використанням простого та загальнодоступного редактора XML.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що першочерговим завданням на сьогоднішній день є економія енергоресурсів. У побуті збереження ресурсів та коштів в основному може бути досягнуто за рахунок скорочення витрат на електроенергію та водопостачання. Проте при цьому важливим залишається питання забезпечення комфортних умов у приміщенні. Завдяки концепції «розумного будинку» можна отримати суттєве зменшення витрат за рахунок використання лише того, що необхідно мешканцю у певний час.

2. Основні функції «розумного будинку» включають управління такими системами: інфраструктурою життєзабезпечення; системами безпеки; побутовою технікою; системою обслуговування.

3. Ринок технологій розумного будинку швидко змінюється. Незмінними залишаються вимоги до цифрової безпеки, стабільності мережі, здатності пристроїв протистояти радіоперешкодам, простоті підключення, а також взаємної сумісності продуктів одного і того ж стандарту зв'язку. Вибираючи основу для розумного будинку, потрібно ретельно зважувати всі ці фактори.

4. У результаті досліджень було вибрано обладнання для керування освітленням зі змінною та сталою яскравістю у різних кімнатах, розраховано кількість джерел освітлення.

5. У ході розрахунків було визначено кількість теплових надходжень у приміщення, що являє собою двокімнатну квартиру у багатоповерховому будинку загальною площею 58 м². З метою рівномірного підтримання мікроклімату в приміщенні було рекомендоване встановлення трьох кондиціонерів.

6. Для підтримання комфортної температури на даному об'єкті запропоновано система клімат-контролю, побудована за допомогою: кондиціонерів Mitsubishi Electric MSZ-HR50VF/MUZ-HR50VF, підлогових

конвекторів MiniB COIL-T 60.243.900 та нагрівальних матів DEVIcomfort 150T (DTIR-150).

7. Розроблено функціональну схему автоматизації об'єкту та розглянуто обладнання, на якому ґрунтується система. Обрано дротовий варіант керування, який являється в даний час найбільш стабільним та забезпечує від проникнення в систему будинку і хвильового блокування шахраями.

8. Обрано обладнання для керування виконавчими механізмами та місце їх розташування.

9. Вибрано та описано ефективний практичний спосіб моделювання теплообміну в будівлі, який може бути застосований як для квартири, так і для будинку. Розроблена математична модель представлена диференціальними рівняннями першого порядку. Параметри моделі визначаються з геометрії будівлі та теплових властивостей будівельних матеріалів. Дана модель може бути використана для проектування алгоритмів регулювання температури, а також для розрахунку загального споживання енергії. Можливості отриманої моделі:

- дозволяє задавати геометрію будинку (розмір, кількість вікон);
- задає теплові властивості матеріалів будинку;
- обчислює тепловий опір будинку;
- задає початкову кімнатну температуру (20 °C);
- забезпечує характеристики нагрівача (температура гарячого повітря, швидкість потоку);
- задає вартість електрики.

10. Розроблено програму керування параметрами системи опалення та освітлення «розумного будинку» з використанням контролера компанії Control4 у середовищі простого та загальнодоступного редактора XML.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. An Overview of Home Automation Systems [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/>.
2. Becker J., Kugeler M., and Rosemann M. Process Management: A Guide for the Design of Business Processes. Springer, 2003.
3. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Електронний ресурс] / Dickson. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-being-forced-into-botnet-slavery/>.
4. Gardiner Tom. Automated Benchmarking of Description Logic Reasoners / Gardiner Tom, Ian Horrocks, Dmitry Tsarkov. - Description Logics Workshop 2006. – 8 с.
5. Granzer W. P. Security in Building Automation Systems / Wolfgang Praus Granzer. Munich: Apress, 2018. – 578 с.
6. Hähnle, R. Tableaux and Related Methods. Handbook of Automated Reasoning / Hähnle, R. – Volume I. Elsevier science, 2001. – 277 с.
7. Hayes-Roth F. - Building Expert Systems / Hayes-Roth F., Waterman D., Lenat D.- Addison-Wesley, 1983. – 254 с.
8. Kaczor K. Overview of Expert System Shells / Kaczor K., Szymon B., Grzegorz J. - Krakow, Poland: Institute of Automatics: AGH University of Science and Technology, Poland, 5 December 2010. – 334 с
9. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring: Managing Emergencies in Smart Buildings. Service Orientation in Holonic and MultiAgent Manufacturing and Robotics. / Patrascu., 2014. – 544 с.
10. Power Load Event Detection and Classification Based on Edge Symbol Analysis and Support Vector Machine [Електронний ресурс]. – 2014. –

- Режим доступа до ресурсу:
<https://www.hindawi.com/journals/acisc/2012/742461/>.
11. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems, 1-14, 2002.
 12. Wooldridge M. and Jennings N.R. Intelligent Agents: Theory and Practice. The Knowledge Engineering Review, 10(2):115–152, 1995.
 13. Антипов С. Т. Машины и аппараты умных домов / С. Т. Антипов– М.: Высшая школа, 2001. – 680 с.
 14. Беляков С. Управление ветрогенератором [Электронный ресурс]. – 2020 – Режим доступа до ресурсу:
https://aip.com.ru/article/wind_generator_management.
 15. Богданов, С.В. Умный дом / С.В. Богданов. – Санкт-Петербург: Наука и техника 2005. – 208с.
 16. Вентиляция – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL:<http://www.ates.spb.ru/ventilation.html>.
 17. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы/ Д.В. Гаскаров. – Москва: Высшая школа, 2003. – 432с. - ISBN 5-06-004611-7.
 18. Из чего собрать умный дом в 2020 году: от хаба и до лампочки [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу:
<https://habr.com/ru/company/mvideo/blog/499706/>
 19. Искусственный интеллект — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/23528.
 20. Концепция системы «Умный Дом» — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ascentis.ru/smart/smtheory/39-smtheorycon>.
 21. Котунова, Д. Г. Огляд DIY елементів для систем «Smart Home» / Д. Г. Котунова, О. М. Павловський // XIII Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 13-14 травня 2020 р., м. Київ, Україна : збірник праць конференції. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 35–38.

22. Лучшие системы «Умный дом» в 2021 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <https://yanashla.com/luchshie-sistemy-umnyj-dom/#i-3>
23. Моніт Я.В. Система «Розумний будинок» з відкритим програмним забезпеченням/ Я.В.Моніт // XIX науково-технічна конференція студентів та молодих учених «Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки», 15-16 лютого 2016 р. – К.: «Політехніка», 2016. – С. 43-44.
24. Нечеткая логика — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нечёткая_логика.
25. Обзор контроллеров (аппаратной платформы) Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: https://supereyes.ru/articles/other/obzor_kontrollerov_apparatnoy_platformy_arduino/
26. Овчинников Н.А., Мисюрина К.В., Рудникова М.Н., Максимова Е.А. Формализованная модель информационной безопасности системы «Умный дом» // Апробация № 1. Ежемесячный научно-практический журнал – Махачкала: НИЦ «Апробация», 2016. – № 1 (40). – С.49-51. 67.
27. Розумне освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://milight.com.ua/ua/umnое-osveshchenie/>.
28. Светотехнические величины: световой поток, сила света, освещенность, светимость, яркость – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://electricalschool.info/main/lighting/1154-svetotekhnicheskievelichinysvetovojj.html>.
29. Серіков Я.О., Пархоменко О.М. Виробничий травматизм та професійні захворювання на вітроелектричній станції / Зб.тез «Охорона праці та соціальний захист працівників». – К.; 2008.

30. Система домашней автоматизации – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://pro-smarthome.ru/multiroom>.
31. Сопер М.Э. Практические советы и решения по созданию «Умного дома». – М.: НТ Пресс, 2007. – 432с.
32. Тесля Е.А. «Умный дом своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. – Санкт Петербург.: НТ Пресс, 2008. – 224 с.
33. Технологія розумного будинку: як AI створює простір, комфортний для життя [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.everest.ua/tehnologiya-rozumnogo-budynku-yak-ai-stvoryuye-prostirkomfortnyj-dlya-zhyttya/>
34. Умное здание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lock.3dn.ru/index/0-7/>.
Умный дом [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pandia.ru>.
35. Умный дом [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/>.
Умный Дом своими руками [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.500001.ru>.
36. Умный дом. [Электронне джерело]. Режим доступу: http://www.directinfo.net/index.php?option=com_content&view=article&id=139%3A2010-07-06-13-57-09&catid=1%3A2008-11-27-09-05-45&Itemid=84&lang=ru
37. Умный дом. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lock.3dn.ru/index/vlagotermostat/0-66/>.
38. Умный дом. Компоненты защиты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://algorithm.org>.
39. Харке, В. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилом помещении / В. Харке. – Москва: Техносфера, 2006. – 288с.

- 40.Что такое XML [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://thecode.media/chto-takoe-xml/>.
- 41.Що таке розумний будинок? Все що потрібно знати про систему Розумний Дім [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:
<https://bron.ua/article/schotake-rozumnij-budinok-vse-scho-potrбно-znati-pro-sistemu-rozumnij-dm/5/> 66.