

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ

Електричної інженерії та кіберфізичних систем  
(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота**

перший (бакалаврський) рівень  
(рівень вищої освіти)

на тему: «Підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі за рахунок автоматизації інженерних систем»

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1419  
спеціальності 141 Електроенергетика  
електротехніка та електромеханіка  
(код і назва спеціальності)

освітньої програми Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка  
(код і назва освітньої програми)

Студент Д.С.Недава  
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н А.А.Єрофєєва  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент зав.каф., д.т.н, В.Л. Коваленко  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя

2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні  
Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) \_\_\_\_\_  
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)  
Освітня програма Електроенергетика електротехніка електромеханіка  
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., доц. \_\_\_\_\_ В.Л. Коваленко  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

\_\_\_\_\_ Недаві Дмитру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі за рахунок автоматизації інженерних систем  
керівник роботи \_\_\_\_\_ Єрофєєва Аліна Анатоліївна, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом ЗНУ від « 29 » грудня 2022 року № 1893 - с
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ 09 червня 2023 \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи бакалавра: схема електричної частини електрокотла; схема підключення розумних речей; схема роботи котла у приватному будинку; тариф на електричну енергію для населення 2,64 грн. (з ПДВ) за 1 кВт·год.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз шляхів підвищення енергоефективності будинку; аналіз технічних рішень автоматизації інженерних систем; оцінка ефективності системи автоматизації інженерних систем.
5. Перелік графічного матеріалу: 1) План будівлі. 2) План розташування розумних речей. 3) Схема підключення термостату до котла. 4) Електрична схема котла. 5) Термостати. 6) Реле для контролю освітлення. 7) Датчики руху. 8) Розумний лічильник. 9) Хаб розумного будинку.

## 6. Консультанти розділів бакалаврської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Перший розділ	Єрофєєва А.А., к.т.н. доцент		
Другий розділ	Єрофєєва А.А., к.т.н. доцент		
Третій розділ	Єрофєєва А.А., к.т.н. доцент		

7. Дата видачі завдання 01.03.2023

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз енергоефективності приватної будівлі	24.04.2023	виконав
2	Запропоновані технічні рішення автоматизації інженерних систем	15.05.2023	виконав
3	Розрахунки та оцінка ефективності системи автоматизації	09.06.2023	виконав

Студент \_\_\_\_\_ Д.С. Недава  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ А.А. Єрофєєва  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ С.В. Башлій  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

## РЕФЕРАТ

Недава Д.С. «Підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі за рахунок автоматизації інженерних систем».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, науковий керівник к.т.н., доцент Єрофєєва А.А., Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем, 2023.

Пояснювальна записка містить містить 71 сторінку; 20 рисунків; 8 таблиць; 25 джерел посилань.

Основна мета полягає у зниженні витрат електроенергії шляхом оптимізації роботи інженерних систем будівлі. Це досягається завдяки впровадженню автоматичного керування та контролю за різними системами, такими як опалення, кондиціонування повітря, освітлення тощо.

Дослідження передбачає збір та аналіз даних щодо енергетичного споживання будівлі, оцінку поточного рівня ефективності та виявлення потенційних областей для вдосконалення. На основі цих даних розробляється система автоматизації, яка впроваджується в будівлю з метою оптимізації режимів роботи систем та забезпечення енергоефективного використання електроенергії.

Ця робота має велике значення з практичної та економічної точок зору. Впровадження системи автоматизації дозволить знизити споживання електроенергії, що призведе до економії коштів для власників будівлі. Крім того, це сприятиме зниженню негативного впливу будівлі на навколишнє середовище шляхом зменшення викидів вуглецю та інших шкідливих речовин.

Ключові слова: енергоефективність, електроспоживання, заощадження, розумний дім, інтернет речей, приватний будинок, інженерні системи

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. Аналіз енергоефективності приватної будівлі <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.1. Об'єкт дослідження та його характеристики.....	8
1.2. Аналіз ефективності електроспоживання приватної будівлі .....	10
2. Запропоновані технічні рішення автоматизації інженерних систем.....	12
2.1. Система автоматизації інженерних систем, що була запропонована .....	12
2.2. Технічні засоби для реалізації системи автоматизації.....	14
2.2.1. Термостат (датчики температури та вологості): .....	15
2.2.2. Устаткування автоматизації системи керування опалення та вентиляцією.....	20
2.2.3. Устаткування автоматизації системи керування освітленням	24
2.2.4. Розумні датчики руху .....	30
2.2.5. Устаткування автоматизації системи обліку електроенергії	366
2.2.6. Хаб .....	39
2.3. Порівняння трьох популярних систем розумного дому: Xiaomi, Ajax і Meross .....	455
3. Розрахунки та оцінка ефективності системи автоматизації .....	477
3.1. Розрахунок витрат на встановлення автоматизованої інженерної системи	48
3.2. Розрахунок експлуатаційних витрат до та після впровадження системи автоматизації за різних умов експлуатації будівлі .....	511
ВИСНОВКИ .....	533
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 5
ДОДАТКИ.....	58

## ВСТУП

Сучасне суспільство стикається зі значними викликами в галузі енергетики, зокрема з проблемою ефективного використання електроенергії в приватних будівлях. Значні витрати електроенергії, неефективність систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та освітлення, а також недостатня автоматизація цих систем призводять до зайвих витрат, негативного впливу на навколишнє середовище та збільшення навантаження на електромережі. Тому актуальним є розробка технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності електроспоживання в приватних будівлях за допомогою автоматизації інженерних систем.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження системи автоматизації інженерних систем приватної будівлі з метою підвищення її ефективності електроспоживання. Дослідження буде зосереджено на визначенні оптимальних технічних рішень та засобів, які дозволять ефективно керувати системами опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та освітлення, а також вести моніторинг та аналізувати енергетичні параметри будівлі. Застосування автоматизованих систем дозволить зменшити витрати електроенергії, покращити комфорт та безпеку проживання, а також сприяти сталому розвитку шляхом зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Дослідження базується на комплексному аналізі теоретичних джерел, статистичних даних про споживання електроенергії, існуючих систем автоматизації та новітніх технологій у галузі енергетики. Використані методи дослідження включають аналітичні методи для оцінки енергетичної ефективності будівлі, моделювання та симуляції роботи інженерних систем, а також експериментальні методи для перевірки розроблених технічних рішень.

Очікується, що результати дослідження нададуть практичний внесок у сферу енергоефективності приватних будівель та вирішення проблеми неекономного використання електроенергії. Розроблені технічні рішення та

система автоматизації можуть бути використані при будівництві нових будівель, а також при модернізації вже існуючих будівель з метою підвищення їх енергоефективності.

У подальших розділах роботи буде розглянуто методологію дослідження, розроблені технічні рішення, проведені розрахунки та оцінка ефективності системи автоматизації, а також надані висновки та рекомендації, що стосуються підвищення ефективності електроспоживання в приватних будівлях за рахунок автоматизації інженерних систем.

## 1. АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИВАТНОЇ БУДІВЛІ

### 1.1. Об'єкт дослідження та його характеристики

У даній кваліфікаційній роботі об'єктом дослідження є приватна будівля. Характеристики об'єкта включають його фізичні параметри, розташування, площу, конструкцію, наявність інженерних систем (опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, освітлення) та електроспоживання. Детальний аналіз будівлі дозволить визначити проблемні аспекти, які можна вирішити за допомогою автоматизації інженерних систем.

В таблиці 1.1. наведено основну характеристику будівлі, а на рисунку 1.1. – план будівлі.

Таблиця 0.1 - Основна характеристика будівлі

Характеристика	Опис
Розташування	м.Запоріжжя
Площа будівлі	130 кв. м
Конструкція	Одноповерховий будинок
Види інженерних систем	Система опалення: електростанція; система вентиляції: кондиціонер; освітлення: LED-лампи
Енергетичні параметри	Напруга: 220 В; Середня споживана потужність: 260 кВт-год/міс
Фундамент	Збірно-монолітний
Стіни	Газобетон
Перекриття	По дерев'яним балкам



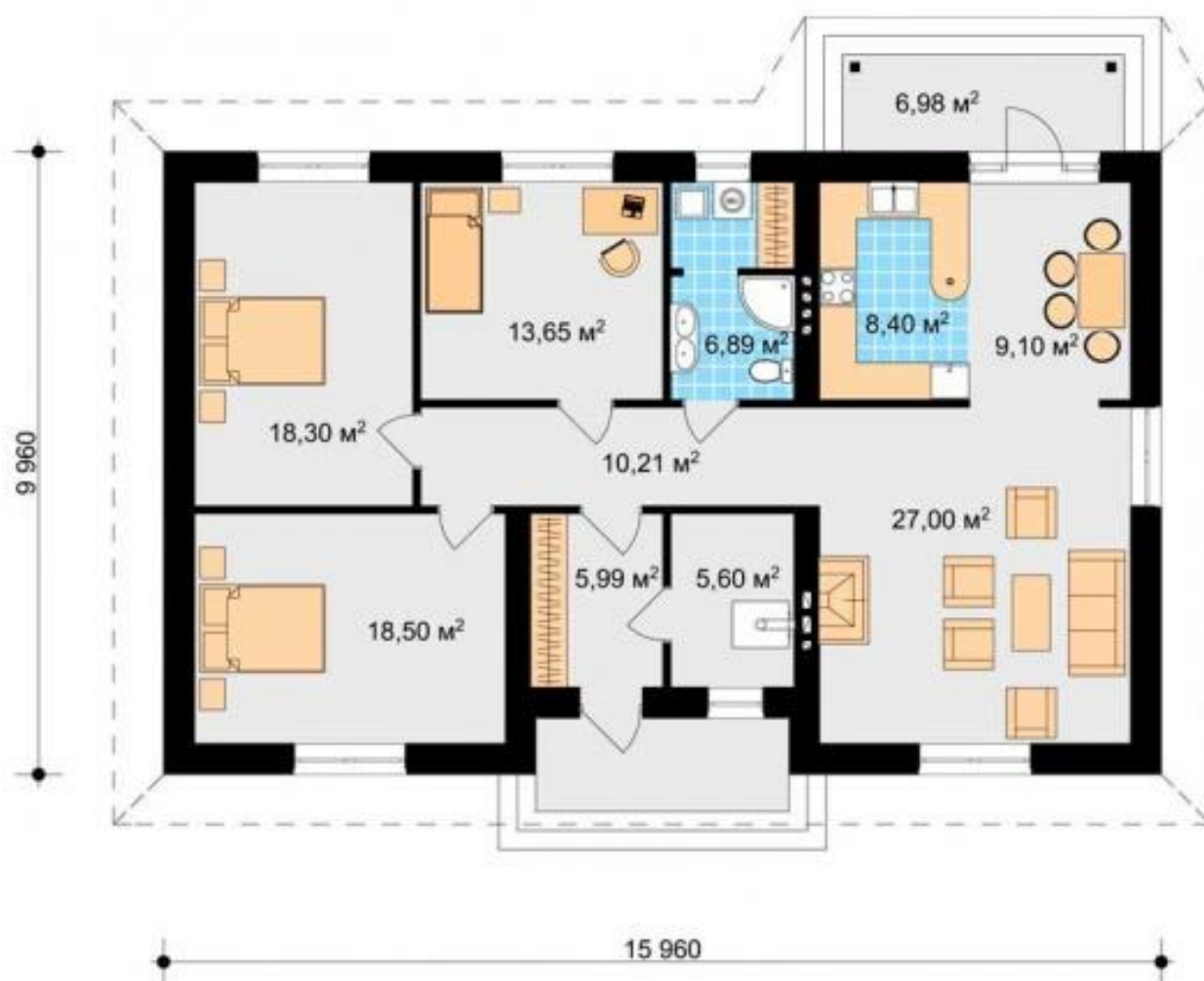


Рисунок 0.1 – План будівлі

Методи та засоби, що використовувалися для збору даних.

Для збору даних про об'єкт дослідження використовувалися різноманітні методи та засоби. Перш за все, проведено аналіз документації, що стосується будівлі, включаючи плани, специфікації і технічні характеристики існуючих інженерних систем. Також були проведені спеціальні обстеження будівлі з метою визначення фактичного стану систем та їхнього функціонування. Це включало перевірку розташування обладнання, виявлення можливих проблем, перевірку наявності ізольованих ділянок та інші важливі аспекти. Додатково, були здійснені вимірювання енергетичних параметрів та споживання

електроенергії для оцінки поточного рівня ефективності. Для цього використовувалися спеціалізовані вимірювальні прилади, які дозволяли отримати точні вимірювання значень параметрів. Застосовувалися системи моніторингу електроенергії для отримання даних про споживання електроенергії в реальному часі. Ці системи забезпечували збір даних про споживання енергії в різних зонах будівлі та дозволяли визначити часові піки споживання. Також було проведено анкетування власника будівлі.

Ці методи та засоби допомагають отримати комплексну інформацію про об'єкт дослідження і створюють підґрунтя для аналізу даних та розробки технічних рішень для підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі з електрокотельнею.

## 1.2. Аналіз ефективності електроспоживання приватної будівлі

### - Стан інженерних систем:

детально проаналізувавши стан існуючих інженерних систем будівлі, зокрема електричної системи та опалювальної системи з електрокотельнею, виявлено, що електрична система функціонує без видимих проблем, але є моменти які можна вдосконалити; опалювальна система потребує більшої уваги, встановлено що вона працює без регуляції по температурі та без регуляції часу.

### - Вимірювання енергетичних параметрів:

здійснено вимірювання різних енергетичних параметрів будівлі, зокрема споживаної потужності та споживання електроенергії. Виявлено, що середня споживана потужність становить 15 кВт, а пікове навантаження досягає 20 кВт. Ці дані дозволяють оцінити рівень енергоспоживання будівлі і встановити потенціал для покращання енергоефективності.

### - Вплив електрокотельні на енергоспоживання:

проаналізувавши вплив електрокотельні на енергоспоживання будівлі, встановлено, що електрокотельня працює ефективно, але її режими роботи можна оптимізувати для досягнення більшої енергоефективності. Враховуючи

пікове навантаження та вимірювання споживання електроенергії, можна визначити оптимальні режими роботи електродвигунів, які забезпечують ефективне опалення будівлі при мінімальному споживанні електроенергії.

Рекомендації для підвищення ефективності:

- встановлення автоматизованої системи управління освітленням, яка працює на основі датчиків руху та освітлення, дозволить оптимізувати використання світла в будинку. Встановлення "розумного" термостата дозволить ефективно керувати системою опалення та кондиціонування повітря. З його допомогою можна встановити режими опалення або охолодження відповідно до графіку та більш точно контролювати температуру будинку. Заміна старих енергоємних пристроїв на нові, енергоефективні моделі, які підключаються до Інтернету, дозволить контролювати їх роботу з використанням смартфона або комп'ютера.

Моніторинг споживання енергії:

встановлення "розумного" лічильника енергії дозволить в режимі реального часу спостерігати за споживанням енергії в будинку. Це надасть можливість виявити джерела витоків енергії та зрозуміти, які пристрої використовують найбільше електроенергії.

## 2. ЗАПРОПОНОВАНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

### 2.1. Система автоматизації інженерних систем, що була запропонована

В кваліфікаційній роботі пропонується розмістити в будинку такі системи:

#### 1. Контроль за опаленням та охолодженням:

використання "розумного" термостата, який забезпечує автоматичне регулювання температури в будинку залежно від графіка та присутності людей. Це дозволяє ефективно використовувати системи опалення та кондиціонування повітря та заощаджувати енергію.

2. Реле для керування котлом може бути розміщене безпосередньо в електрокотлі. Це дає можливість забезпечити автоматичний контроль температури та оптимальну роботу котла. Реле підключається до електричної системи котла та дозволяє керувати його ввімкненням та вимкненням залежно від потреб опалення. Наприклад, реле може вимикати котел, коли досягнута задана температура, і включати його, коли температура падає нижче встановленого рівня. Це забезпечує оптимальну ефективність роботи котла та дозволяє заощадити енергію. Реле може бути додатково налаштоване для виконання різних функцій, наприклад, планування режимів опалення залежно від часу доби або присутності людей в будинку. Це спрощує управління опаленням та забезпечує комфортні умови в будинку.

#### 3. Моніторинг споживання енергії:

встановлення "розумного" лічильника енергії, який забезпечує збір та аналіз даних про споживання електроенергії в реальному часі. Це дозволяє відстежувати та аналізувати своє енергоспоживання, виявляти енергозатратність та зайві витрати, щоб приймати обґрунтовані рішення щодо енергоефективності.

#### 4. Автоматичне управління освітленням:

встановлення датчиків руху та датчиків освітлення, які реагують на присутність людей в приміщенні та рівень освітленості. Ця система автоматично вмикає та вимикає світло залежно від умов, що дозволяє забезпечити енергоефективне використання освітлення.

На рис. 2.1 наведено план розташування розумних речей.

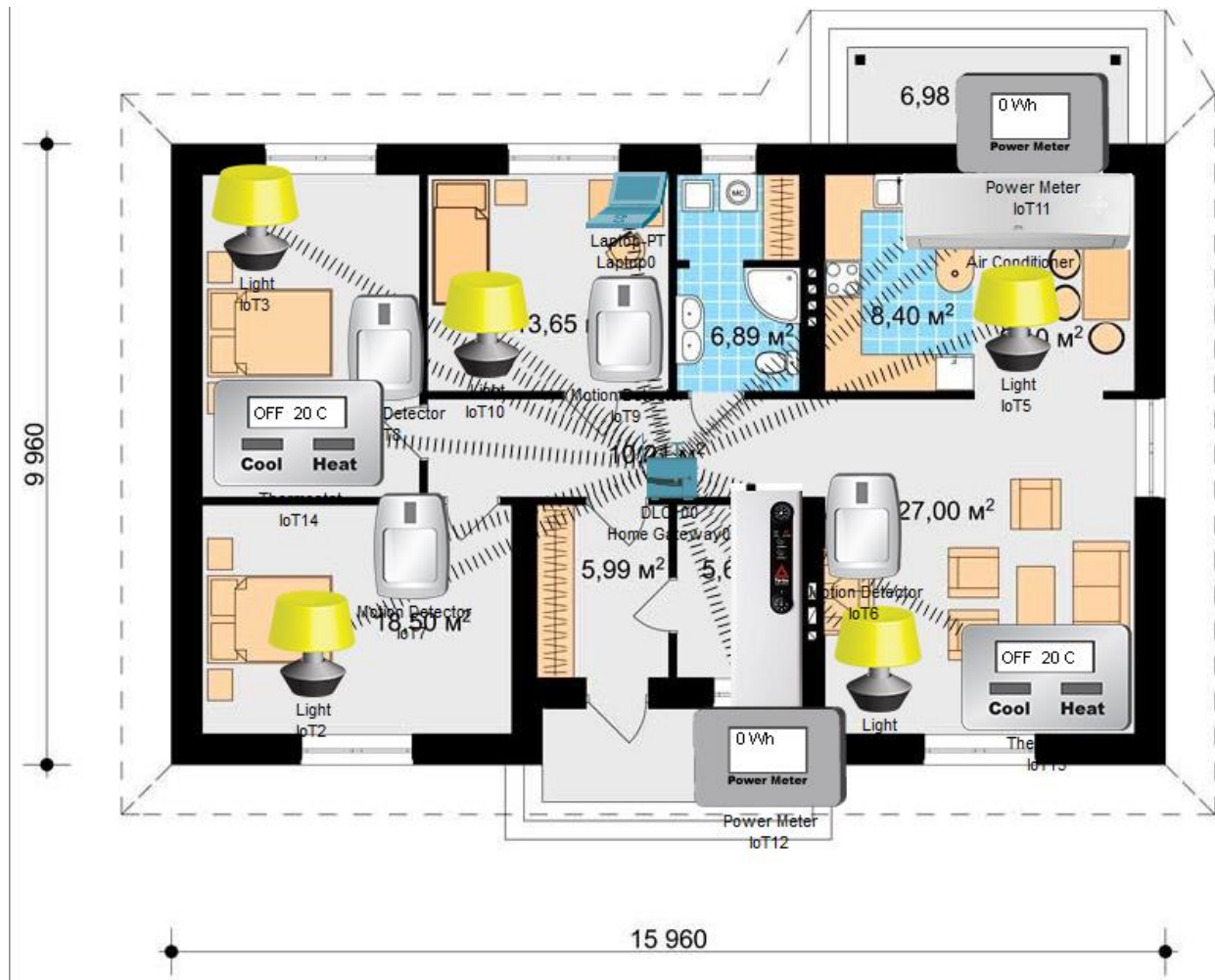


Рисунок 0.1- План розташування розумних речей

З рисунку 2.1 можна побачити розташування основних впроваджених елементів для автоматизації інженерних систем. Розглянемо більш детально.

У кожній кімнаті встановлюється датчик руху, який контролює світло у кімнаті, він налаштований таким чином, щоб вмикати світло, коли людина входить у кімнату. Також треба звернути увагу на саме світло, деякі моделі мають регуляцію яскравості світла, що дає змогу налаштувати додаткові правила щодо регуляції світлового потоку за часом. Тобто, о 12:00 світло

вмикатись автоматично не буде взагалі, ввечері може мати найбільшу яскравість, а в ночі лише (10...20) % відсотків від максимуму.

Термостати краще розташовувати два, для того щоб вимірювати середню температуру будинку і з неї регулювати використання котельні і кондиціонера.

На рис. 2.2 наведена схема підключення термостату до реле.

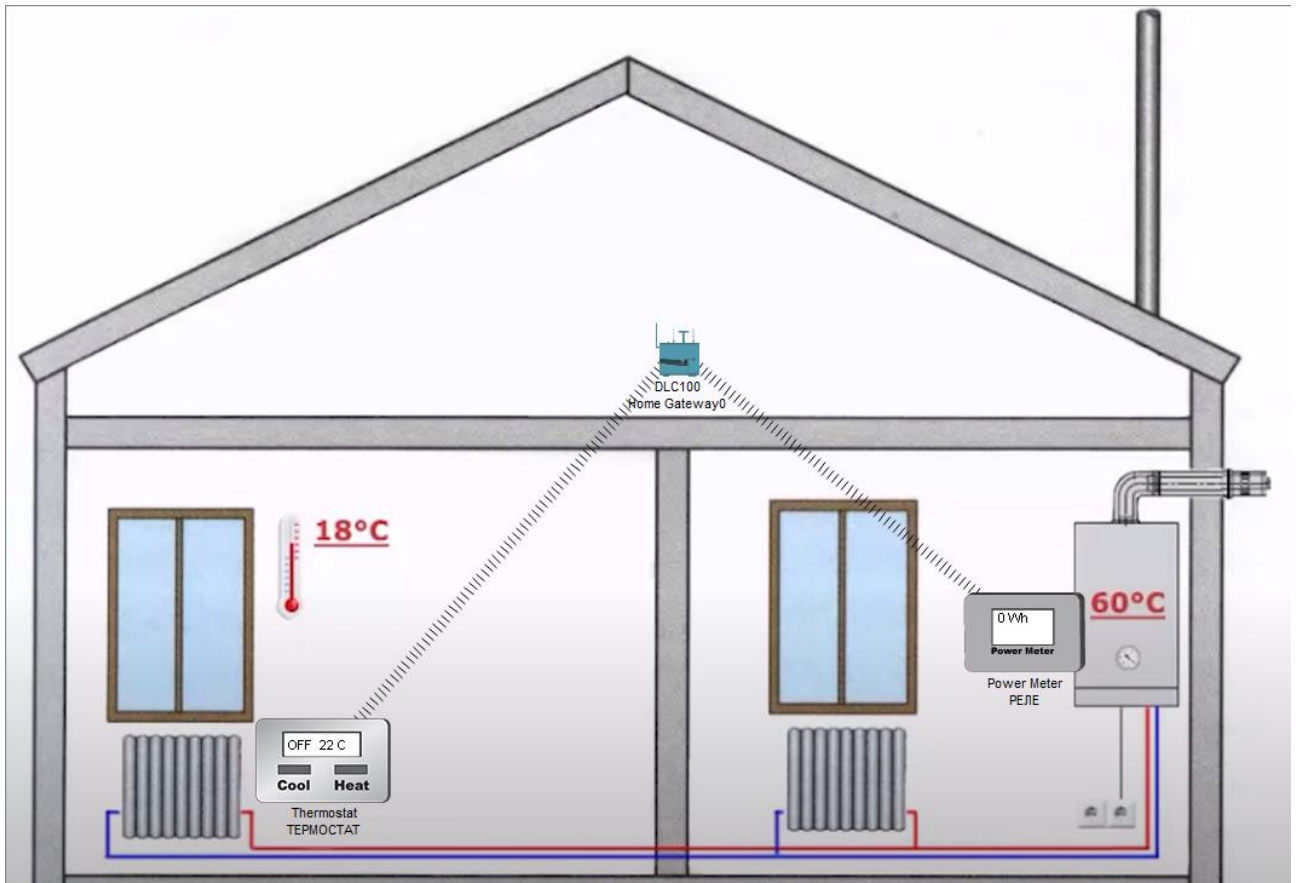


Рисунок 0.2- Схема підключення термостату до реле

## 2.2 Технічні засоби для реалізації системи автоматизації

Основною метою системи автоматизації є забезпечення оптимального управління інженерними системами будівлі з мінімальними витратами енергії.

### 2.2.1 Термостат (датчики температури та вологості)

Більш доцільно використовувати датчики температури та вологості в різних зонах будівлі для збору інформації про показники комфорту і кліматичних умов, такими датчиками можна керувати через хаб. Ці дані використовуються для автоматичного регулювання опалювання та кондиціонування повітря відповідно до потреб користувачів і зовнішніх умов.

На рис. 2.3, 2.4 та 2.5 наведено приклади датчиків.



Рисунок 0.3 Xiaomi Mi Temperature and Humidity Monitor 2

Xiaomi Mi Temperature and Humidity Monitor 2 (Xiaomi MHTM2) - це компактний бездротовий датчик, розроблений компанією Xiaomi для вимірювання температури та вологості в приміщенні. Він призначений для використання у домашніх умовах, офісах або будь-яких інших внутрішніх приміщеннях, де необхідно контролювати кліматичні умови.

Датчик Xiaomi MHTM2 має невеликий розмір і простий дизайн. Він виготовлений з якісних матеріалів і має білий корпус з округлими краями. У верхній частині корпусу є екран, на якому відображається поточна температура та вологість. На передній панелі також розташовані дві кнопки для управління датчиком.

Датчик Xiaomi MHTM2 працює за допомогою бездротового зв'язку Bluetooth, тому його можна підключити до смартфона або планшета з допомогою спеціального додатку. За допомогою додатка користувач може переглядати поточні показники температури та вологості, а також отримувати сповіщення у разі відхилення від заданих значень. Додаток також дозволяє користувачу налаштовувати рівень вологості та температури, який він вважає комфортним.

Крім того, Xiaomi MHTM2 здатний зберігати дані про температуру та вологість протягом тривалого часу, що дозволяє користувачу аналізувати зміни у кліматичних умовах приміщення з часом.

Датчик Xiaomi MHTM2 простий у використанні, ефективний і надійний. Він може бути корисним пристроєм для контролю за кліматом у вашому будинку або офісі, допомагаючи створити комфортні умови для проживання або роботи.





Рисунок 0.4- Ajax LifeQuality Jeweler

Ajax LifeQuality Jeweler є багатофункціональним пристроєм, який здатен збирати дані не лише про якість повітря, але й про температуру.

Завдяки вбудованому датчику температури, Ajax LifeQuality Jeweler здатний точно вимірювати температуру у приміщенні. Він забезпечує інформацію про поточну температуру, а також може збирати дані про зміни температури протягом певного періоду часу. Зібрані дані про температуру можуть бути відображені в додатку Ajax разом з іншими параметрами, такими як якість повітря, вологість та рівень CO<sub>2</sub>. Користувач може встановити межі температури, за якими отримуватиме сповіщення, якщо вони перевищені або нижче заданих значень.

Крім цього, Ajax LifeQuality Jeweler може зберігати історію змін температури, що дозволяє вам аналізувати дані та виявляти тренди.

Це корисна функція для визначення оптимальних умов комфорту та контролю температури в будь-якому приміщенні.

Загалом, Ajax LifeQuality Jeweler забезпечує повноцінний моніторинг якості повітря та температури у внутрішніх приміщеннях, надаючи вам необхідні дані для контролю і покращення умов життя або роботи.



Рисунок 0.5 - Meross MS100

Meross MS100 – це розумний датчик температури та вологості, розроблений компанією Meross. Він призначений для вимірювання і моніторингу кліматичних умов у вашому домі або офісі.

Цей датчик має компактний дизайн і легко встановлюється в будь-якому приміщенні. Він підтримує бездротове підключення Wi-Fi, що дозволяє вам зручно і безперервно моніторити дані про температуру та вологість через мобільний додаток на вашому смартфоні.

За допомогою додатка Meross, ви можете отримувати актуальні дані про температуру та вологість у реальному часі, а також переглядати історію змін цих показників на різних періодах часу. Ви можете встановити сповіщення для отримання повідомлень, коли певні межі температури або вологості перевищуються.

Meross MS100 також може інтегруватись з іншими розумними пристроями або платформами, такими як Amazon Alexa, Google Assistant або Apple HomeKit, що дозволяє вам контролювати кліматичні умови голосом або автоматизувати їх за допомогою розумних сценаріїв.

Крім того, датчик Meross MS100 може бути використаний як частина розумної системи безпеки, співпрацюючи з іншими пристроями, такими як датчики відкриття дверей або руху. Він може сповіщати вас про зміни температури або вологості, що допомагає виявити проблеми, такі як витік води або несправність систем опалення або кондиціонування.

Загалом, Meross MS100 - це розумний датчик, який допомагає вам контролювати та оптимізувати кліматичні умови у вашому приміщенні, забезпечуючи комфорт і ефективність.

В таблиці 2.1. наведені порівняльні дані датчиків температури і вологості.

Таблиця 0.1- Порівняння датчиків температури і вологості

№	Назва датчику	Ціна, грн	Хаб	Робоча вологість, %	Діапазон робочих температур, °C	Розмір, мм
1	Mi Temperature and Humidity Monitor 2	439,00	Mi Smart Home Hub	до 99	(0...+60)	43x 43 x 12.5
2	LifeQuality	7500,00	Ajax LifeQuality	до 85	(0 +50)	77 × 77 34.5
3	Meross MS100	869,00	Meross Smart Hub	до 100	(-10...50)	40 x 40 x 14

### 2.2.2 Устаткування автоматизації системи керування опалення та вентиляцією

Розглянемо автоматизацію котла та кондиціонера за допомогою підключення реле. Це відкриває безліч можливостей для зручного та ефективного керування системою опалення. Реле дозволяє забезпечити автоматичне включення та вимкнення котла та кондиціонера на основі заданих параметрів, графіків або датчиків.

Один з основних сценаріїв автоматизації полягає у включенні котла або кондиціонера перед очікуваним прибуттям додому або перед підйомом зранку. Ви можете налаштувати реле таким чином, щоб котел та кондиціонер активувався заздалегідь за вказаний період часу, забезпечуючи комфортну температуру в приміщенні, коли ви повертаєтесь або прокидаєтесь. Крім того,

автоматизація дозволяє створювати розклади роботи котла та кондиціонера, враховуючи ваші звички та режим дня. Ви можете програмувати реле для автоматичного включення або вимкнення котла на певний час, забезпечуючи енергозбереження, коли ви не знаходитесь вдома або спите.

Додатково, підключення реле дозволяє інтегрувати котел та кондиціонер у розумну систему управління, таку як домашня автоматика чи голосовий асистент. Ви можете керувати котлом та кондиціонером за допомогою мобільного додатку на смартфоні або використовувати голосові команди для зміни режимів опалення або температури.

З використанням датчиків температури та присутності, ви можете налаштувати реле таким чином, щоб котел та кондиціонер автоматично реагували на зміни умов. Наприклад, якщо датчик виявляє падіння температури нижче заданого рівня, реле може автоматично активувати котел для підтримки комфортної температури.

На рис. 2.6 -2.8 наведені приклади розумних реле



Рисунок 0.6 - ZigBee-реле Xiaomi Aqara Wireless Relay

ZigBee-реле Xiaomi Aqara Wireless Relay є розумним пристроєм, який пропонує бездротове підключення до мережі ZigBee для контролю та керування різними електричними пристроями у вашому розумному будинку. Воно забезпечує стабільний та надійний зв'язок з центральною системою управління і дозволяє вам зручно керувати освітленням, розетками, вентиляторами та іншими пристроями через ваш смартфон або інші розумні пристрої. Завдяки своїй бездротовій природі і можливості інтеграції з іншими розумними пристроями, ZigBee-реле Xiaomi Aqara Wireless Relay допомагає створити зручну, ефективну та гнучку систему управління вашим розумним будинком.



Рисунок 0.7 - Ajax Relay с сухим контактом

Ajax Relay з сухим контактом є розумним пристроєм, розробленим компанією Ajax Systems, який дозволяє віддалено керувати різними електричними пристроями у вашому розумному будинку або офісі. Він забезпечує надійний зв'язок з системою Ajax і може використовуватися для управління пристроями, що працюють на великій напрузі або потребують особливих підключень. Завдяки своїй функціональності і можливості інтеграції з іншими розумними пристроями Ajax, реле з сухим контактом додає зручність і гнучкість до вашої системи управління розумним будинком.



Рисунок 0.8 - Meross Smart Wi-Fi Switch

Meross Smart Wi-Fi Switch є розумним пристроєм, який забезпечує зручне підключення та керування котлами та опалювальними системами у вашому будинку або офісі. Він працює через бездротову Wi-Fi мережу і дозволяє вам дистанційно вмикати або вимикати котел, регулювати температуру та налаштовувати режими роботи з вашого смартфона або планшета. Крім того, він сумісний з популярними платформами розумного будинку, такими як Amazon Alexa, Google Assistant та Apple HomeKit, що дозволяє інтегрувати його в розумні сценарії та керувати ним за допомогою голосових команд. Ви також можете налаштувати графік роботи та таймери для автоматичного включення або вимикання котла в заданий час.

З режимом енергозбереження, Meross Smart Wi-Fi Switch допомагає вам ефективно використовувати енергію та знижувати витрати на опалення, налаштовуючи температурні пороги та режими роботи для оптимального комфорту та енергоефективності.

В таблиці 2.2 наведена порівняльна характеристика розумних реле.

Таблиця 0.2 - Порівняння розумних реле

№	Назва датчику	Ціна, грн	Хаб	Дальність сигналу, м	Розміри, мм
1	ZigBee-реле Xiaomi Aqara Wireless Relay	1000,00	Mi Smart Home Hub/ Apple HomeKit,	(30...50)	40 x 23 x16
2	Ajax Relay с сухим контактом	1200,00	Ajax LifeQuality	1000	38 x 25 x18
3	Meross Smart Wi-Fi Switch	700,00	Meross Smart Hub /Apple HomeKit,	150	96 x 47 x 24

### 1.1.1. Устаткування автоматизації системи керування освітленням

Автоматизація інженерної системи освітлення будинку - це впровадження розумних технологій і пристроїв для контролю, керування та оптимізації освітлення у будинку. Це означає використання розумних



вимикачів, датчиків руху, таймерів, програмних розкладів та інших інтелектуальних рішень для створення зручного та енергоефективного освітлення.

Основна мета автоматизації інженерної системи освітлення полягає у поліпшенні комфорту, зручності та ефективності використання освітлення у будинку.

Переваги, які можна отримати в результаті автоматизації освітлення.

#### 1. Зручність і комфорт.

Розумна автоматизація дозволяє зручно керувати освітленням у будинку. Ви можете використовувати пульт дистанційного керування, мобільний додаток або голосові команди, щоб вмикати, вимикати або регулювати яскравість освітлення в різних приміщеннях.

#### 2. Енергоефективність.

Автоматизація дозволяє ефективно використовувати електроенергію, зменшуючи споживання світла там, де його не потрібно. Наприклад, датчики руху можуть автоматично вимикати світло, якщо в приміщенні немає активності, а програмні розклади можуть налаштовувати автоматичне вмикання або вимикання освітлення в задані часи.

#### 3. Безпека.

Деякі розумні системи освітлення можуть бути інтегровані з системою безпеки, наприклад, датчики руху можуть викликати сповіщення або вмикати світло в разі виявлення незвичайної активності або потенційно небезпечної ситуації.

#### 4. Налаштування атмосфери.

Завдяки автоматизації ви можете налаштовувати різні сценарії освітлення для створення певної атмосфери в будинку. Наприклад, вечірній режим освітлення для релаксації або ранкове освітлення, щоб забезпечити поступове пробудження.

#### 5. Віддалений доступ і контроль.

За допомогою мобільного додатку ви можете віддалено керувати освітленням у будинку, навіть якщо ви знаходитесь поза ним. Це дозволяє вам вмикати або вимикати світло перед вашим приходом або віддалено перевіряти статус освітлення.

Автоматизація інженерної системи освітлення будинку може значно полегшити ваше щоденне життя, покращити комфорт, знизити енергоспоживання і забезпечити більш безпечну та зручну обстановку у вашому розумному будинку.

На рис. 2.9 - 2.11 зображені пристрої для автоматизації освітлення.



Рисунок 0.9 - Xiaomi Yeelight Flex Switch

Xiaomi Mi LED Smart Bulb Warm White - це розумна LED-лампа, яка пропонує регулювання яскравості світла та колірну температуру, дозволяючи створювати затишну атмосферу в приміщенні.

Вона також підтримує голосове керування за допомогою голосових помічників, має можливість налаштування графіку освітлення і дистанційного керування через мобільний додаток. Завдяки цим функціям, ви можете зручно керувати освітленням у вашому будинку, створювати настроєве освітлення та знижувати енергоспоживання.

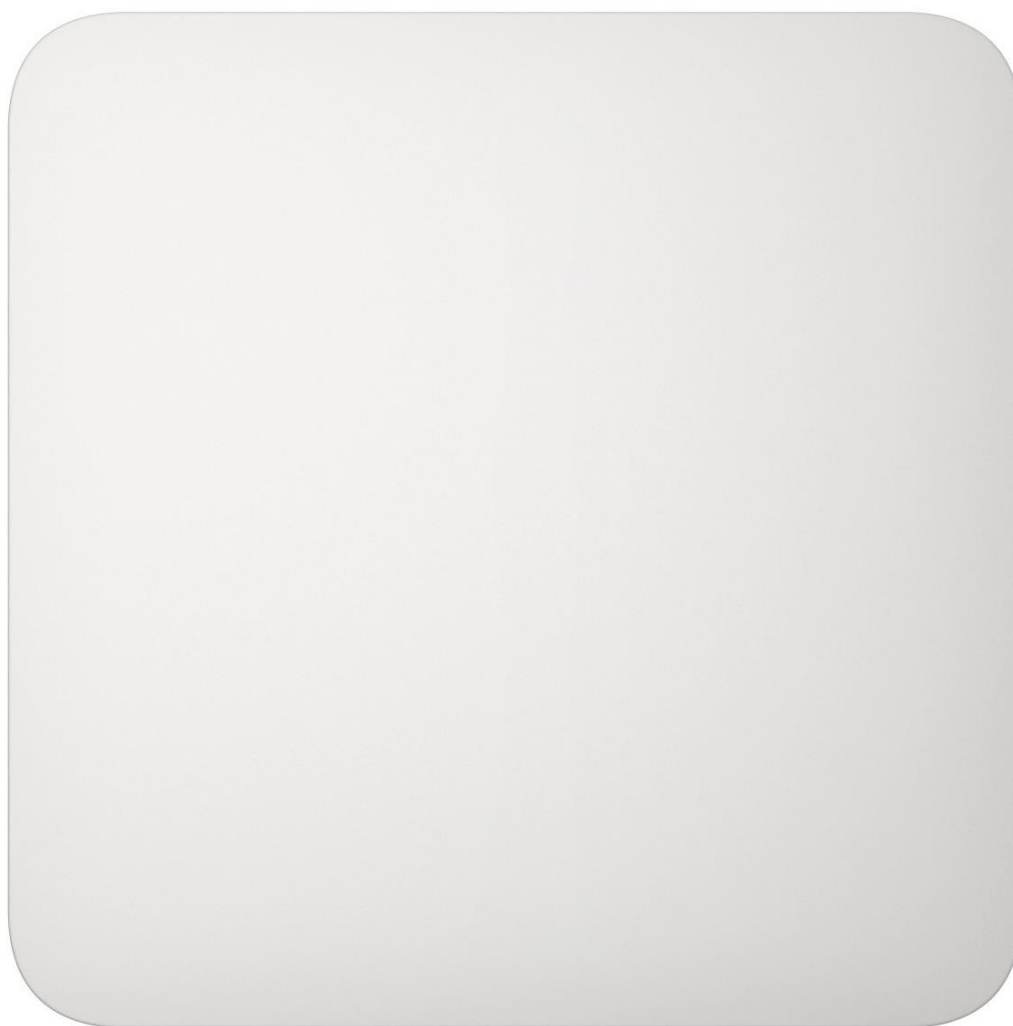


Рисунок 0.10 - AJAX LIGHTSWITCH

Ajax LightSwitch - це розумний пристрій, розроблений компанією Ajax Systems, для керування освітленням у вашому будинку або офісі. Він працює на базі бездротової технології Zigbee, що забезпечує зручне дистанційне керування через мобільний додаток або пульт дистанційного керування. Завдяки Ajax LightSwitch ви можете вмикати, вимикати та регулювати освітлення з будь-якого місця, використовуючи голосові команди або розклад освітлення. Крім того, він може інтегруватись з іншими розумними пристроями, що дозволяє створювати автоматизовані сценарії та забезпечувати зручність, комфорт та енергоефективність в управлінні освітленням.



Рисунок 0.11 - Smart Wi-Fi Wall Switch

Smart Wi-Fi Wall Switch MSS510 EU - це розумний вимикач, розроблений компанією Meross, що працює по Wi-Fi з'єднанню. Цей вимикач дозволяє вам керувати освітленням у вашому будинку з будь-якого місця через мобільний додаток або голосові помічники. Ви можете вмикати та вимикати світло, регулювати яскравість та налаштовувати розклад роботи освітлення для забезпечення комфорту та енергоефективності.

Інтеграція з іншими розумними пристроями та підтримка голосового керування робить цей вимикач зручним і сучасним рішенням для автоматизації освітлення в вашому будинку.

В таблиці 2.3 наведено порівняльну характеристику датчиків температури і вологості

Таблиця 0.3 – Порівняльна характеристика датчиків температури і вологості

№	Назва датчику	Ціна, грн	Хаб	Енергетичні параметри	Розміри, мм
1	Xiaomi Yeelight Flex Switch	320,00	Mi Smart Home Hub	220В, 60 Гц	86 x 86 x 32
2	AJAX LIGHTSWITCH	2000,00	Ajax LifeQuality	230В, (50...60) Гц	76.3×72.3×29.2
3	Smart Wi-Fi Wall Switch	1000,00	Meross Smart Hub	(100...240)В, (50...60) Гц	86 x 86 x 35

### 1.1.2. Розумні датчики руху

Автоматизація інженерних систем будинку за допомогою датчиків руху - це процес використання спеціальних датчиків, які реагують на рух людей або предметів у приміщенні, для керування різними системами будинку. Ця технологія дозволяє покращити комфорт, безпеку та енергоефективність будинку.

Основні системи, які можуть бути автоматизовані за допомогою датчиків руху, включають:

#### 1. Освітлення.

Датчики руху можуть виявляти присутність людей у приміщенні і автоматично увімкнути світло. Коли приміщення порожнє, світло може автоматично вимикатися, що допомагає економити електроенергію.

#### 2. Кондиціонування повітря.

Датчики руху можуть спостерігати за присутністю людей у приміщенні і автоматично регулювати режим роботи систем кондиціонування повітря. Наприклад, якщо приміщення порожнє, система може знизити потужність або перейти в енергозберігаючий режим.

#### 3. Безпека.

Датчики руху можуть використовуватися для системи безпеки будинку. Вони можуть спрацювати при виявленні незвичайних рухів або вторгнення, сповіщаючи власника будинку або активуючи систему сигналізації.

#### 4. Автоматичні двері і ворота.

Датчики руху можуть керувати відкриванням і закриванням дверей і воріт. Це особливо зручно, коли людина носить важкі предмети або коли необхідно забезпечити безпеку, контролюючи доступ до будинку.

#### 5. Енергозбереження.

Датчики руху можуть вимикати електроприлади, такі як телевізори, комп'ютери або аудіосистеми, коли приміщення порожнє. Це допомагає зменшити споживання електроенергії і покращити енергоефективність будинку.

Для автоматизації інженерних систем будинку за допомогою датчиків руху зазвичай використовуються системи "розумного будинку".

Ці системи можуть бути налаштовані для виконання різних сценаріїв автоматизації, в залежності від потреб користувача. Вони можуть бути програмовані для виконання певних дій при виявленні руху, таких як увімкнення світла або керування температурою, а також для сповіщення користувача про виникнення певних подій.

Загалом, автоматизація інженерних систем будинку за допомогою датчиків руху дозволяє забезпечити більший комфорт, безпеку і енергоефективність у вашому будинку.

На рис. 2.12- 2.14 наведена порівняльна характеристика датчиків руху



Рисунок 0.12 - Xiaomi Mi Smart Home Move Detector

Xiaomi Mi Smart Home Move Detector - це датчик руху, розроблений компанією Xiaomi, який призначений для автоматизації інженерних систем у

вашому будинку. Він працює в рамках екосистеми Xiaomi Smart Home, що дозволяє вам керувати різними пристроями і створювати сценарії автоматизації.

Цей датчик має компактний дизайн і легкий для встановлення. Він виявляє рух у своєму радіусі дії і сповіщає систему Smart Home про цю подію. Завдяки цьому, ви можете налаштувати різні реакції на виявлення руху, такі як увімкнення світла, активація сигналізації або надсилання сповіщень на ваш смартфон.

Для управління датчиком руху Xiaomi Mi Smart Home Move і налаштування різних сценаріїв автоматизації ви можете використовувати мобільний додаток Xiaomi Smart Home або інші сумісні додатки. Вони надають зручний і простий інтерфейс для налаштування функцій датчика і контролю різних систем вашого будинку.

Загалом, Xiaomi Mi Smart Home Move Detector є потужним і зручним інструментом для автоматизації інженерних систем вашого будинку за допомогою датчиків руху. Він допоможе вам створити розумний будинок з покращеною комфортністю, безпекою і енергоефективністю.

Ajax MotionProtect - це бездротовий датчик руху, призначений для захисту приміщень від незаконного проникнення. Він використовує передові технології, щоб забезпечити надійну детекцію руху і сповіщення про можливу загрозу.

Цей датчик має компактний і стильний дизайн, який добре впишеться в будь-який інтер'єр. Він працює на батарейках, що дозволяє легко встановлювати його в будь-якому місці без необхідності підключення до дротів.





Рисунок 0.13 - Ajax MotionProtect

Ajax MotionProtect використовує комбінацію пасивного і активного інфрачервоного детектора, що забезпечує високу точність виявлення руху і відсутність помилкових спрацювань. Він також обладнаний захисною системою від фальшивих тривог, що запобігає неправомірним спрацюванням від впливу зовнішніх факторів.

Особливістю Ajax MotionProtect є його висока стійкість до перешкод і надійне функціонування навіть у важких умовах, таких як висока вологість, перепади температури або електромагнітні завади.

Цей датчик руху інтегрується з Ajax Security System - це централізована система безпеки, яка надає широкий спектр можливостей для контролю, моніторингу та управління безпекою вашого будинку або офісу. Завдяки бездротовій технології, Ajax MotionProtect забезпечує швидке сповіщення про тривогу через мобільний додаток або систему моніторингу.

Загалом, Ajax MotionProtect є надійним і ефективним датчиком руху, який допомагає забезпечити безпеку вашого приміщення. Він поєднує передові технології.



Рисунок 0.14 - ATIS-804DW

Датчик руху ATIS-804DW - це бездротовий пристрій, який призначений для виявлення руху в приміщенні. Він може бути використаний як частина системи безпеки або автоматизації будинку.

Основною функцією датчика руху ATIS-804DW є виявлення руху в зоні його покриття. Він використовує інфрачервоний сенсор для реєстрації теплових змін, що виникають при русі об'єктів. Коли датчик реєструє рух, він активує сигнал тривоги або передає сигнал у центральну систему контролю.

ATIS-804DW може бути налаштований на різні параметри, такі як дальність детекції, чутливість і час затримки. Це дозволяє йому пристосуватися до різних умов і вимог користувача.

Цей датчик має бездротове підключення, що дозволяє його легко встановлювати без необхідності проведення дротів. Він може працювати з батарейного живлення або використовувати живлення від мережі.

ATIS-804DW також може бути інтегрований з іншими системами безпеки або системами домашньої автоматизації. Це дозволяє йому співпрацювати зі світловими системами, сигналізацією або камерами спостереження для покращення безпеки та зручності в приміщенні.

Загалом, датчик руху ATIS-804DW є надійним і корисним пристроєм, який допомагає контролювати рух в приміщенні і забезпечувати безпеку вашого будинку або офісу.

В таблиці 2.4 наведено порівняльну характеристику датчиків руху.

Таблиця 0.4 - Порівняння датчиків руху

№	Назва датчику	Ціна, грн	Хаб	Дальність дії, м	Розміри, мм
1	Xiaomi Mi Smart Home Move Detector	489,00	Mi Smart Home Hub	7	30 x 33
2	Ajax MotionProtect	1 559,00	Ajax LifeQuality	до 12 м	110 x 65 x 50
3	ATIS-804DW	380,00	Meross Smart Hub	50м	110x55x35

### 1.1.3. Устаткування автоматизації системи обліку електроенергії

Оскільки сучасні тенденції у енергетиці дедалі більше наближають усіх споживачів до обов'язкової установки інтелектуальних лічильників електроенергії, рекомендується замінити застарілі лічильники електроенергії.

Інтелектуальний лічильник - це електронний пристрій, який реєструє споживання електричної енергії через інтервали за годину або менше і передає цю інформацію в утиліту для моніторингу та виставлення рахунків.

Інтелектуальні лічильники забезпечують двосторонній зв'язок між лічильником та центральною системою.

На відміну від домашніх електричних лічильників, інтелектуальні лічильники можуть збирати дані для віддаленої звітності. Така вдосконалена вимірювальна інфраструктура відрізняється від традиційного автоматичного зчитування показань лічильника тим, що забезпечує двосторонній зв'язок із вимірювачем.

Комунікації від лічильника до мережі можуть виконуватись через фіксовані дротові з'єднання або бездротовою мережею.

При використанні бездротової мережі можна вибрати стільниковий зв'язок, Wi-Fi, бездротові мережі ad-hoc, бездротову мережу з низьким енергоспоживанням (LORA), ZigBee, WiSUN (Smart Utility Networks) і т. д.

Для побудови системи обліку електроенергії з використанням інтелектуальних лічильників, необхідно обов'язкове з'єднання їх з приймально-контрольним пристроєм, оскільки самі лічильники не здатні виконувати всі необхідні функції.

На рисунку 2.15 зображено розумний лічильник E-Link SMT2.

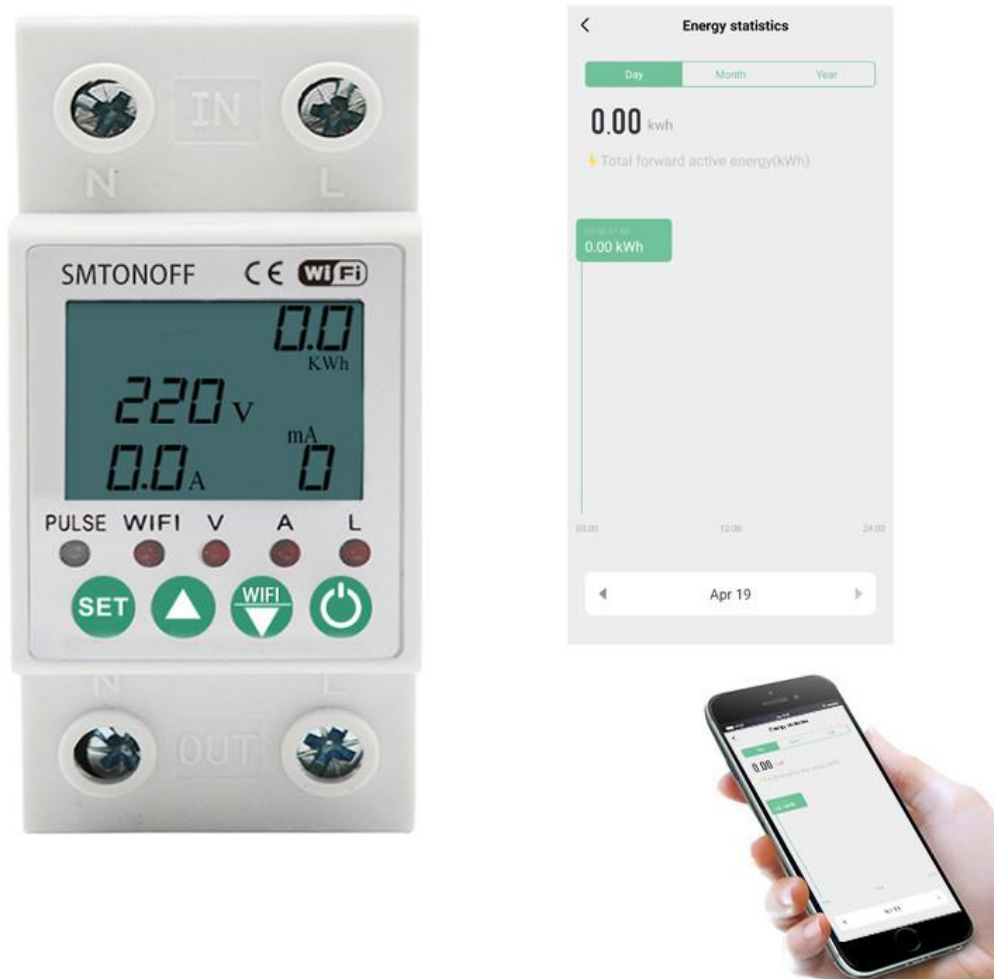


Рисунок 0.15 – Розумний лічильник E-Link SMT2

Розумний WiFi лічильник електроенергії з автоматом захисту регульований E-Link SMT2, однофазний енергомонітор 250В 63А - дозволить не тільки контролювати споживання живлення, але й дистанційно керувати його подачею (включенням/вимкненням).

Прилад дасть можливість віддаленого керування живленням електроприладів за допомогою мобільного пристрою (смартфону, планшета).

Прилад належить класу недорогих, так як в ньому немає двигунів, які перемикають контакти (як у дорожчих моделях), а натомість встановлені потужні електромагнітні реле.

Прилад має захист від перевантаження, захист від перенапруги та захист від перевантаження струмом. Доступне налаштування потужності, струму та

напруги через додаток, з можливістю відключення живлення при досягненні порогових значень.

Прилад має незалежну пам'ять, що дозволить запам'ятовувати кВт/год, показання перенапруги та значення перевантаження по струму, при відключенні живлення.

Управління приладом мобільними пристроями на iOS та Android через програму APP TУYA, а також кнопками на передній панелі. Підтримка TУYA дозволяє не тільки бачити всі підключені пристрої в одному додатку, але створювати сценарії за яких «розумний автомат» зможе давати керуючі команди іншим пристроям у будинку, наприклад, дасть сигнал на вимкнення/вимкнення іншим приладам, або навпаки, інші датчики можуть дати йому команду відключення електрики (наприклад, пожежні датчики). Підтримка Amazon Alexa та Google Assistant дають можливість голосового керування.

Передача даних між приладом та програмою відбувається за допомогою мережі Інтернет, а для доступу в Інтернет, прилад необхідно підключити до WiFi мережі (WiFi роутера) у місці встановлення. Це підключення необхідно з огляду на те, що власного виходу в Інтернет прилад не має. Після підключення та налаштування автоматичного вимикача ви зможете віддалено керувати приладом та підключеними до нього пристроями, доки є електрика. Прилад повністю контролює і передає на додаток всі параметри, які через нього протікають, а це напруга, струм і потужність, які потім можна подивитися в додатку.

Електролічильник має прямокутну форму, а корпус виконаний із пластику та металу. Має невеликий розмір та малу вагу, при цьому кріпиться на 35 мм монтажній din-рейці. На передній стороні знаходиться невеликий дисплей, 4 кнопки керування та 5 світлодіодів індикації стану. Зверху та знизу в торцях є клеми для підключення живлення. Максимальна сила струму 63А. Прилад розрахований на напругу 220 В при частоті 50/60 Гц. Найчастіше цей тип приладів застосовується у квартирах, на дачах, у невеликих замських

будинках, офісах, складах тощо. Пароль у програмі для налаштування параметрів за замовчуванням .

Прилад має ряд популярних функцій, які дозволяють частково автоматизувати роботу та полегшують її. При спрацюванні «захисту від витоку» 3 рази (через захист від витоку), пристрій не ввімкнеться повторно автоматично, доки не буде усунуто виток.

Функція таймера зворотного відліку дозволить налаштувати сценарій для своєчасного увімкнення та вимкнення електричних пристроїв (у вказаний час). Є можливість встановлення параметрів потужності, струму та напруги через програму, з можливістю автоматичного відключення живлення при досягненні порогових значень.

#### 1.1.4. Хаб

Хаб (центральний шлюз) для розумного будинку є ключовим компонентом системи розумного дому. Це пристрій, який служить як комунікаційний вузол між різними пристроями розумного будинку, а також забезпечує зв'язок з інтернетом і зовнішніми пристроями. Ось кілька аспектів, які варто врахувати, розглядаючи хаб для розумного будинку:

Координація та управління.

Хаби виконують роль центрального пункту управління для всієї системи розумного будинку. Вони збирають і обробляють дані, що надходять від різних пристроїв, і передають відповідні команди, забезпечуючи взаємодію між пристроями та інтеграцію з іншими системами.

Зв'язок із зовнішнім середовищем.

Хаби зазвичай підключаються до інтернету, що дозволяє віддалене керування системою розумного будинку через мобільний додаток або хмарні сервіси. Вони забезпечують зв'язок з іншими зовнішніми пристроями, такими

як голосові помічники (наприклад, Google Assistant або Amazon Alexa) або інтеграцію зі сторонніми сервісами, наприклад, погодними додатками або системами безпеки.

#### Протоколи зв'язку.

Хаби можуть підтримувати різні протоколи бездротового зв'язку, такі як Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave, Bluetooth тощо. Це дозволяє взаємодіяти з різними типами пристроїв розумного будинку, такими як освітлення, термостати, камери безпеки, датчики руху та багато інших, які можуть працювати на різних протоколах.

#### Безпека та конфіденційність.

Хаби розумного будинку також відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки і захисту даних. Вони часто використовують шифрування та інші заходи безпеки для захисту з'єднання та персональної інформації користувача.

Вибір хаба для розумного будинку залежить від потреб, підтримуваних протоколів зв'язку, сумісності з пристроями інших виробників, а також інтеграції з іншими системами, які ви плануєте використовувати.

На рисунках 2.16 - 2.18 зображено центральні пристрої в системі розумного будинку



Рисунок 0.16 - Mi Smart Home Hub



Mi Smart Home Hub є центральним пристроєм для системи розумного дому від Xiaomi. Він використовується для керування та координації різних пристроїв розумного будинку, що включають в себе освітлення, безпеку, кліматичні пристрої та інші.

Однією з головних переваг Mi Smart Home Hub є його широкий спектр функцій. Він підтримує бездротові технології зв'язку, такі як Wi-Fi та Zigbee, що дозволяє йому взаємодіяти з різними пристроями Xiaomi, такими як розумні лампи, розетки, датчики руху та інші.

Крім того, він може інтегруватись з іншими популярними платформами розумного дому, такими як Google Assistant та Amazon Alexa, що дозволяє вам керувати системою розумного будинку за допомогою голосових команд.

Mi Smart Home Hub також забезпечує можливість віддаленого керування через мобільний додаток. Ви можете контролювати свої пристрої, створювати розклади, налаштовувати автоматичні сценарії та отримувати сповіщення про події у вашому розумному будинку.

Безпека та конфіденційність є важливими аспектами Mi Smart Home Hub, і він використовує шифрування та заходи безпеки для забезпечення захисту вашого з'єднання та особистих даних.

Mi Smart Home Hub має привабливий дизайн, який добре впишеться в будь-який інтер'єр. Він має компактну форму та може бути розміщений на видному місці або прихований від очей.

Загалом, Mi Smart Home Hub є потужним та універсальним пристроєм для керування системою розумного будинку від Xiaomi. Він забезпечує зручне керування пристроями, інтеграцію з голосовими помічниками та безпеку ваших даних.



Рисунок 0.17 - Ajax Hub

Ajax Hub є центральним пристроєм в системі розумного будинку Ajax. Цей хаб відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки та контролю за всією системою.

Ajax Hub використовує безпроводову технологію зв'язку на основі протоколу Jeweller. Це дозволяє надійно передавати дані між хабом і підключеними пристроями, а також забезпечує шифрування зв'язку для захисту конфіденційності і безпеки інформації.

Хаб Ajax забезпечує підключення і керування різними пристроями безпеки, такими як датчики руху, датчики відкриття дверей, димові датчики та інші. Він дозволяє контролювати стан і активувати сигналізацію в разі виявлення підозрілої активності або порушення безпеки.

Ајах Нуб забезпечує безпечне підключення до хмарного сервісу Ајах, що дозволяє вам отримувати оновлення програмного забезпечення та доступ до додаткових функцій і можливостей. Ви можете керувати своєю системою розумного будинку з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, через веб-інтерфейс або мобільний додаток.

Компактний та стильний дизайн Ајах Нуб дозволяє розмістити його у зручному місці вашого будинку, а його простий інтерфейс робить його легким у використанні навіть для новачків.

Загалом, Ајах Нуб є потужним центральним пристроєм для системи розумного будинку Ајах, який забезпечує безпеку, контроль і зручність управління вашим будинком. Він поєднує в собі надійну безпроводову технологію, шифрування зв'язку і широкі можливості інтеграції.



Рисунок 0.18 - Smart Wi-Fi Hub MSH300HK

Smart Wi-Fi Hub MSH300HK є центральним пристроєм для системи розумного будинку, яка працює на основі Wi-Fi зв'язку. Він виконує роль координатора та управляє різними підключеними пристроями розумного будинку.

MSH300HK забезпечує бездротові підключення до домашньої Wi-Fi мережі, що дозволяє вам керувати системою розумного будинку з будь-якого пристрою, підключеного до мережі Інтернет. Ви можете використовувати мобільний додаток або веб-інтерфейс для керування пристроями, створення сценаріїв та налаштування автоматичних режимів роботи.

Завдяки своїй Wi-Fi зв'язку, MSH300HK дозволяє вам отримувати віддалений доступ до системи розумного будинку. Ви можете контролювати освітлення, кліматичні пристрої, розетки, камери безпеки та інші підключені пристрої з будь-якого місця, де є доступ до Інтернету. Це зручно, коли ви хочете включити світло або перевірити безпеку вашого будинку, коли ви не знаходитесь вдома.

Smart Wi-Fi Hub MSH300HK підтримує інтеграцію з різними сторонніми платформами та голосовими помічниками, такими як Google Assistant або Amazon Alexa. Це дає вам можливість керувати своїм розумним будинком за допомогою голосових команд, забезпечуючи ще більшу зручність і автоматизацію. Крім того, Smart Wi-Fi Hub MSH300HK має інтуїтивний і простий у використанні інтерфейс. Ви можете швидко налаштувати та керувати вашими розумними пристроями без головного клопоту. Його компактний дизайн також дозволяє розмістити його у зручному місці.

В табл. 2.5 наведена порівняльна характеристика Хабів.

Таблиця 0.5 - Порівняння Хабів

№	Назва датчику	Ціна, грн	Протокол зв'язку	Дальність дії, м	Розміри, мм
1	Mi Smart Home Hub	900,00	Wi-Fi, ZigBee 3.0, Bluetooth 5.0, Bluetooth Mesh;	200	153x133x49
2	Ajax Hub	6000,00	Ethernet, GSM	2000 м	163x163x36
3	Meross Smart Hub	800,00	IEEE 802.11 b/g/n, 2.4GHz, 1T1R 433MHz RF	100 м	58 x 41 x 21

## 2.3 Порівняння трьох популярних систем розумного дому: Xiaomi, Ajax і Meross

Системи розумного дому стають все більш поширеними серед споживачів, які бажають забезпечити комфорт, безпеку та енергоефективність в своєму житловому просторі. Ми розглянули загалом три популярні бренди систем розумного дому - Xiaomi, Ajax і Meross - і остаточно проаналізуємо їх переваги та можливості.

1. Xiaomi є одним з найвідоміших брендів у сегменті розумного дому. Вони пропонують широкий асортимент продуктів, які включають в себе розумне освітлення, датчики безпеки, розетки та багато інших пристроїв. Один з основних переваг Xiaomi - це їх низька ціна в порівнянні з багатьма іншими брендами.

Продукти Xiaomi також зазвичай працюють на їх власній платформі MIUI, що дозволяє легко інтегрувати їх з іншими пристроями Xiaomi в екосистемі.

2. Ajax є високоякісним брендом систем розумного дому, який спеціалізується на безпеці та захисті будинків. Продукти Ajax відрізняються стильним дизайном, високою надійністю та великим функціоналом. Вони пропонують різноманітні датчики, камери відеоспостереження, системи контролю доступу та інші пристрої. Ajax зосереджений на забезпеченні безпеки та моніторингу вашого житла.

3. Meross - це ще один варіант системи розумного дому, який пропонує широкий спектр продуктів для автоматизації вашого будинку. Їх продуктова лінійка включає розумні розетки, вимикачі, освітлення та інші пристрої.

Один з основних плюсів Meross - це їх сумісність з популярними платформами розумного дому, такими як Apple HomeKit, Google Assistant та Amazon Alexa, що дозволяє зручно керувати пристроями через голосові команди або мобільний додаток.

Кожна з цих трьох систем розумного дому - Xiaomi, Ajax і Meross - має свої переваги та можливості. Вибір залежить від потреб, бюджету та особистих вподобань. Якщо розглядати доступні продукти з широким функціоналом, то Xiaomi може бути хорошим варіантом.

Зацікавленість в безпеці і надійності може призвести вас до Ajax. А якщо потрібна сумісність з платформами голосового керування, то Meross може бути правильним вибором.

### 3. РОЗРАХУНКИ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

У світі одне з основних значень має раціональне витрачання енергетичних ресурсів. Сучасні нормативи щодо екологічних норм також диктують політику скорочення споживання енергоресурсів. Усі ці фактори демонструють необхідність структурного та технічного переоснащення сучасних будівель.

Найкращим рішенням для задоволення всіх вимог, що висуваються власниками приватних будівель, є впровадження системи автоматизації та управління інженерним обладнанням.

Для максимальної оптимізації витрат необхідна розробка грамотного проекту, який враховуватиме всі технічні особливості об'єкта проектування, а також можливі додаткові витрати під час експлуатації обладнання.

Сучасні системи автоматизації мають істотний недолік - це ціна. Визначити точну вартість запровадження автоматизації важко, оскільки вона включає не тільки проектування, а й монтаж всього обладнання.

Для найкращого обґрунтування впровадження систем автоматизації є покращення економічних показників. Для більш наочної економії від впровадження систем автоматизації необхідно провести економічний аналіз будівлі до та після впровадження систем автоматизації.

Економічний ефект від впровадження систем автоматизації не має прямого впливу на економічні показники будівлі, оскільки самі системи автоматизації прибутку не приносять, вони лише допомагають економити на витратах або уникнути їх.

Економічний ефект від впровадження систем автоматизації досягається економією за рахунок зниження споживання енергоресурсів.

На рисунку 3.1 зображена діаграма розподілу споживання енергоресурсів у побуті.

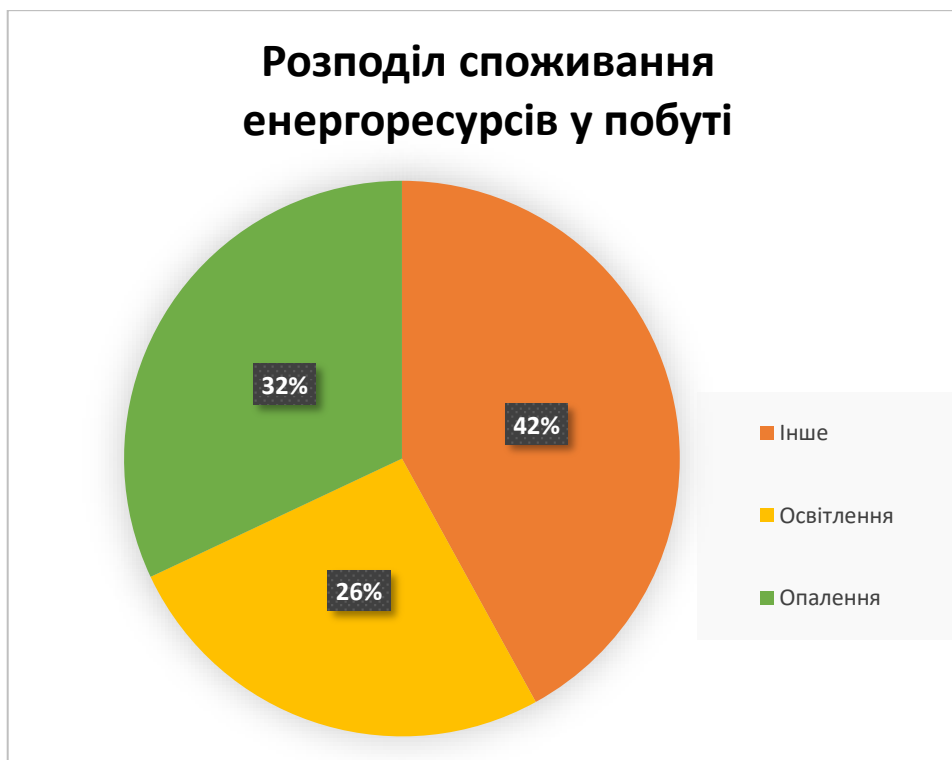


Рисунок 0.1 – Діаграма розподілу споживання енергоресурсів у побуті

### 3.1 Розрахунок витрат на встановлення автоматизованої інженерної системи

Для розрахунку витрат на встановлення автоматизованої інженерної системи необхідно врахувати кілька факторів, включаючи обсяг робіт, тип будівлі, склад системи та інші.

Загальна структура розрахунку витрат.

#### 1. Обсяг робіт.

Які системи будуть автоматизовані в будівлі. Це системи освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, тощо.

#### 2. Вибір обладнання.

Тип та модель обладнання, яке буде використовуватися для автоматизації систем.



У разі Xiaomi це їх власні продукти, які включають сенсори, реле, контролери тощо.

### 3. Кількість пристроїв.

Кількість необхідних пристроїв для покриття всіх зон та систем будівлі.

### 4. Проектування та інсталяція.

Витрати на проектування системи та роботи з її інсталяції. Це можуть бути витрати на проектування схем, розробку технічної документації та установку обладнання.

### 5. Монтажні матеріали.

Витрати на необхідні монтажні матеріали, які можуть включати кабель, канали, кріпильні елементи тощо.

### 6. Послуги фахівців.

Витрати на послуги фахівців, які виконують монтажні та програмні роботи. Це можуть бути витрати на електриків, інженерів з автоматизації.

### 7. Інші витрати.

Можливі витрати, такі як транспортування обладнання, тестування системи, адміністративні витрати тощо.

Важливо зазначити, що кожен проект є унікальним, і витрати можуть значно варіюватися в залежності від його характеристик та вимог. Рекомендується проконсультуватися з фахівцями з автоматизації будівель або підприємствами, які пропонують послуги у сфері автоматизації, для отримання більш детальної та точної інформації про витрати на встановлення автоматизованої інженерної системи.

В таблиці 3.1 наведені витрати на встановлення автоматизованої інженерної системи.

Таблиця 0.1 - Витрати на встановлення автоматизованої інженерної систем

№	Пункт	Вартість, грн за шт.	Кількість	Повна вартість
1	Термостат (датчики температури та вологості)	450,00 ₴	2	900,00 ₴
2	Устаткування автоматизації системи керування електростанцією та вентиляцією	1 000,00 ₴	2	2 000,00 ₴
3	Устаткування автоматизації системи керування освітленням	350,00 ₴	4	1 400,00 ₴
4	Датчики руху	500,00 ₴	4	2 000,00 ₴
5	Устаткування автоматизації системи обліку електроенергії	2 500,00 ₴	1	2 500,00 ₴
6	Хаб	900,00 ₴	1	900,00 ₴
7	Інші витрати			2 000,00 ₴
8	Усього			11 700,00 ₴

### 3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат до та після впровадження системи автоматизації за різних умов експлуатації будівлі

Перед впровадженням системи слід проаналізувати поточні витрати на електроенергію для освітлення, опалення, кондиціонування повітря та інших пристроїв. Потім можна передбачити зміни витрат після впровадження системи, які можуть включати зменшення витрат на робочу силу, оскільки автоматизовані процеси можуть замінити ручну працю. Крім того, система автоматизації може сприяти енергозбереженню, оптимізуючи управління енергоспоживанням.

Також слід врахувати витрати на обслуговування та технічну підтримку системи автоматизації. Усі ці фактори варто врахувати при розрахунку загальних експлуатаційних витрат, що дозволить оцінити ефективність використання системи автоматизації в приватній будівлі.

30.05.2023 на засіданні Уряду за поданням міністра енергетики було схвалено рішення про підвищення тарифу на електроенергію для населення до 2,64 грн. (з ПДВ) за 1 кВт·год з 01.06.2023. Це рішення було затверджено постановою КМУ № 544 від 30.05.2023.

В таблиці 3.2 наведено розрахунок вартості спожитої електроенергії.

Таблиця 0.2 – Розрахунок вартості спожитої електроенергії

№	Місяць	Витрати на електроенергію до впровадження, кВт-год/міс	Вартість електроенергії	Витрати на електроенергію після впровадження, кВт-год/міс	Вартість електроенергії
1	2	3	4	5	6
1	Січень	350	924,00₴	280	739,20₴
2	Лютий	350	924,00₴	280	739,20₴
3	Березень	300	792,00₴	240	633,60₴
4	Квітень	250	660,00₴	200	528,00₴
5	Травень	200	528,00₴	160	422,40₴

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
6	Червень	200	528,00₴	160	422,40₴
7	Липень	200	528,00₴	160	422,40₴
8	Серпень	200	528,00₴	160	422,40₴
9	Вересень	200	528,00₴	160	422,40₴
10	Жовтень	250	660,00₴	200	528,00₴
11	Листопад	300	792,00₴	240	633,60₴
12	Грудень	350	924,00₴	280	739,20₴
13	Середня	262,5	693,00₴	210	554,40₴
14	Усього	3150	8316,00₴	2520	6652,80₴

З таблиці 3.2 бачимо що впровадження економить близько 20 % електроенергії будинку. Тобто кожен рік у середньому буде економія 1663,00 грн.

З таблиці 3.1 бачимо. що впровадження системи коштує 11.700,00 грн.

$$\frac{11700}{1663} = 7,2.$$

Тобто на повну окупність системи потрібно витрати приблизно 7 років.

## ВИСНОВКИ

Підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі за рахунок автоматизації інженерних систем є важливим та перспективним напрямком. Результати дослідження показують, що застосування автоматичного керування освітленням, опаленням, вентиляцією та іншими системами може сприяти ефективнішому використанню енергії.

Автоматизація дозволяє забезпечити оптимальний режим роботи систем в залежності від реальних умов та потреб. Це включає автоматичне вимкнення освітлення та інших пристроїв у присутності людей, регулювання температури та вентиляції відповідно до зовнішньої температури та погодних умов, а також оптимізацію роботи електроприладів.

Ці міри сприяють зменшенню енергетичних витрат та, відповідно, зниженню експлуатаційних витрат. Крім того, автоматизація інженерних систем може покращити комфорт та безпеку мешканців будівлі, забезпечуючи точне регулювання параметрів середовища та ефективне використання енергії.

Застосування автоматизації інженерних систем у приватній будівлі також допомагає знижувати навантаження на електричну мережу та покращує енергетичну стабільність.

Шляхом розподілу навантаження та контролю споживання електроенергії в режимі реального часу можна уникнути перевантажень та збитків, пов'язаних з високими піковими навантаженнями.

Крім того, автоматизація інженерних систем сприяє екологічній сталості будівлі. Зменшення енергетичних витрат призводить до зменшення викидів парникових газів та інших шкідливих речовин у атмосферу. Це сприяє збереженню природних ресурсів та покращенню якості навколишнього середовища.

Загалом, підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі за рахунок автоматизації інженерних систем є перспективним та обґрунтованим рішенням. Воно сприяє зниженню енергетичних витрат, експлуатаційних витрат та впливає на покращення комфорту та безпеки мешканців. Крім того,

цей підхід є важливим кроком у напрямку сталого розвитку та збереження навколишнього середовища.

Впровадження запропонованих технічних рішень у кваліфікаційній роботі дозволить економити близько 20 % електроенергії будинку. Тобто кожен рік у середньому буде економія 1663,00 грн, впровадження системи коштує 11.700,00 грн. Строк окупності системи склав приблизно 7 років.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Буркало В. І., Burkalo V. Системи обліку та передачі даних спожитої електроенергії : master's thesis. 2019. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/29571> (дата звернення: 05.05.2023).
2. Дешко В., Білоус І., Максименко О. Вплив місцевого поквартирного регулювання систем опалення житлових будинків на енергоспоживання. *Technologies and engineering*. 2022. № 1. С. 20—31. URL: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2022.1.2> (дата звернення: 08.05.2023).
3. Карпилов А. Ю. Засіб автоматизації контролю параметрів електроенергетичних систем. *Automation of technological and business processes*. 2021. Т. 13, № 1. С. 54—58. URL: <https://doi.org/10.15673/atbp.v13i1.2001> (дата звернення: 11.05.2023).
4. Клопотюк М. М. Моделювання автоматизованої системи керування "Розумний дім" : автореф. Thesis Abstract. 2018. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26453> (дата звернення: 15.05.2023).
5. Панченко Є. А. Дослідження комп'ютеризованої системи обліку електроенергії : thesis. 2017. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/8343> (дата звернення: 21.05.2023).
6. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. № 483 : Постанова Каб. Міністрів України від 30.05.2023 р. № 544. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/544-2023-п#Text> (дата звернення: 22.05.2023).
7. Тарифи на електроенергію у 2023 році. *Ставки, індекси, тарифы*. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/electric/index.php/> (дата звернення: 22.05.2023).
8. Токарев К. О. Використання альтернативних джерел енергії для енергозабезпечення приватної будівлі : master's thesis. 2019. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/75779> (дата звернення: 22.05.2023).

9. IoT Editorial Office I. Acknowledgment to the reviewers of iot in 2022. *IoT*. 2023. Vol. 4, no. 1. P. 56. URL: <https://doi.org/10.3390/iot4010003> (date of access: 22.05.2023).

10. Karpa D. M., Tsmots I. H., Opotiak Y. V. Нейромережеві засоби прогнозування споживання енергоресурсів. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2018. T. 28, № 5. С. 140—146. URL: <https://doi.org/10.15421/40280529> (дата звернення: 22.05.2023).

11. Reynolds J. Going wi-fi: networks untethered with 802. 11 wireless technology. Taylor & Francis Group, 2017.

12. ZigBee technology / Vaishali et al. *International journal of advanced research in science, communication and technology*. 2022. P. 688—692. URL: <https://doi.org/10.48175/ijarsct-703я6> (date of access: 25.05.2023).

13. Антонюк В. В. Розроблення електроефективної системи освітлення розумного будинку : thesis. 2017. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/7525> (дата звернення: 25.05.2023).

14. Вишневська Д. В. Технологія Інтернету речей ІТ-системи "Розумний будинок" : master's thesis. 2021. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/86714> (дата звернення: 01.06.2023).

15. Віхтюк А. Р. Система «Розумний дім» на основі контролера ESP8266 : бакалаврська робота. 2021. URL: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/10396> (дата звернення: 01.06.2023).

16. Гедзун Д. В., Стаценко В. В. Розробка та дослідження системи керування освітленням приватного будинку : thesis. 2020. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16612> (дата звернення: 01.06.2023).

17. Іванчук О. В., Козел В. М., Дроздова Є. А. Проблеми енергоефективності систем інтернету речей. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2020. № 3. С. 92—98.



URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.3.12> (дата звернення: 01.06.2023).

18. Клопотюк М. М. Моделювання автоматизованої системи керування "Розумний дім" : автореф. Thesis Abstract. 2018. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26453> (дата звернення: 02.06.2023).

19. Куц О. В., Kuts O. Розробка автоматизованої системи прогнозування споживання електроенергії за допомогою методів машинного навчання : bachelor's thesis. 2021. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35420> (дата звернення: 03.06.2023).

20. Масира О. І. Дослідження автоматизованої системи моніторингу споживання електроенергії : master's thesis. 2018. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26803> (дата звернення: 03.06.2023).

21. Пороскун Д. М. Використання альтернативних джерел енергії для енергозабезпечення адміністративної будівлі ТОВ "Демпург" : master's thesis. 2018. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/72222> (дата звернення: 03.06.2023).

22. Скуртол С. Д. Ризики автоматизації обліку. *Вісник Київського інституту бізнесу та технологій*. 2018. Вип. № 2 (36). С. 106—107.

23. Чорний А. І. Комп'ютеризована система обліку електроспоживання підприємства : master's thesis. 2018. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26782> (дата звернення: 04.06.2023).

24. Яцкін В. В. Кремнійовий датчик температури : bachelor's thesis. 2019. 65 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/28968> (дата звернення: 04.06.2023).

25. Стельмах А. М., Слободян Н. М. Енергоефективне опалення індивідуального житлового будинку : thesis. 2018. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/23649> (дата звернення: 05.06.2023).

## **ДОДАТОК А**

Демонстраційні матеріали до захисту дипломної роботи  
«Підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі за рахунок  
автоматизації інженерних систем»

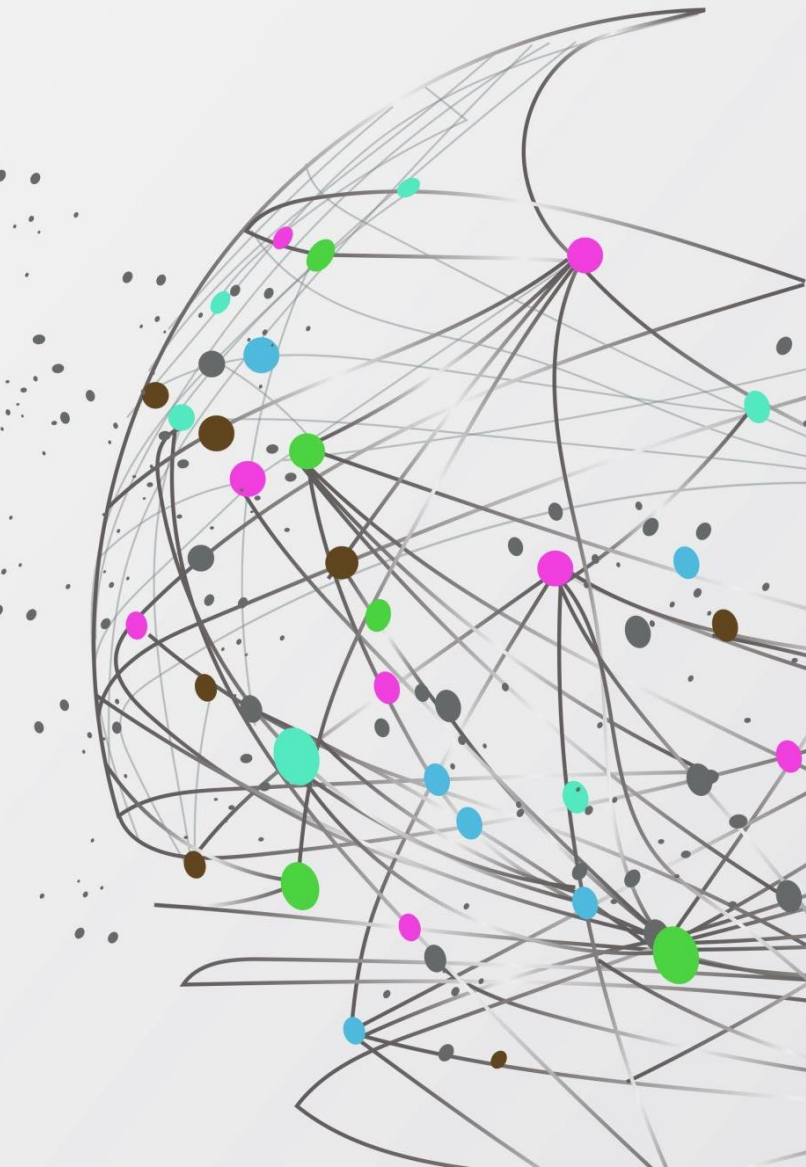
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ  
ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА  
КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

ДИПЛОМНА РОБОТА НА ТЕМУ:

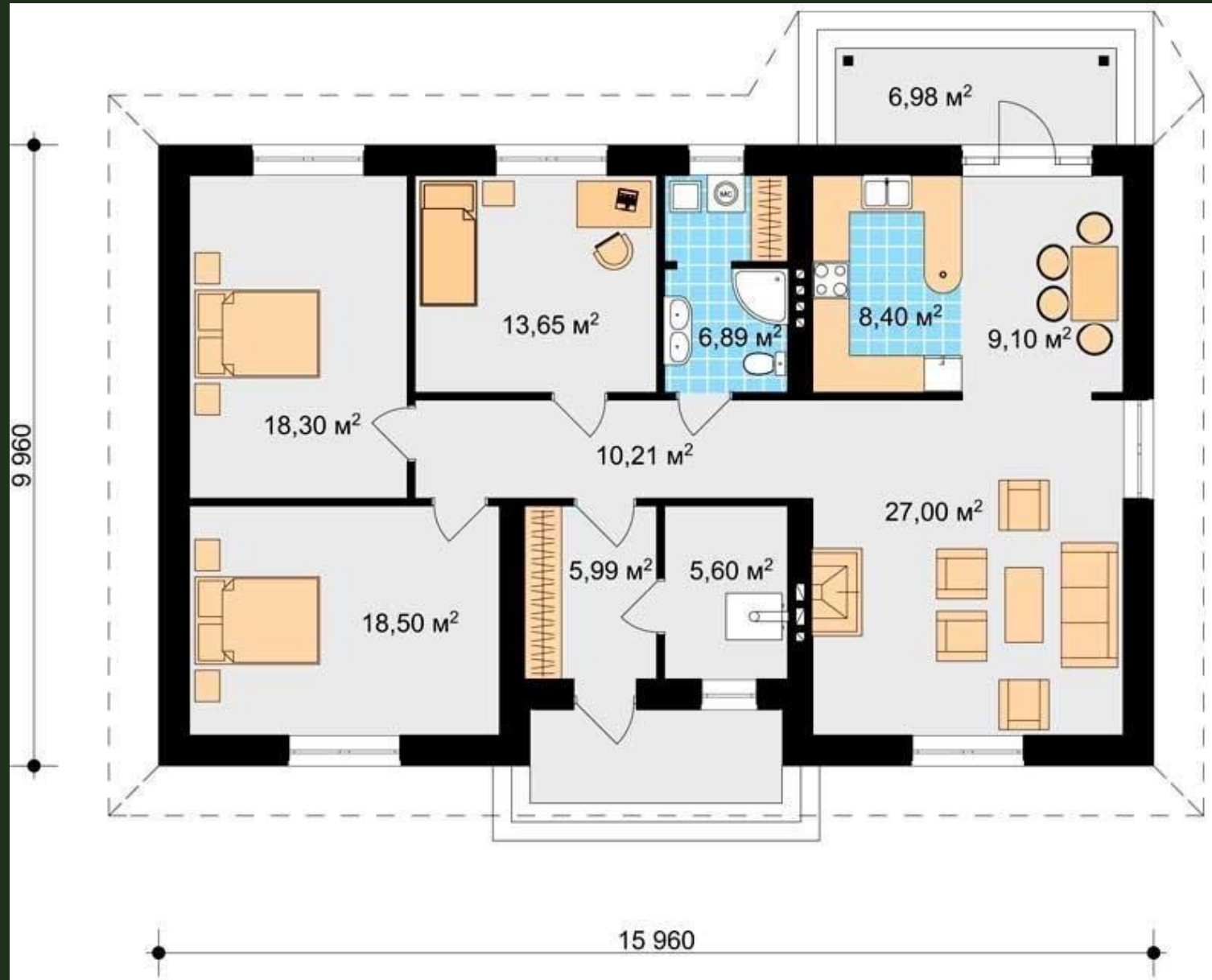
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРИВАТНОЇ БУДІВЛІ ЗА  
РАХУНОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ»

ВИКОНАВ: СТ. ГР. 6.1419 НЕДАВА Д.С

КЕРІВНИК: К.Т.Н., ДОЦЕНТ ЄРОФЄЄВА А.А



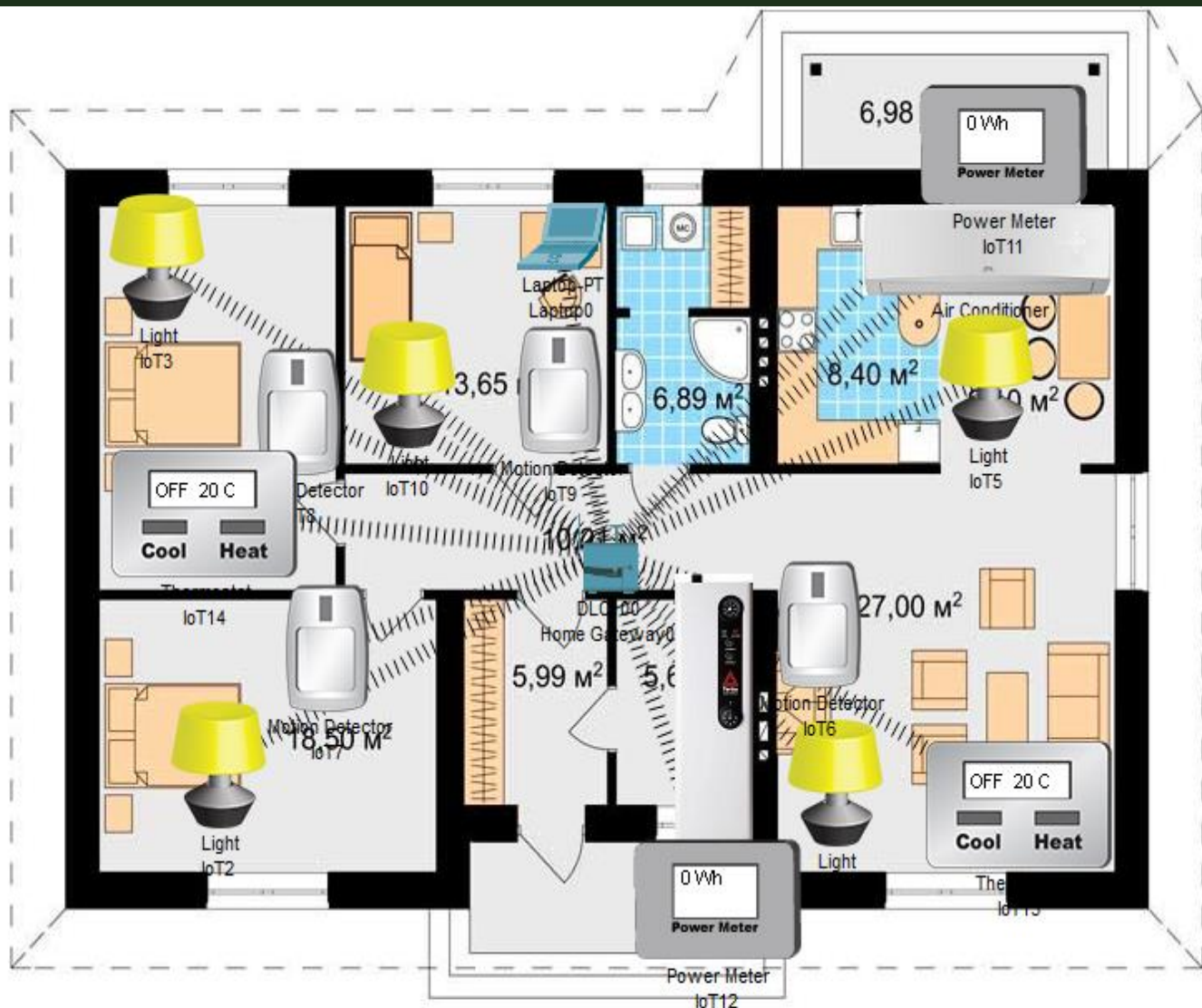
# ПЛАН БУДІВЛІ



Характеристики	Опис
Розташування	м.Запоріжжя
Площа будівлі	130 кв. м
Конструкція	Одноповерховий будинок
Види інженерних систем	Система опалення: електрокотельня; система вентиляції: Кондиціонер;
Енергетичні параметри	освітлення: LED-лампи Напруга: 220 В; Середня споживана потужність: 260 кВт-год/міс

# ПЛАН РОЗТАШУВАННЯ РОЗУМНИХ РЕЧЕЙ

9 960



15 960



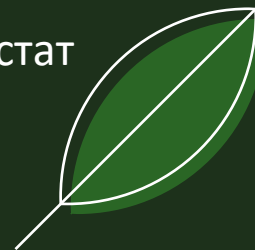
- Хаб

- Освітлення

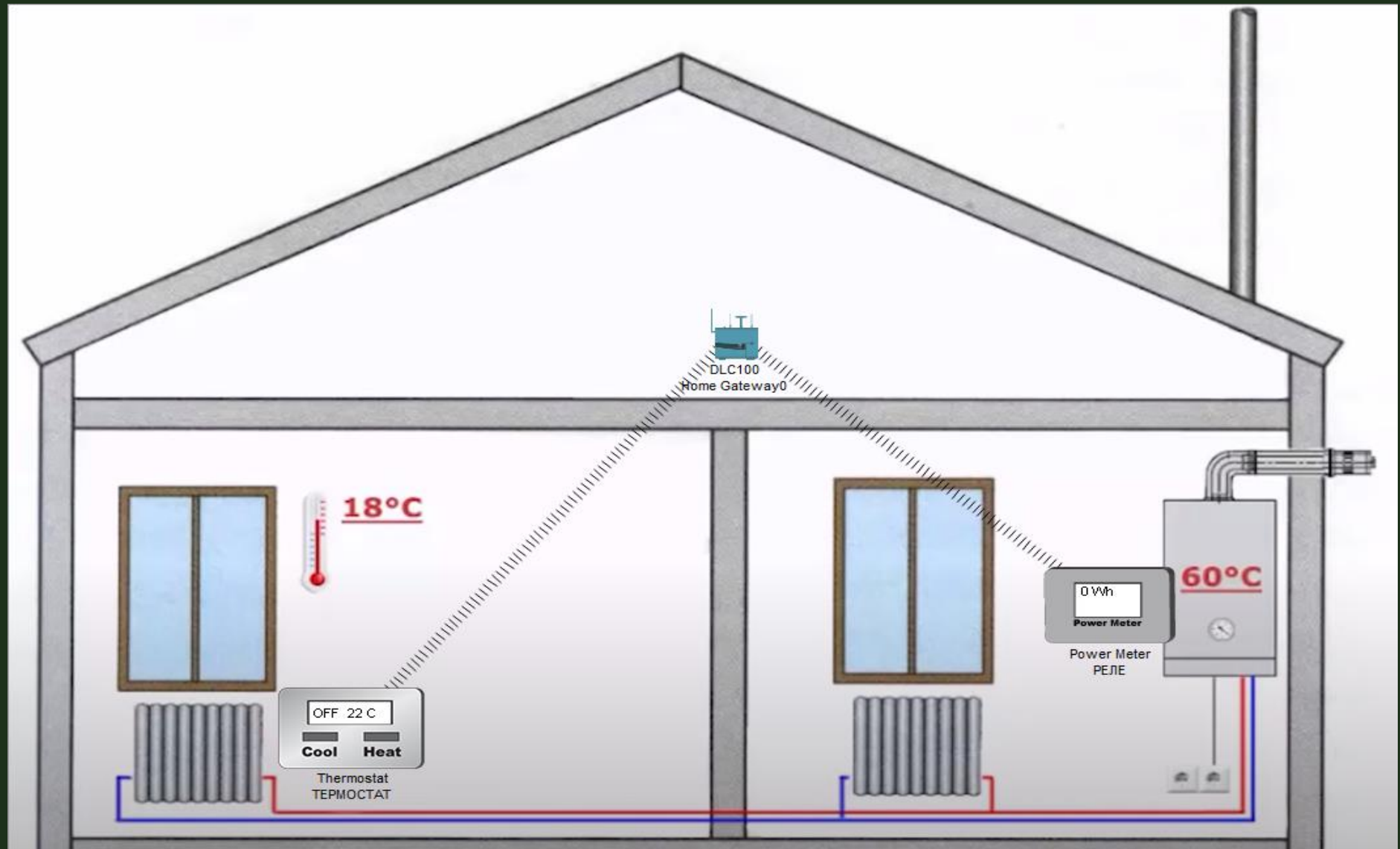
- Детектор руху

- Термостат

- Реле

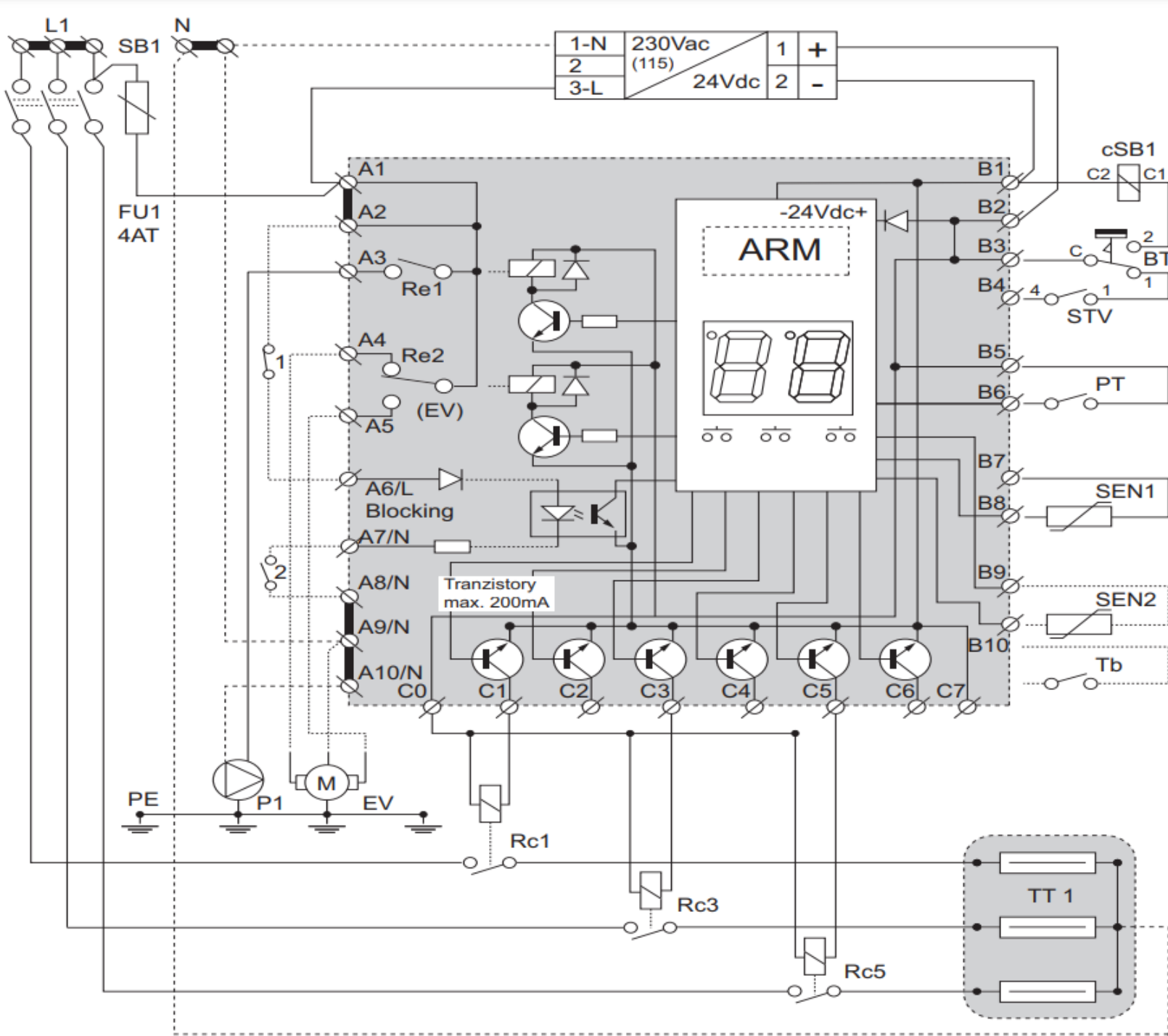


# СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ТЕРМОСТАТУ ТА РЕЛЕ



# ЕЛЕКТРОНІКА ОПАНОВАЛЬНОГО КОТЛА

Bosch Tronic Heat 3000/3500



№	Компоненти та зв'язки
SB1	Головний вимикач
cSB1	Катушка реле
FU1	Плавкий запобіжник
BT	Запобіжний обмежувач температури
STV	Гідравлічний вимикач
PT	Кімнатний термостат
P1	Насос
EV	3-ходовий клапан
Sen1	Датчик температури котлової води
Sen2	Додатковий датчик температури
Tb	Водяний термостат
Re1	Реле обігріву
Re2	Реле 3-ходового клапана
TT1	Нагрівальний елемент 1
Rc1-Rc5	Захист для TT1
1	Зовнішнє блокування котла
2	Зовнішнє блокування котла (наприклад, від багатотарифного лічильника)

# ВИБІР ІОТ РЕЧЕЙ, ТЕРМОСТАТ

(датчик температури і вологості)



№	Назва датчику	Ціна, грн	Хаб	Робоча вологість	Діапазон робочих температур	Розмір
1	Mi Temperature and Humidity Monitor 2	439,00	Mi Smart Home Hub	До 99 %	0° +60°C	43 x 43 x 12.5 мм
2	LifeQuality	7500,00	Ajax LifeQuality	до 85%	0 ° C - +50 ° C	77 × 77 × 34.5 мм
3	Meross MS100	869,00	Meross Smart Hub	до 100%	-10°C~50°C	40 x 40 x 14 мм

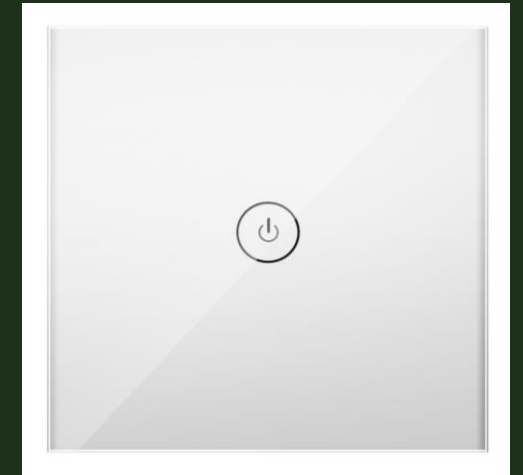
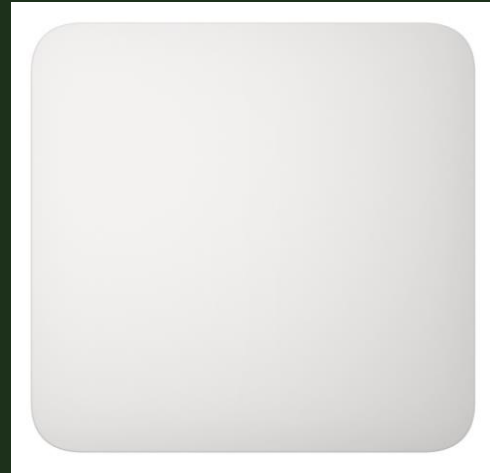


# ВИБІР ІОТ РЕЧЕЙ, КОНТРОЛЬ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ



№	Назва датчику	Ціна, грн	Хаб	Дальність сигналу	Розміри
1	ZigBee-реле Xiaomi Aqara Wireless Relay	1000,00	Mi Smart Home Hub/ Apple HomeKit,	30-50 м	40 x 23 x 16 мм
2	Ajax Relay с сухим контактом	1200,00	Ajax LifeQuality	1000 м	38 x 25 x 18 мм
3	Meross Smart Wi-Fi Switch	700,00	Meross Smart Hub /Apple HomeKit,	150 м	96 x 47 x 24 мм

# ВИБІР ІОТ РЕЧЕЙ, КОНТРОЛЬ ОСВІТЛЕННЯ



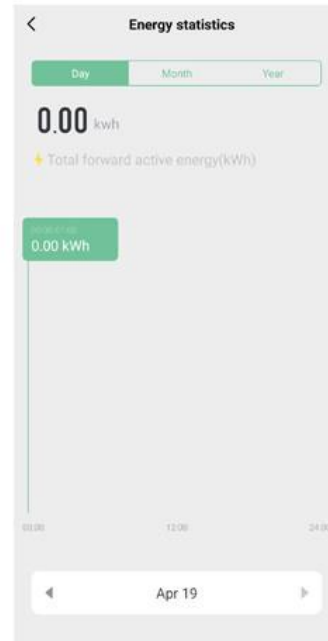
№	Назва датчику	Ціна, грн	Хаб	Енергетичні параметри	Розміри
1	Xiaomi Yeelight Flex Switch	320,00	Mi Smart Home Hub	220 В, 60 Гц	86 x 86 x 32 мм
2	AJAX LIGHTSWITCH	2000,00	Ajax LifeQuality	230 В, 50-60 Гц	76.3 × 72.3 × 29.2 мм
3	Smart Wi-Fi Wall Switch	1000,00	Meross Smart Hub	100-240 В~, 50/60 Гц	86 x 86 x 35 мм

# ВИБІР ІОТ РЕЧЕЙ, ДАТЧИКИ РУХУ



№	Назва датчику	Ціна, грн	Хаб	Дальність дії	Розміри
1	Xiaomi Mi Smart Home Move Detector	489,00	Mi Smart Home Hub	7 м	30 x 33 мм
2	Ajax MotionProtect	1 559,00	Ajax LifeQuality	До 12 м	110 x 65 x 50 мм
3	ATIS-804DW	380,00	Meross Smart Hub	50м	110x55x35мм

# РОЗУМНИЙ ЛІЧИЛЬНИК



Параметр	Значення
Беспроводная частота	2,4 ГГц
Номинальная сила тока	63А
Напряжение	220 в
Частота	50 / 60 Гц
Защита от пониженного напряжения	150 – 190 В (по умолчанию 170 В)
Защита от перенапряжения	250 – 300 В (по умолчанию 270 В)
Защита от перегрузки по току	1 - 63А (по умолчанию 63А)
Время повторного подключения (время задержки)	5 – 90 сек (по умолчанию 30 сек)
Защита от утечки электроэнергии	10 – 99 мА (возможно отключить)
Погрешность	не более 1%
Установка	35 мм din-рейка
Материал	пластик + металл
Рабочая температура	-30 С ~ +70 С
Размер	90 x 48 x 17 мм

# ВИБІР ІОТ РЕЧЕЙ, ХАБ



№	Назва датчику	Ціна, грн	Протокол зв'язку	Дальність дії	Розміри
1	Mi Smart Home Hub	900,00	Wi-Fi, ZigBee 3.0, Bluetooth 5.0, Bluetooth Mesh;	200 м	153x133x49 мм
2	Ajax Hub	6000,00	Ethernet, GSM	2000 м	163x163x36 мм
3	Meross Smart Hub	800,00	IEEE 802.11 b/g/n, 2.4GHz, 1T1R 433MHz RF	100 м	58 x 41 x 21 мм

# РОЗРАХУНКИ

№	Пункт	Вартість, грн за шт.	Кількість	Повна вартість
1	Термостат (Датчики температури та вологості).	450,00 ₴	2	900,00 ₴
2	Устаткування автоматизації системи керування електрокотельнею та вентиляцією.	1 000,00 ₴	2	2 000,00 ₴
3	Устаткування автоматизації системи керування освітленням.	350,00 ₴	4	1 400,00 ₴
4	Датчики руху.	500,00 ₴	4	2 000,00 ₴
5	Устаткування автоматизації системи обліку електроенергії.	2 500,00 ₴	1	2 500,00 ₴
6	Хаб.	900,00 ₴	1	900,00 ₴
7	Інші витрати			2 000,00 ₴
8	Усього			11 700,00 ₴

№	Місяць	Витрати на електроенергії до впровадження, кВт-год/міс	Вартість електроенергії	Витрати на електроенергії після впровадження, кВт-год/міс	Вартість електроенергії
1	Січень	350	924,00 ₴	280	739,20 ₴
2	Лютий	350	924,00 ₴	280	739,20 ₴
3	Березень	300	792,00 ₴	240	633,60 ₴
4	Квітень	250	660,00 ₴	200	528,00 ₴
5	Травень	200	528,00 ₴	160	422,40 ₴
6	Червень	200	528,00 ₴	160	422,40 ₴
7	Липень	200	528,00 ₴	160	422,40 ₴
8	Серпень	200	528,00 ₴	160	422,40 ₴
9	Вересень	200	528,00 ₴	160	422,40 ₴
10	Жовтень	250	660,00 ₴	200	528,00 ₴
11	Листопад	300	792,00 ₴	240	633,60 ₴
12	Грудень	350	924,00 ₴	280	739,20 ₴
13	Середня	262,5	693,00 ₴	210	554,40 ₴
14	Усього	3150	8 316,00 ₴	2520	6 652,80 ₴

# ВИСНОВОК

- Підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі за рахунок автоматизації інженерних систем є важливим та перспективним напрямком. Результати дослідження показують, що застосування автоматичного керування освітленням, опаленням, вентиляцією та іншими системами може сприяти ефективнішому використанню енергії.
- Автоматизація дозволяє забезпечити оптимальний режим роботи систем в залежності від реальних умов та потреб. Це включає автоматичне вимкнення освітлення та інших пристроїв у присутності людей, регулювання температури та вентиляції відповідно до зовнішньої температури та погодних умов, а також оптимізацію роботи електроприладів.
- Загалом, підвищення ефективності електроспоживання приватної будівлі за рахунок автоматизації інженерних систем є перспективним та обґрунтованим рішенням. Воно сприяє зниженню енергетичних витрат, експлуатаційних витрат та впливає на покращення комфорту та безпеки мешканців. Крім того, цей підхід є важливим кроком у напрямку сталого розвитку та збереження навколишнього середовища.