ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Розробка системи енергозбереження для житлових будинків за допомогою IoT-технологій»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Михайло РОМАН
(підпис) *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав: здобувач вищої освіти гр. ІСД- 42
Михайло РОМАН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник: Анастасія КАЗНАЧЕЄВА
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Рецензент: _____
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Київ 2024

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність Інформаційні системи та технології
Освітньо-професійна програма Інформаційні системи та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою ІПЗАС
_____Каміла СТОРЧАК
«____» _____2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
Роману Михайлу Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1.Тема кваліфікаційної роботи: Розробка системи енергозбереження для житлових будинків за допомогою IoT-технологій

керівник кваліфікаційної роботи Анастасія КАЗНАЧЕЄВА викладач
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «27» лютого 2024 р. № 36

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «31» травня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:
1. Технічна документація на сучасні системи енергопостачання житлових будинків.
2. Науково-технічна література з теми енергозбереження та IoT-технологій.
3. Нормативні документи з енергозбереження та безпеки електричних систем.
4. Економічні дані про вартість впровадження та ефективність систем енергозбереження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1. Проведення огляду поточної ситуації з енергозабезпеченням житлового сектора.

4.2. Оцінка ефективності існуючих інтелектуальних систем для оптимізації та економії енергопостачання.

4.3. Розробка апаратного забезпечення енергозберігаючої системи, включаючи високовольтне обладнання для керування та розподілу електроенергії та функціональність комбінації контролерів

4.4. Створення програмного забезпечення для безпосереднього керування енергоспоживанням і мобільними додатками для моніторингу даних.

5. Ілюстративний матеріал: *презентація*

6. Дата видачі завдання: «27» лютого 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	27.02-03.03.2024	
2	Обгрунтування актуальності роботи	04.03-10.03.2024	
3	Огляд сфери енергопостачання житлового сектору та оцінка ефективності розумних систем	11.03-17.03.2024	
4	Розробка апаратного забезпечення: вибір пристроїв управління, контролера, та аналіз структурного складу апаратної частини	18.03-01.04.2024	
5	Розробка програмного забезпечення пристрою	01.04-22.04.2024	
6	Створення архітектури та інтерфейсу мобільного додатку для моніторингу даних	23.04-06.05.2024	
7	Написання основної частини кваліфікаційної роботи	07.05-15.05.2024	
8	Написання вступу, висновків та реферату	16.05-22.05.2024	
9	Розробка демонстраційних матеріалів	23.05-24.05.2024	

Здобувач вищої освіти _____ Михайло РОМАН
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Анастасія КАЗНАЧЕЄВА
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавр: 85 стор., 1 табл., 55 рис., 27 джерела.

Мета роботи – розробка системи енергозбереження житлових будинків з використанням технології IoT, яка знижує витрати на енергопостачання та підвищує ефективність використання енергії.

Об'єкт дослідження- процеси споживання та енергозбереження в будинках, а також інтелектуальні системи управління енергопостачанням з використанням технології IoT.

Предмет дослідження – Технології та методи розробки і впровадження системи енергозбереження в житлових будинках на основі Інтернету речей (IoT).

Короткий зміст роботи: У дипломній роботі досліджуються сучасні підходи до енергозбереження в житлових будинках з використанням технологій Інтернету речей (IoT). В роботі аналізується стан енергопостачання житлового сектору, оцінюється ефективність розумних систем оптимізації та економії енергопостачання. Також розглядаються сучасні системи розумного керування енергопостачанням у житлових будинках, їх технологічні особливості та переваги. Розробка апаратного забезпечення включає поєднання пристроїв управління та розподілу високими напругами з контролером, структурний склад апаратної частини та заходи забезпечення надійності і запобігання пожежам.

Результатом дослідження є розробка інтегрованої системи енергозбереження, що включає апаратне та програмне забезпечення для автоматизованого контролю та оптимізації енергоспоживання у житлових будинках. Використання IoT-технологій дозволяє значно знизити енергоспоживання, підвищити енергоефективність будинків та забезпечити економічну ефективність за рахунок зменшення витрат на енергопостачання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ (IOT), ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЖИТЛОВІ БУДИНКИ, РОЗУМНІ СИСТЕМИ, АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

ABSTRACT

Text part of the bachelor level qualification work: 85 pages, 55 pictures, 1 table, 27 sources.

The purpose of the work is to develop an energy-saving system for residential buildings using IoT technology, which reduces energy supply costs and increases the efficiency of energy use.

The object of research is consumption and energy saving processes in buildings, as well as intelligent energy supply management systems using IoT technology.

The subject of the research is Technologies and methods of developing and implementing an energy saving system in residential buildings based on the Internet of Things (IoT).

Summary of the work: The thesis examines modern approaches to energy saving in residential buildings using Internet of Things (IoT) technologies. The paper analyzes the state of energy supply in the residential sector, evaluates the effectiveness of smart systems for optimizing and saving energy supply. Modern systems of smart management of energy supply in residential buildings, their technological features and advantages are also considered. Hardware development includes the combination of high-voltage control and distribution devices with a controller, the structural composition of the hardware part, and measures to ensure reliability and fire prevention.

The result of the research is the development of an integrated energy saving system, which includes hardware and software for automated control and optimization of energy consumption in residential buildings. The use of IoT technologies allows you to significantly reduce energy consumption, increase the energy efficiency of buildings and ensure economic efficiency by reducing energy supply costs.

KEYWORDS: ENERGY SAVING, INTERNET OF THINGS (IOT), ENERGY EFFICIENCY, RESIDENTIAL BUILDINGS, SMART SYSTEMS, HARDWARE, SOFTWARE.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ …….. 4
ВСТУП ……... 7
1 СУЧАСНА ЕНЕРГЕТИКА ТА КЛЮЧОВІ ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ …… 10
1.1 Огляд сфери енергопостачання житлового сектору в Україні ……... 10
1.2 Оцінка ефективності розумних систем оптимізації та економії енергопостачання …… 15
1.3 Сучасні системи розумного керування енергопостачанням у житлових будинках …….. 23
2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ …… 32
2.1 Особливості поєднання пристроїв управління та розподілу високими напругами та контролера …….. 32
2.2 Структурний склад апаратної частини ……... 36
2.3 Заходи забезпечення надійності та запобігання пожежам …… 46
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ …… 51
3.1 Програмне забезпечення для безпосереднього керування електропостачанням та електроспоживанням ……. 51
3.2 Архітектура мобільного додатку для моніторингу даних …… 63
3.3 Інтерфейс мобільного додатку для моніторингу даних …… 76
ВИСНОВОК ……... 88
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 92
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ……. 95

ВСТУП

Енергозбереження є одним із ключових аспектів сучасної енергетичної політики в усьому світі. У побутовому секторі питання ефективного використання енергоресурсів стає особливо актуальним, оскільки витрати на енергопостачання мають значний вплив на сімейний бюджет. Для зниження витрат на енергопостачання, підвищення комфорту життя та зниження екологічного навантаження на довкілля необхідний інтелектуальний контроль споживання енергії.

Сучасні тенденції енергетичної політики спрямовані на максимальне скорочення енергоспоживання шляхом впровадження сучасних технологій та інноваційних рішень. У житловій зоні це використання енергоефективних матеріалів, впровадження інтелектуальних систем енергоменеджменту та оптимізація роботи побутової техніки. Це значно скорочує витрати на опалення, освітлення, кондиціонування та інші важливі процеси.

Забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів у побутовому секторі безпосередньо впливає на економічну стабільність домогосподарств. Витрати на енергію складають значну частину сімейного бюджету, і зменшення цих витрат може покращити фінансовий стан домогосподарств, збільшити їхню платоспроможність і зменшити рівень паливної бідності. Енергоефективні технології допомагають досягти цього завдяки більш раціональному використанню енергетичних ресурсів, зменшенню втрат тепла та електроенергії, зниженню енергоспоживання при збереженні комфортного рівня життя.

Крім того, економія енергії в житлових приміщеннях дуже важлива для навколишнього середовища. Зменшення споживання енергії безпосередньо впливає на скорочення викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин і сприяє покращенню екологічної ситуації.

Використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітряні турбіни, також є важливою частиною стратегій енергозбереження. Це зменшує залежність від викопного палива та сприяє розвитку стійких енергетичних систем.

Вибір теми дослідження зумовлений необхідністю розробки та впровадження інноваційних енергозберігаючих систем на основі технології Інтернету речей (IoT). Використання IoT дозволяє створювати інтелектуальні системи управління енергією, які оптимізують використання енергетичних ресурсів і знижують загальну вартість енергопостачання. Незважаючи на те, що питання енергозбереження в житловому секторі досліджується багатьма науковцями, питання інтеграції технологій Інтернету речей у цю сферу досі недостатньо вивчене. Зокрема, потребують подальші дослідження ефективності сучасних систем інтелектуального управління енергопостачанням, апаратних і програмних характеристик таких систем, практичних аспектів їх впровадження в житлових будинках.

Актуальність теми дослідження полягає в необхідності розробки та впровадження інноваційних енергозберігаючих систем на основі технології Інтернету речей (IoT), що забезпечить оптимізацію використання енергетичних ресурсів, зниження витрат на енергопостачання.

Об'єктом дослідження є процеси споживання та енергозбереження в будинках, а також інтелектуальні системи управління енергопостачанням з використанням технології IoT.

Метою даного дослідження є розробка системи енергозбереження житлових будинків з використанням технології IoT, яка знижує витрати на енергопостачання та підвищує ефективність використання енергії.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

– Проведення огляду поточної ситуації з енергозабезпеченням житлового сектора.

– Оцінка ефективності існуючих інтелектуальних систем для оптимізації та економії енергопостачання.

– Розробка апаратного забезпечення енергозберігаючої системи, включаючи високовольтне обладнання для керування та розподілу електроенергії та функціональність комбінації контролерів.

– Створення програмного забезпечення для безпосереднього керування енергоспоживанням і мобільними додатками для моніторингу даних.

Методи дослідження включають аналіз наукових джерел, розробку та тестування апаратного та програмного забезпечення, а також моделювання та оцінку ефективності запропонованих систем.

Наукова новизна даного дослідження полягає у створенні інтегрованої системи енергозбереження для дому, яка використовує технологію IoT для оптимізації процесів енергоспоживання. Пропонована система включає унікальні апаратні та програмні рішення, які гарантують високий рівень надійності та безпеки.

Практична значущість результатів дослідження полягає в можливості їх впровадження в житлових будинках для підвищення ефективності енергоспоживання та зниження витрат на енергопостачання. Розроблена система може бути використана як в новобудовах, так і в існуючих багатоквартирних будинках і допоможе підвищити енергоефективність українського житлового фонду. Впровадження інтелектуальних енергозберігаючих систем на базі технології IoT забезпечує ефективне використання енергоресурсів житлової забудови. Це дозволить скоротити витрати на опалення, освітлення, кондиціонування та інші енергоємні процеси, які складають значну частину комунальних платежів населення. Завдяки автоматичному моніторингу та управлінню споживанням енергії споживачі можуть краще контролювати витрати та оптимізувати споживання енергії відповідно до своїх поточних потреб.

1 СУЧАСНА ЕНЕРГЕТИКА ТА КЛЮЧОВІ ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

1.1 Огляд сфери енергопостачання житлового сектору в Україні

Енергопостачання житлового сектору в Україні є невід'ємною складовою системи енергетики країни, від якої залежить забезпечення житлових потреб громадян та стабільність функціонування економічного та соціального життя населення. У зв'язку зі зростанням населення та розвитком господарської діяльності, енергопостачання стає дедалі більш актуальною та складною проблемою, яка потребує системного аналізу та розробки ефективних стратегій вирішення.

Актуальні проблеми енергопостачання житлового сектору зображено на рис.1

Рис. 1.1 Актуальні проблеми енергопостачання житлового сектору

Однією з ключових проблем сучасного енергопостачання житлового сектору в Україні є високий рівень споживання енергії та тепла. Застарілість інфраструктури та систем теплопостачання також є серйозними викликами, які призводять до значних втрат енергоресурсів та неефективного їх використання. Недоліки у здійсненні енергетичних аудитів та моніторингу споживання призводять до недостатньої контрольованості процесів та ускладнюють прийняття обґрунтованих рішень щодо оптимізації енергоефективності. Ще однією проблемою є значні втрати газу через технічні несправності та недоліки у мережах, що призводить до екологічних та економічних збитків. Старіння житлового фонду також створює проблеми з енергоефективністю через необхідність модернізації та реконструкції будівельних об'єктів.

Україна споживає приблизно 92 мільйони тонн нафтового еквівалента (ТОЕ) на рік і має одну з найбільш енергоємних і енергозалежних економік у світі. Індекс енергоємності ВВП у нас втричі вищий, ніж у більшості європейських країн.(рис1.2)

Рис. 1.2 Енергоємність економік країн [1]

В Україні досі є проблеми щодо ефективного перетворення первинної енергії у вторинну. У перші роки 2000-х ефективність кінцевого використання енергії зменшувалася швидше, ніж ефективність первинного енергопостачання. Це свідчить про те, що ефективність сектору енергетичного перетворення не досягла необхідного рівня покращення. Навіть за останні роки, не дивлячись на деякі незначні поліпшення, Україна продовжує витрачати значну частину свого

первинного енергопостачання на конвертування енергії (45% у 2023 році), що перевищує відповідні показники у країнах-членах ОЕСР та ЄС, а також країнах Європи та Євразії, які не є членами ОЕСР. (рис. 1.3).

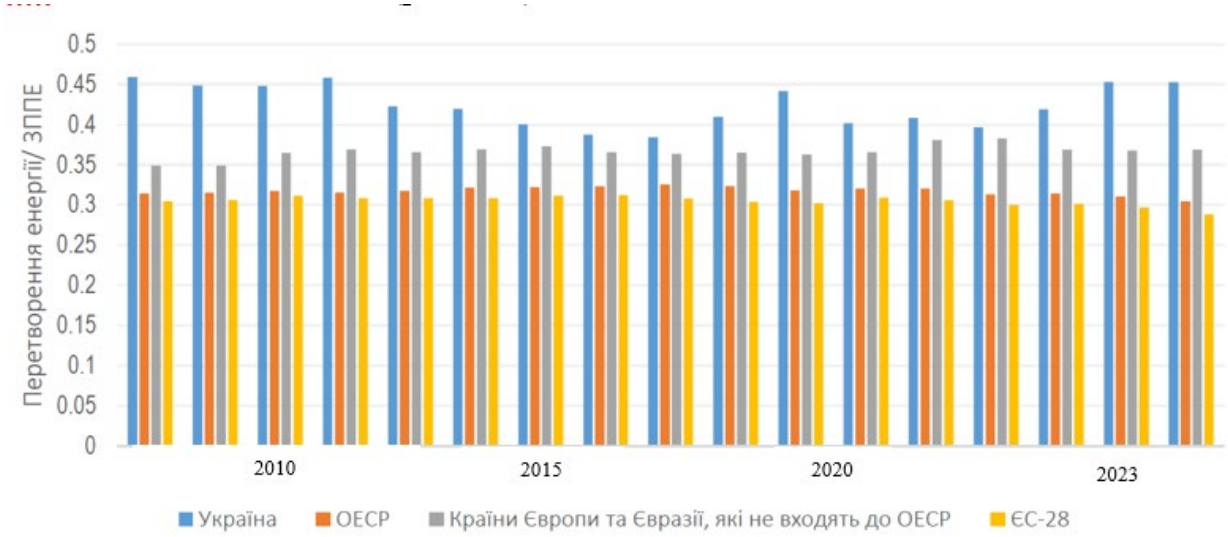


Рис. 1.3 Частка перетворення енергії в обсязі загального постачання первинної енергії (TPES) [2]

Основними кінцевими споживачами загального кінцевого споживання є домогосподарства, за ними йдуть промисловість, транспорт та інші сектори (включаючи комунальні послуги, сільське господарство та неенергетичне використання). Основним паливом у структурі кінцевого споживання залишається природний газ, частка споживання в житловому секторі становить приблизно 59%. Електрична і теплова енергія споживається в побутовому секторі, промисловості, нафта і нафтопродукти споживаються переважно на транспорті. Більша частина вугілля використовується для виробництва тепла та електроенергії, але його основними кінцевими споживачами є промислові підприємства. У відновлюваній енергетиці сонячна та вітрова енергія використовуються для виробництва електроенергії, а біопаливо та відходи використовуються для кінцевого використання (переважно приватні споживачі) (рис 1.4).

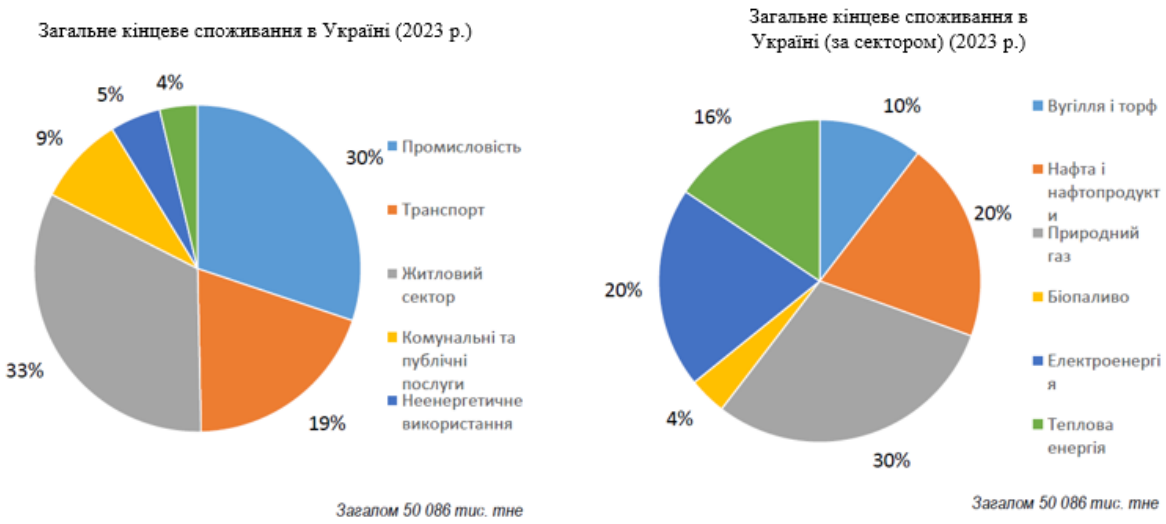


Рис. 1.4 Загальне кінцеве споживання [2]

У 2021 році в Україні було згенеровано 159 351 ГВт-год електроенергії, більшість з якої вироблялася державними підприємствами. Національна акціонерна електрогенеруюча компанія "Енергоатом" є державним підприємством, що управляє роботою чотирьох атомних електростанцій з 15 енергоблоками та забезпечує близько половини виробництва електроенергії в країні.

Додатково, 7-10% електроенергії в Україні генерують гідроелектростанції, що перебувають під управлінням "Укргідроенерго", а близько 8% - вугільні та теплові електростанції, що належать "Центренерго". Вугільні та теплові електростанції Приватної групи ДТЕК відповідають за 23% виробленої електроенергії. ДТЕК є найбільшим вертикально інтегрованим холдингом в Україні, який діє у різних сферах енергетики та здійснює управління всіма етапами виробництва та розподілу енергії. Крім того, компанія постачає та розподіляє тепло та електроенергію споживачам через дочірнє підприємство обленерго.

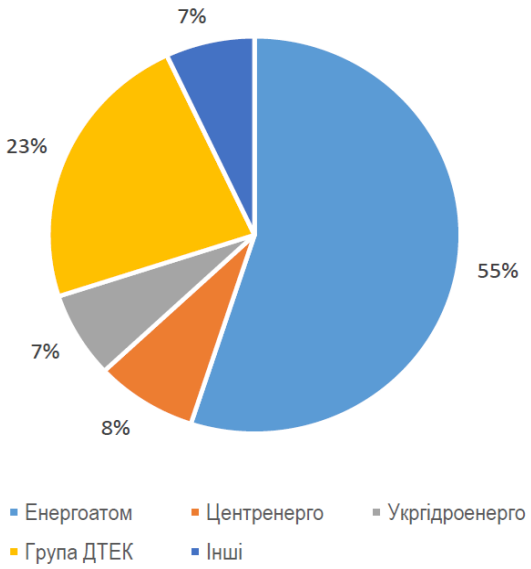


Рис. 1.5 Частка виробників у генерації електроенергії [2]

«Укренерго» – державне підприємство, яке відповідає за управління Об’єднаною енергетичною системою України та транспортування електроенергії магістральними мережами від електростанцій до розподільних компаній. Нині об’єднує 8 регіональних енергосистем на території України, здійснює управління роботою високовольтного обладнання та понад 21,3 тис. км магістральних і федеральних ліній високої напруги. «Укренерго» транспортує понад 110 тис. ГВт-год електроенергії на рік. Окрім внутрішньої мережі, компанія також координує роботу мережі передачі з сусідніми країнами (Україна експортує електроенергію до 4 країн-членів ЄС) та керує міжнародними потоками електроенергії з сусідніми країнами (рис. 1.6).

Ця агенція відповідає за реалізацію 10-річного плану розвитку транспортної системи та складання звіту про оцінку достатності (адекватності) виробничих потужностей, затвердженого національним агентством управління. «Укренерго» також сприяє розвитку та інвестує в нову інфраструктуру, забезпечуючи технічну та інформаційну підтримку ДП "Енергоринок" (попередній оператор оптового ринку електроенергії).

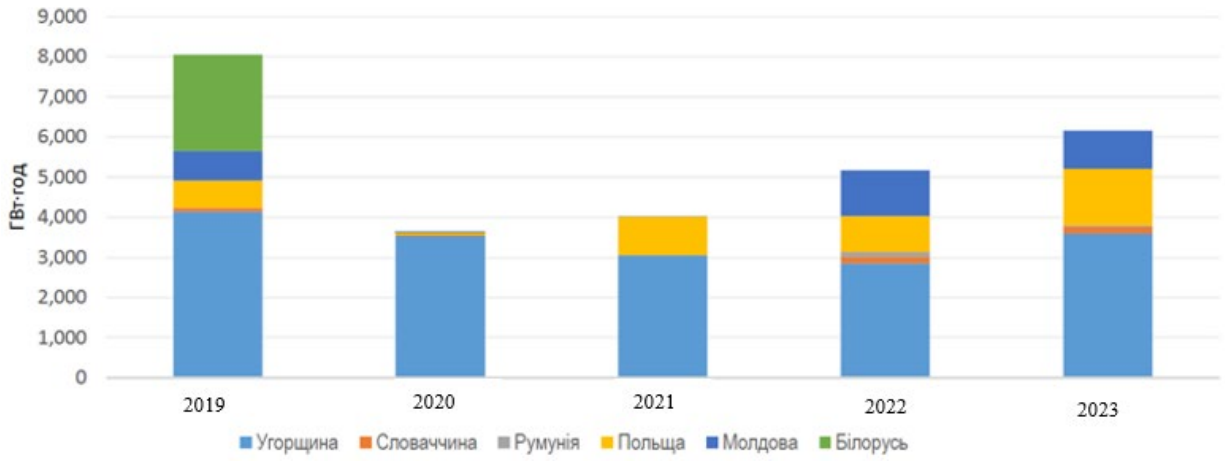


Рис. 1.6 Експорт електроенергії [2]

Сфера енергопостачання житлового сектору в Україні стикається з рядом серйозних проблем, які потребують негайного вирішення.

Реалізація програм та проектів з енергоефективності, спрямованих на модернізацію теплових мереж, впровадження енергозберігаючих технологій у будівництві та побуті, стимулювання енергозберігаючого споживання, має вирішальне значення для зниження витрат енергоресурсів та покращення якості життя населення.

1.2 Оцінка ефективності розумних систем оптимізації та економії енергопостачання

В останні роки розвиток енергоефективності та надійного енергопостачання пов'язаний з розробкою та використанням техніко-економічної концепції Smart Grids(рис.1.7).

Це програмне забезпечення допомагає контролювати та керувати методами роботи всіх сторін, залучених до виробництва, транспортування, розподілу та споживання електроенергії.

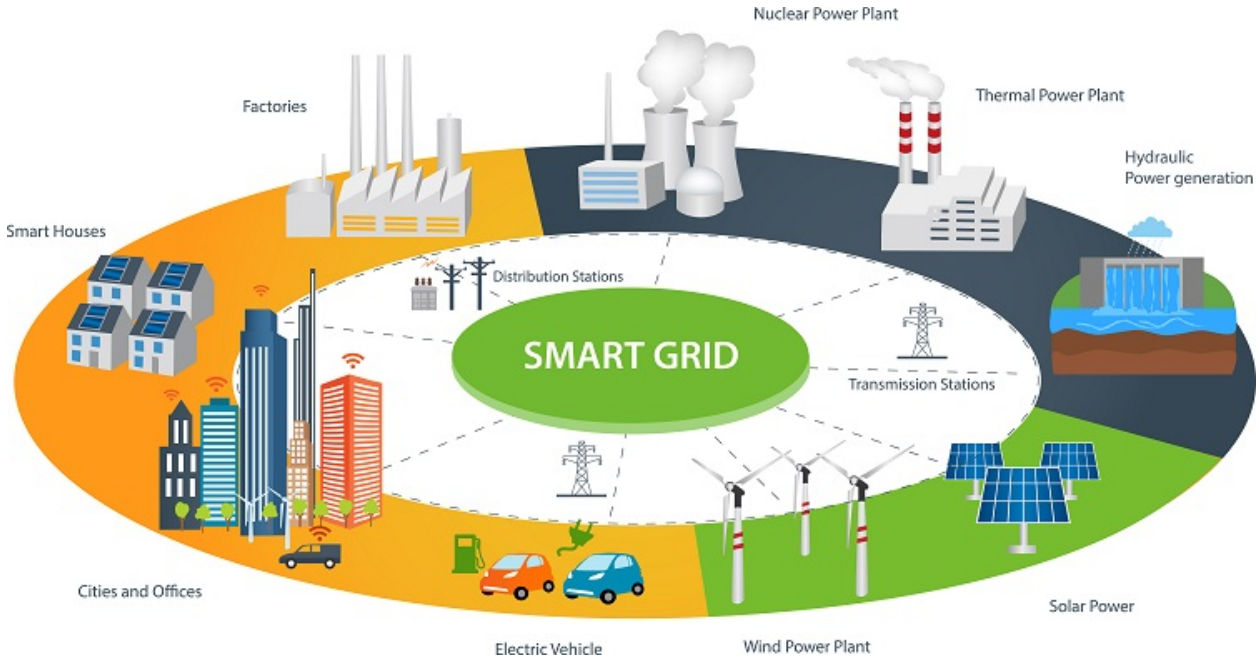


Рис. 1.7 Концепція Smart Grid [3]

Розумні електромережі на рівні індивідуального домогосподарства дають можливість активно управляти та контролювати споживання електроенергії.

Інтеграція інтелектуальних лічильників дозволяє контролювати кількість і час споживання електроенергії в режимі реального часу.

Сучасні системи «розумного дому» використовують технологію IoT для автоматичного керування побутовою технікою в залежності від часу доби, тарифу чи особистих уподобань користувача.

Це дозволяє ефективно використовувати електроенергію та зменшити витрати.

Системи керування побутовим навантаженням можуть автоматично вимикати або зменшувати споживання електроенергії в періоди пікового навантаження, сприяючи енергоефективності та економії коштів.

Користувачі можуть контролювати споживання електроенергії за допомогою спеціальних додатків, що допомагає підвищити обізнаність і контролювати власне споживання енергії.

Термін "інтелектуальна мережа" зазвичай асоціюється з електричною мережею, що забезпечує двосторонній зв'язок між споживачами та виробниками електроенергії. Головною метою інтелектуальної мережі є розробка вдосконаленої електричної інфраструктури з високим рівнем комунікаційних можливостей, точним управлінням, високою продуктивністю та надійністю. Концепція розумних мереж вперше була розгорнута на початку 2000-х років, і багато країн вже досягли значних успіхів у цьому напрямку. Кожна країна визначає свої власні цілі розвитку розумних мереж відповідно до власних потреб.

Розглянемо досвід використання Smart Grids у кількох країнах.

Китай є одним з найбільших споживачів альтернативних джерел енергії.

Цілі Китаю щодо інтелектуальної мережі зосереджені на трьох основних сферах.

Головна мета інтелектуальної електромережі в Китаї – чиста, економічно ефективна та ефективна енергія.

До них відносяться:

– розширення виробництва для задоволення високого попиту;

– передача та розподіл виробленої електроенергії;

– зменшує викиди вуглецю.

У Сполучених Штатах головними метами інтелектуальної мережі є забезпечення чистої енергії, розвиток систем зворотного зв'язку, впровадження систем зберігання енергії та електромобілів. Важливим пріоритетом в цій країні є забезпечення безпечного підключення та надійності мережі, що є найвищою ціллю. Сполучені Штати також виділяють найбільші фінансові ресурси для розгортання інтелектуальних мереж. Планується, що всю енергетичну мережу США буде покрито 850 датчиками, які дозволять операторам мережі моніторити її стан та розподіляти навантаження в залежності від наявності відновлюваної енергії.

Європейська комісія визначила Європейську технологічну платформу як ініціативу з розробки інтелектуальної мережі в Європі. Основний акцент на модернізації європейської мережі здійснюється на управлінні, автоматизації та моніторингу. У Європі головними цілями інтелектуальної мережі є розподілені

пристрої керування, пристрої зберігання даних і силова електроніка. Управління попитом є ключовим елементом впровадження інтелектуальної мережі в Європі з метою досягнення енергоефективності та динамічного ціноутворення. Для досягнення цих цілей було розроблено кілька методів динамічного ціноутворення. Проте управління даними в європейській інтелектуальній мережі є актуальною проблемою, оскільки потребує обробки великої кількості даних. Захист і автоматизація системи розподілу є основною перевагою європейської інтелектуальної мережі.

Глобальний ринок технологій "SMART GRID" перебуває на етапі формування. У той же час, розвиток і модернізація енергетичної інфраструктури в кожному регіоні характеризується унікальними особливостями та підходами.

Найбільш значущі програми та проекти у цьому напрямку розроблені та втілені у США, Канаді, країнах Європейського Союзу, а також у Китаї, Кореї та Японії. Подібні ініціативи планується реалізувати в ряді інших великих країн, таких як Індія, Бразилія та Мексика. Наприклад, до кінця 2020 року Китай має досягти рівня оснащеності сучасною системою обліку енергоресурсів на рівні від 90% до 95%, США - від 50% до 60%. Після 2020 року передбачається впровадження 100% розумних лічильників у Сполучених Штатах, Китаї, Бразилії, Японії та більшості країн ЄС.

Економічна ефективність впровадження програм у сфері інтелектуальних систем обліку підтверджується значною кількістю реалізованих проектів у цьому напрямку. Їх аналіз, проведений консультантами «J'son & Partners Consulting», стосується країн ЄС і порівнює вигоди та витрати від впровадження розумних систем обліку на прикладі електроенергії, що дозволяє зробити такий висновок:

Питома вартість обладнання для пунктів обліку значно варіюється між країнами Європейського Союзу, знаходячись у діапазоні від 95 до 767 євро за кожний пункт обліку.

Конкретні пільги, пов'язані з устаткуванням пунктів обліку, також суттєво різняться між країнами ЄС і становлять від 19 до 655 євро за кожний пункт обліку.

Для більшості країн, які були проаналізовані, користь від впровадження систем розумного вимірювання перевищує затрати.

Інформація щодо оцінювання ефективності впровадження систем смарт-обліку електроенергії у деяких країнах ЄС наведена на рисунку 1.8

Країна	Сукупні інвестиції, млн. євро	Сукупні вигоди, млн. євро	Витрати на оснащення 1 точки обліку, євро	Вигоди від оснащення 1 точки обліку, євро
Австрія	3 195	3 539	590	654
Чехія	4 367	2 735	766	499
Данія	310	322	225	233
Естонія	110	191	155	269
Фінляндія	692	–	210	–
Франція	4 500	–	135	–
Німеччина	14 466	16 968	546	493
Греція	1 733	2 443	309	436
Ірландія	1 040	1 212	473	551
Італія	3 400	6 400	94	176
Латвія	75,6	4,44	302	18
Литва	254	128	123	82
Люксембург	35	40	142	162
Мальта	20	–	77	–
Нідерланди	3 340	4 108	220	270
Польща	2 200	2 330	167	177
Португалія	640	1 316	99	202
Румунія	712	552	99	77
Словаччина	69	71	114	118
Швеція	1 500	1 677	288	323

Рис. 1.8 Оцінка ефективності впровадження систем смарт-обліку електроенергії у країнах ЄС [7]

Використання технології розумних мереж як розумної та безпечної енергетичної мережі дозволяє перетворювати різні види енергії в електроенергію на промислових підприємствах. Водночас необхідно забезпечити енергетичну безпеку, екологічну стійкість та енергетичну рівність.

Інтелектуальні системи оптимізації енергопостачання та економії пропонують значний потенціал для підвищення енергоефективності та зниження витрат як для кінцевих споживачів, так і для енергетичної системи в цілому.

Впровадження таких систем набуває особливої актуальності в умовах сучасних викликів, пов’язаних із високим споживанням енергії та тепла,

застарілою інфраструктурою та системами теплопостачання, недоліками у проведенні енергоаудиту та моніторингу споживання, значними втратами газу через технічні проблеми і старіння будівельних матеріалів.

Однією з найважливіших переваг розумних систем є зниження витрат на електроенергію. Наприклад, інтелектуальні термостати та системи контролю опалення можуть зменшити витрати на електроенергію до 10-15% завдяки автоматичному регулюванню температури відповідно до потреб користувача та погодних умов. Розумні системи освітлення, які автоматично вимикаються, коли в кімнаті нікого немає, можуть зменшити витрати на електроенергію на 20-30%. Тому використання таких технологій сприяє суттєвій економії рахунків за електроенергію.

Окрім економічної вигоди, розумні системи також приносять користувачам більше комфорту та зручності.

Автоматика та дистанційне керування дозволяють керувати опаленням, освітленням та іншими приладами через смартфон або комп’ютер, значно спрощуючи управління ресурсами домогосподарства. Персоналізація налаштувань дозволяє створити оптимальні умови в кожному окремому приміщенні, що підвищує загальний рівень комфорту. Розумні системи також допомагають покращити енергоефективність і зменшити викиди парникових газів.

Використання енергозберігаючих пристроїв, таких як теплові насоси або енергозберігаючі котли, допомагає зменшити споживання енергії і таким чином зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Оптимізація використання ресурсів, таких як вода та електроенергія, сприяє зниженню загальних витрат і покращенню екологічної рівноваги.

Моніторинг і звітність є ще однією важливою перевагою розумних систем. Користувачі мають можливість відстежувати споживання енергії в режимі реального часу та аналізувати історичні дані, допомагаючи виявляти та усувати неефективні методи споживання. Система також може надсилати попередження про надмірне споживання енергії або можливі несправності, що дозволяє швидко вжити заходів для їх усунення.

Додаткова безпека є важливим аспектом інтелектуальних систем. Виявлення відхилень, таких як витік газу або води, і негайне сповіщення користувача підвищить загальний рівень безпеки будинку. Автоматичне відключення пристрою в разі виникнення проблеми знижує ризик пожежі та інших надзвичайних ситуацій.

Конкретні приклади інтелектуальних систем ілюструють їх ефективність. Наприклад, Nest Thermostat (Google) може скоротити витрати на опалення на 10-12% і витрати на охолодження на 15% на рік, що може заощадити до $131-145 на рік. (рис. 1.9)

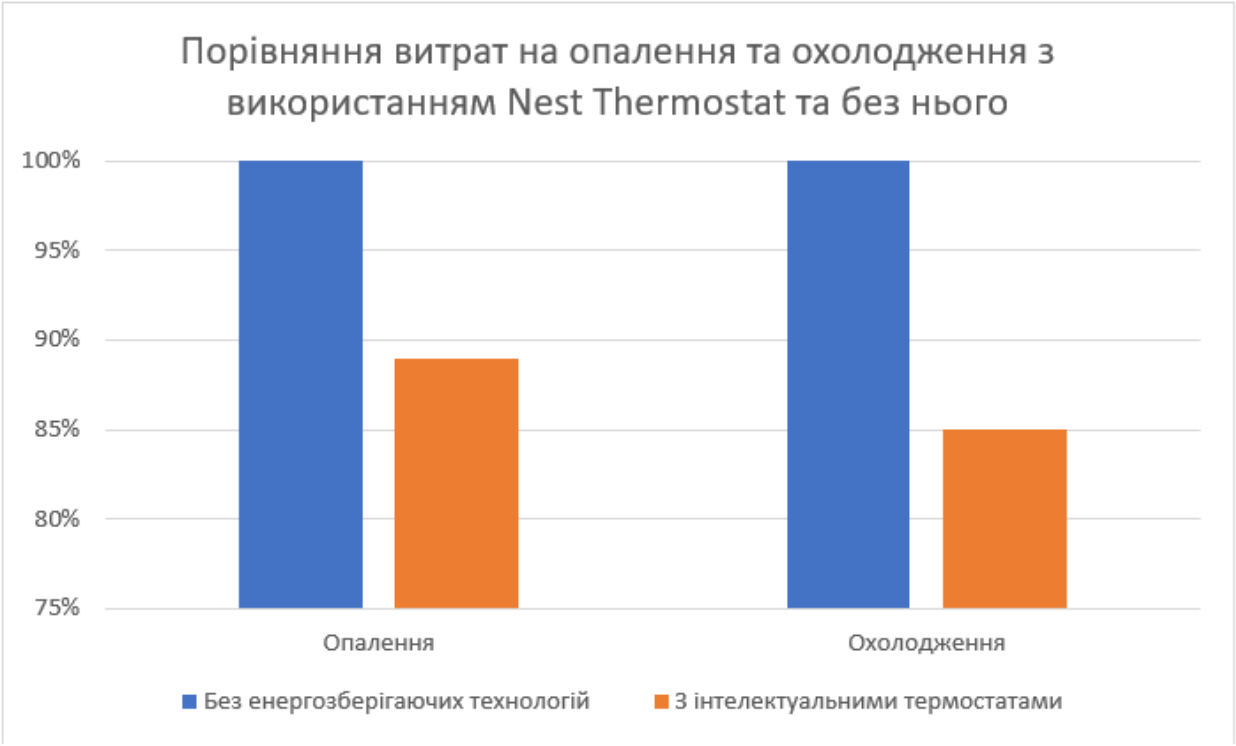


Рис. 1.9 Порівняння витрат на опалення та охолодження

Без використання енергозберігаючих технологій витрати на опалення та охолодження досягнуть 100% базового рівня. Завдяки впровадженню Nest Thermostat витрати на опалення зменшуються до 89% (зменшення на 11%), а витрати на охолодження – до 85% (зниження на 15%).

Розумні лампочки Philips Hue зменшують витрати на освітлення на 30%, заощаджуючи від 60 до 90 доларів на рік. Sense Home Energy Monitor допомагає

виявити неефективне використання електроенергії та зменшити витрати на електроенергію на 5-10%. (рис. 1.10)

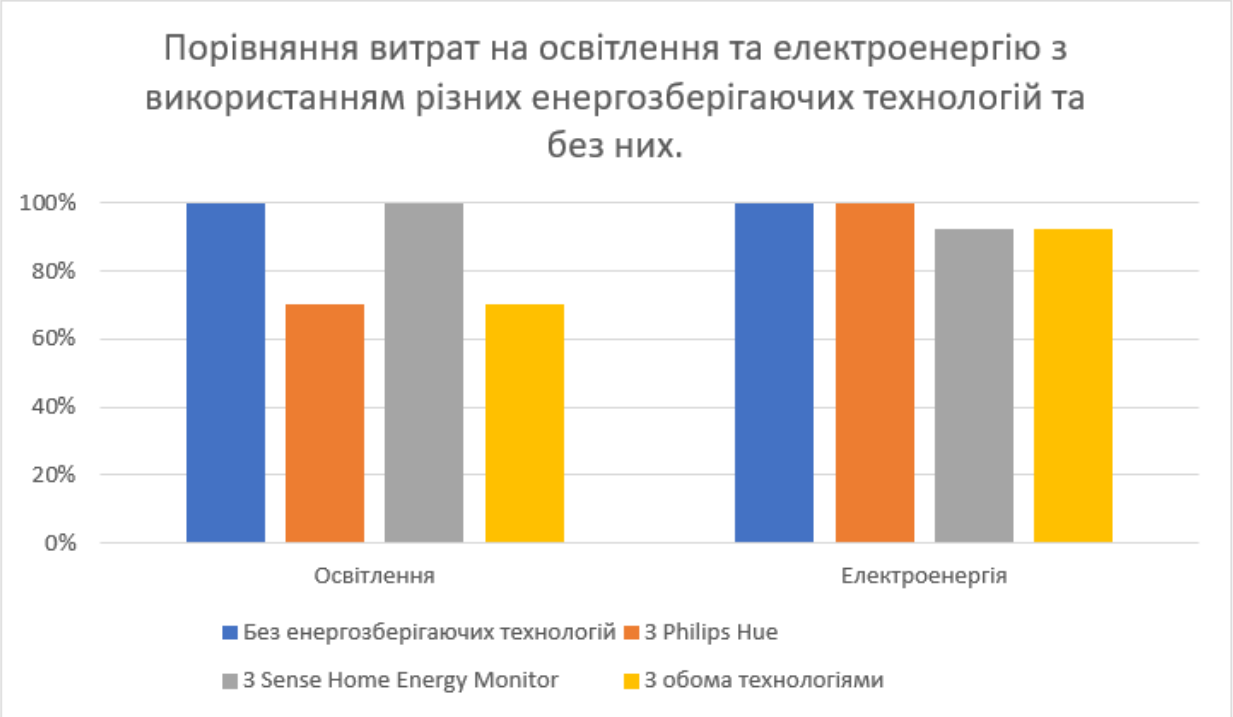


Рис. 1.10 Порівняння витрат на освітлення та електроенергію

Без використання енергозберігаючих технологій витрати на електроенергію та освітлення складають 100% базових. Впровадження розумних лампочок Philips Hue може знизити витрати на освітлення до 70%, тобто на 30%, при цьому витрати на електроенергію залишаються незмінними. Використання Sense Home Energy Monitor зменшує витрати на електроенергію до 92,5%, тобто на 7,5%, а витрати на освітлення залишаються на рівні 100%. Комбіноване використання двох технологій – розумних лампочок Philips Hue і Sense Home Energy Monitoring – дозволяє істотно заощадити витрати на електроенергію. Зокрема, витрати на освітлення зменшуються до 70%, а витрати на електроенергію – до 92,5%.

Таким чином, впровадження інтелектуальних систем для оптимізації та збереження енергопостачання може значно зменшити витрати на енергію, підвищити комфорт і зручність для кінцевих користувачів, а також підвищити

загальну енергоефективність житлових приміщень і відповідність екологічним вимогам. Ці технології є важливим кроком на шляху до стійкості та енергетичної незалежності.

1.3 Сучасні системи розумного керування енергопостачанням у житлових будинках

Перш ніж почати розбиратися в тонкощах і функціях різних систем домашньої автоматизації, для зручності можна виділити основні критерії їх оцінки. Наприклад, це може бути:

– стандартних набори компонентів і можливість масштабування (тобто додавання пристроїв для розширення функціональності);

– порядок з'єднання компонентів системи між собою (провідного та бездротового); спосіб управління (через ПК, смартфон, консоль);

– канали зв'язку користувача (Інтернет, GSM, радіоканали);

– діапазон сигналу (чим вище показник, тим краще);

– вартість; виробники та інше.

Згідно дослідження проведеному фахівцями компанії VENCON, яке засноване на оцінці перелічених вище параметрів.

Дослідження показує найпопулярніші системи «Розумного будинку».

1. Система «Розумний будинок» Ajax(рис.1.11)

Рис. 1.11- Система «Розумний будинок» Ajax [8]. Виробник: Україна

Відповідно український та російський інтерфейси підтримуються за замовчуванням.

Ця система домашньої автоматизації повністю виконує відразу два важливі завдання:

– забезпечує комфорт і зручність в управлінні життєзабезпеченням приміщення;

– максимально забезпечувати безпеку житла, контролювати межі об'єкта від злому, а також захищати від електричних, пожежних, газових та інших можливих загроз, що трапляються з будинком.

Пристрій «Розумний дім» від Ajax працює на базі зашифрованого та надійно захищеного двостороннього радіозв’язку, розробленого компанією Jeweller, з повною автономністю від електричної мережі завдяки резервному джерелу живлення – хабу, що характеризується елегантним дизайном для всіх своїх обладнання.

Переваги та недоліки системи Ajax показано на рисунку (1.12)

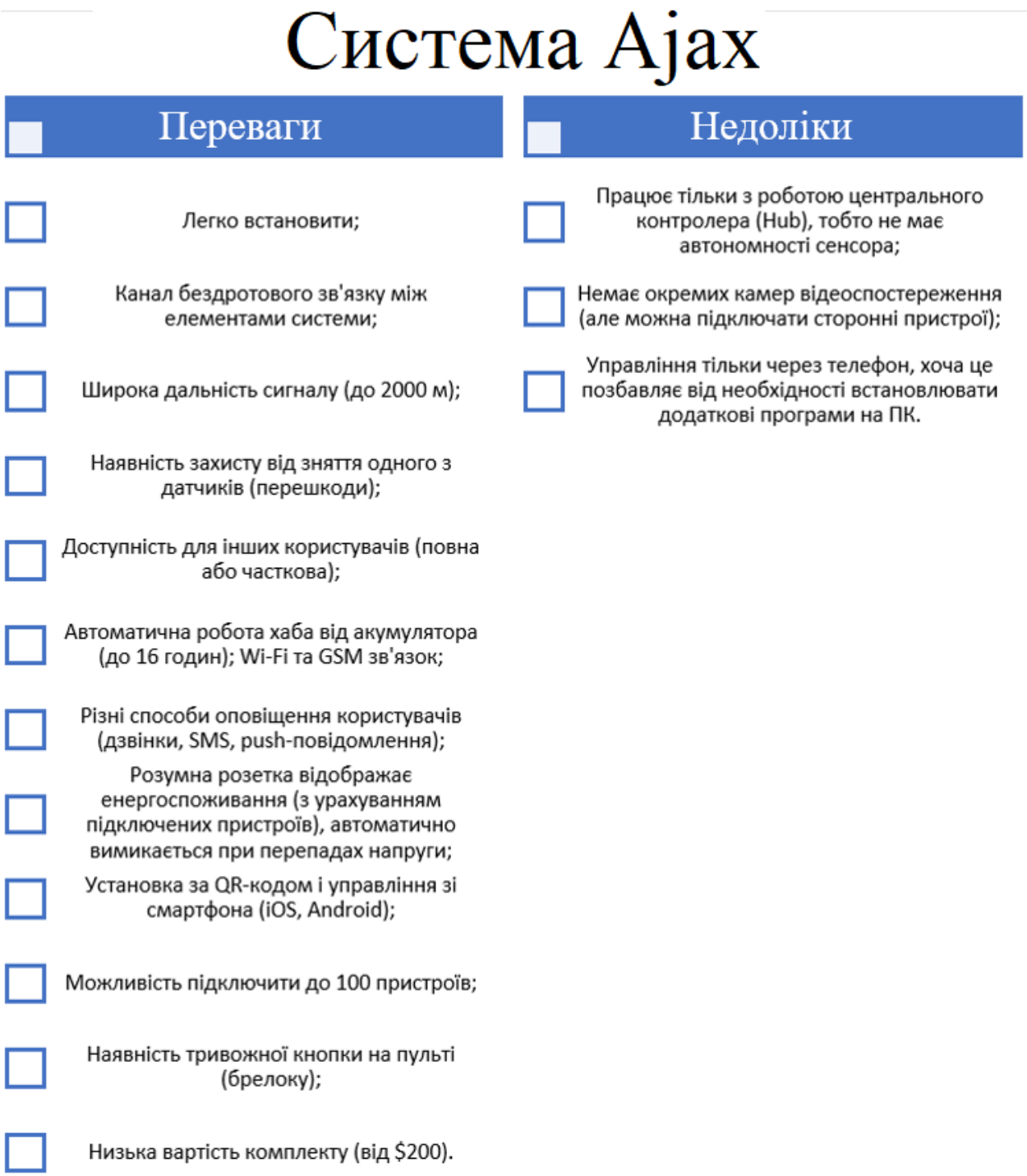


Рис. 1.12 Переваги та недоліки системи «Розумного будинку» Ajax

Сьогодні пристрій Ajax є найкращою системою «Розумний дім» у дослідженнях. Він багатофункціональний, надійний, практичний і компактний. Цей комплекс пропонує надійний захист від несанкціонованого доступу, має естетичний дизайн і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Монтаж і налаштування

цього обладнання максимально спрощені і доступні навіть для користувачів з обмеженим технічним досвідом. Суттєвою перевагою є доступна ціна пристрою, враховуючи його широкі можливості.

2. Система «Розумний будинок» BroadLink(рис.1.13)

Рис. 1.13 Система «Розумний будинок» BroadLink [8]

Виробник: Китай.

За замовчуванням українська локалізація інтерфейсу не надається, але при необхідності її можна знайти та встановити.

BroadLink Smart Home Devices — це набір сучасного цифрового обладнання, призначених для оптимізації побутової техніки, а також систем освітлення, енергопостачання, безпеки та інших домашніх систем. Кожен елемент такого комплексу може функціонувати незалежно і взаємодіяти один з одним.

Переваги та недоліки системи BroadLink показано на рисунку 1.14.

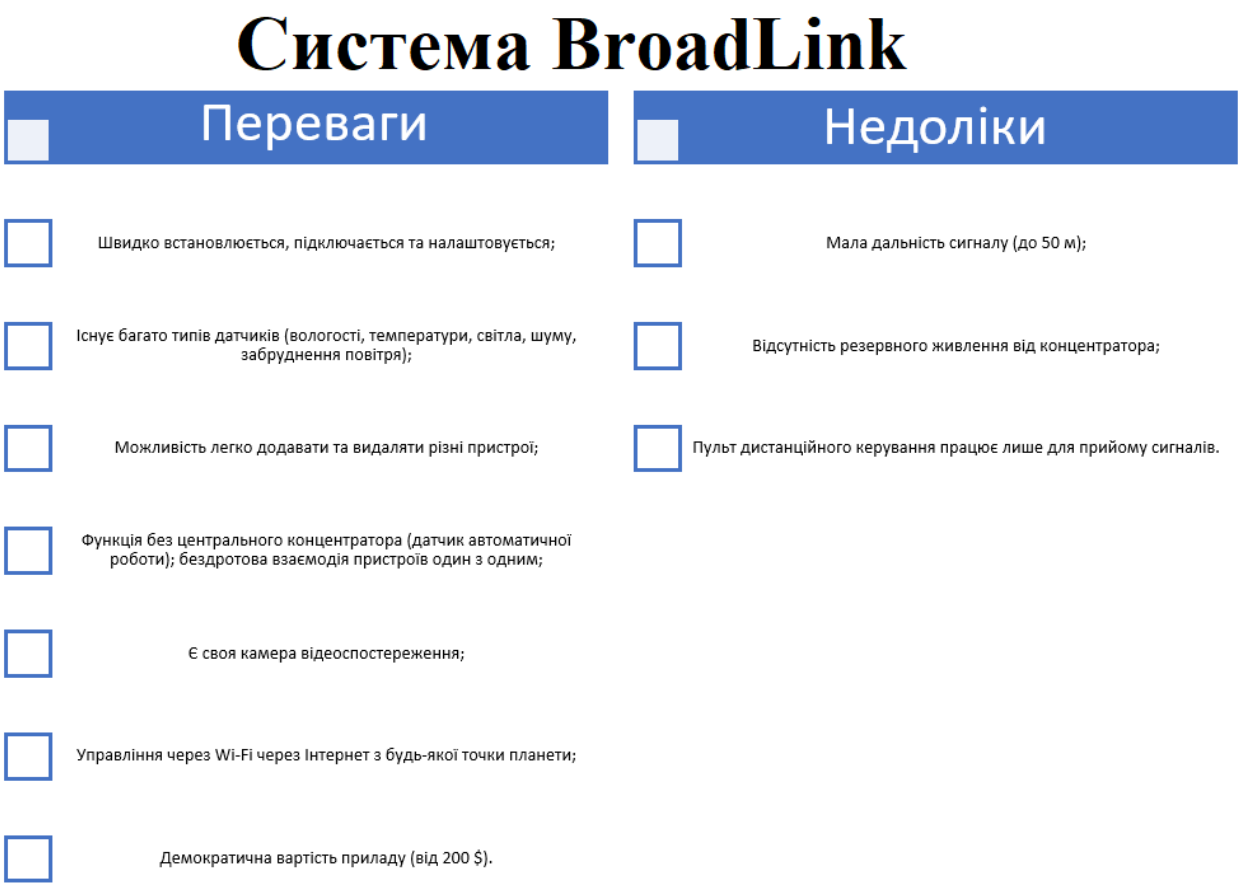


Рис. 1.14 Переваги та недоліки системи «Розумного будинку» BroadLink

У рейтингу систем «Розумний дім» пристрій BroadLink займає друге місце завдяки багатим функціональним можливостям, якісному програмному забезпеченню, простоті встановлення та використання та доступній ціні. Такий комплекс не вимагає наявності центрального контролера, оскільки всі його пристрої, хоч і з'єднані між собою, можуть працювати повністю автоматично. Робота побутової техніки в будинку налаштовується за сценарієм програми на смартфоні.

3. Система «Розумний будинок» Fibaro(рис.1.15)

Рис. 1.15 Система «Розумний будинок» Fibaro [8]

Виробник: Польща (розроблена і зареєстрована торгова марка - США).

Знайти русифікований інтерфейс дуже складно.

Fibaro Smart Home є професійним обладнанням, що призначене для забезпечення домашньої автоматизації та безпеки з широким спектром функціоналу. Проте, на відміну від багатьох аналогічних систем, для встановлення та налаштування цього обладнання необхідна кваліфікована експертиза.

Переваги та недоліки системи Fibaro показано на рисунку 1.16.

Рис. 1.16 Переваги та недоліки системи «Розумного будинку» Fibaro

У порівнянні з системами «Розумний дім» інших виробників техніки, Fibaro краще оснащена всілякими датчиками для моніторингу стану приміщень і автоматизації управління використанням побутової техніки. Однак встановити і управляти таким комплексом допоможе тільки фахівець.

Системи розумного будинку мають багато популярних функцій, які допомагають спростити повсякденне життя власників будинків і заощадити гроші. Використання технологій, таких як Інтернет речей та домашня автоматизація, сприяє не лише підвищенню зручності для мешканців, але також відіграє суттєву роль у формуванні енергетичної екосистеми міста.

Ознайомившись з перевагами та недоліками систем розумного будинку, можна створити порівняльну таблицю (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

Порівняння систем розумного будинку

Параметр	Ajax	BroadLink	Fibaro
Можливість економії електроенергії	Залежить від використання датчиків і сценаріїв (приблизно до 20-30%)	Залежить від пристроїв та налаштувань (приблизно до 15-25%)	Висока (до 30-40%) завдяки широким можливостям налаштування
Вартість	Від 200 до 1000 доларів (залежно від комплекту)	Від 50 до 500 доларів (залежно від пристроїв)	Від 300 до 1500 доларів (залежно від комплектації)
Функціональні можливості	Безпека, контроль освітлення, опалення, датчики руху, камери	Управління побутовою технікою, освітленням, ІК-пристроями	Комплексне управління будинком: освітлення, опалення, безпека, датчики, мультимедіа
Сумісність з іншими системами	Обмежена сумісність з іншими системами	Висока сумісність з різними ІК-пристроями	Висока сумісність, підтримка Z-Wave та інших стандартів
Простота встановлення та використання	Проста установка та налаштування, зручний мобільний додаток	Проста установка, зручний інтерфейс	Вимагає деяких технічних знань, але має зручний інтерфейс
Наявність мобільного додатку	Так, зручний додаток для iOS та Android	Так, зручний додаток для iOS та Android	Так, зручний додаток для iOS та Android
Безпека	Висока, з акцентом на безпеку дому	Середня, основний акцент на управлінні пристроями	Висока, з можливістю інтеграції з системами безпеки
Підтримка голосових асистентів	Підтримка Google Assistant, Amazon Alexa	Підтримка Google Assistant, Amazon Alexa	Підтримка Google Assistant, Amazon Alexa, Apple HomeKit

Порівнюючи ці системи домашньої автоматизації (Ajax, BroadLink і Fibaro), можна зробити наступні висновки: усі ці системи мають певні переваги та недоліки.

Ajax характеризується високою енергоефективністю завдяки датчикам і сценаріям, простотою встановлення та використання та високим рівнем безпеки. Однак його обмежена сумісність з іншими системами може бути недоліком для користувачів, які шукають інтегровану систему.

BroadLink пропонує легке встановлення, зручний інтерфейс і високу сумісність із різноманітними пристроями. Однак середній рівень безпеки та обмежена сумісність з іншими системами можуть бути недоліком для деяких користувачів.

Fibaro характеризується високою енергоефективністю, комплексним управлінням активами та високим рівнем безпеки. Однак використання цієї системи може потребувати певних технічних знань і може бути дорожчим, ніж інші системи.

Загалом вибір цих систем залежить від конкретних потреб користувача, технічних знань і бюджету.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

2.1 Особливості поєднання пристроїв управління та розподілу високими напругами та контролера

Пристрої розподілу високої напруги та керування, а також контролери відіграють важливу роль в енергосистемі, забезпечуючи безпечний та ефективний розподіл електроенергії. Нижче розглянуто основні типи обладнання та їх функції:

Розподільний пристрій високої напруги та контрольне обладнання:

1. Високовольтний розподільний пристрій (HVN):

– Повний розподільний пристрій (SPC): – це автономні модульні системи, що складаються з автоматичних вимикачів, роз’єднувачів, трансформаторів струму та напруги та інших компонентів. Використовуються для розподілу електроенергії в мережах високої напруги.

– Розподільний щит: використовується для керування та захисту електричних ланцюгів, надаючи можливість від’єднувати та перемикати компоненти мережі.

2. Автоматичний вимикач високої напруги:

– Масляний вимикач: Масло використовується для гасіння дуги в разі розриву ланцюга.

– Пневматичний вимикач: використовує стиснене повітря для гасіння дуги.

– Автоматичний вимикач Elegas (SF6): використовує газ SF6 як ефективний ізолятор і дугогасник.

3. Роз'єднувачі: Використовуються для повного відключення компонентів електричного кола під час ремонту або профілактики.

4. Трансформатор струму і напруги: Призначений для перетворення значень струму і напруги в фактичні значення для вимірювання і захисту.

Контролер для енергосистеми високої напруги:

1. Система автоматичного керування (АСУ):

– Програмований логічний контролер (ПЛК): використовується для автоматизації управління електричними мережами, забезпечують реалізацію різних логічних функцій і обробляють сигнали датчиків.

– Мікропроцесорне реле: забезпечує високоточний захист і контроль параметрів електричної мережі.

2. Система SCADA (Диспетчерський контроль і збір даних): Використовується для моніторингу та керування електромережею в режимі реального часу. Системи SCADA дозволяють операторам віддалено контролювати та контролювати різні компоненти електромережі.

3. Система автоматики та автоматичного релейного захисту (АСРЗА): Призначена для захисту електричної мережі від аварійних ситуацій. До таких систем відносяться реле струму, напруги, частоти тощо.

Загальні характеристики та переваги використання обладнання:

– Безпека: Забезпечує високий рівень безпеки електромережі.

– Надійність: Висока експлуатаційна надійність, що допомагає знизити ризик аварійних ситуацій.

– Ефективність: Підвищення ефективності розподілу електроенергії та зменшення втрат.

– Автоматизація: Сприяє автоматизації процесів управління, допомагаючи мінімізувати людський фактор і підвищити точність роботи.

Ці пристрої та системи є невід'ємною частиною сучасної електромережі та сприяють її ефективній та безпечній роботі.

Інтеграція високовольтного розподільного та контрольного обладнання з контролерами в енергоефективних житлових системах вимагає ретельного підходу для забезпечення безпеки, надійності та продуктивності. Нижче наведено більш детальний опис цього процесу:

1. Інтеграція з контролером

1.1 Протоколи зв’язку: Контролер повинен підтримувати стандартні протоколи зв’язку, такі як Modbus, BACnet, KNX, для забезпечення сумісності з різними високовольтними пристроями. Це дозволяє централізовано керувати та контролювати через єдину систему.

1.2 Інтерфейси підключення: контролер оснащений різними інтерфейсами, такими як RS-485, Ethernet, Wi-Fi, для підключення до мереж і пристроїв. Це забезпечує гнучкість у виборі способу підключення в залежності від характеристик об'єкта.

2. Безпека та ізоляція

2.1 Електрична ізоляція: Використання оптичних з’єднань (оптронів) забезпечує електричну ізоляцію між ланцюгом низької напруги та ланцюгом високої напруги контролера. Це запобігає передачі потенційно небезпечної напруги на контролер.

2.2 Ізолюючі реле: Спеціальні реле з високими можливостями ізоляції використовуються для комутації ланцюгів високої напруги. Вони здатні розрізати високовольтні ланцюги без ризику ураження електричним струмом.

3. Моніторинг і діагностика

3.1 Постійний моніторинг: Система контролює параметри високовольтного обладнання в режимі реального часу, включаючи напругу, струм, потужність і температуру. Це дозволяє швидко виявити аномалії та вжити відповідних заходів.

3.2 Функція діагностики: Контролер оснащений функціями самодіагностики та дистанційної діагностики. Він може виявляти потенційні несправності або проблеми та повідомляти про них, сприяючи своєчасному технічному обслуговуванню.

4. Енергоефективність

4.1 Алгоритми керування: Контролер реалізує складні алгоритми керування для оптимізації роботи високовольтних пристроїв. Це включає регулювання навантаження, відключення пікового навантаження та енергозбереження.

4.2 Використовуйте ефективні пристрої: Виберіть високовольтні пристрої з високою ефективністю та мінімальними втратами енергії. Контролер забезпечує їх оптимальну роботу для максимальної економії енергії.

5. Забезпечення безпеки

5.1 Механізми захисту: Ключову роль у забезпеченні безпечної роботи системи енергозбереження відіграють механізми безпеки, які забезпечують безпеку та запобігають можливим аварійним ситуаціям. Автоматичні вимикачі та запобіжники дозволяють швидко вимкнути пристрій у разі короткого замикання або перевантаження, що значно знижує ризик пожежі та забезпечує безпеку оточуючих.

5.2 Відповідність стандартам: Відповідність міжнародним стандартам безпеки (наприклад, IEC, UL) є невід'ємною частиною системи енергозбереження. Всі компоненти і вузли системи відповідають високим стандартам безпеки, що забезпечує надійність і безпеку системи в цілому.

6. Гнучкість і масштабованість

6.1 Модульна архітектура: Модульна архітектура системи дозволяє легко додавати або замінювати компоненти без істотних змін загальної конфігурації. Це забезпечує гнучкість налаштування системи під конкретні потреби та забезпечує можливість швидкого реагування на зміни зовнішніх умов.

6.2 Масштабованість: Масштабованість архітектури системи дозволяє ефективно обслуговувати різні групи споживачів, починаючи від окремих квартир і закінчуючи великими житловими комплексами.

Ці особливості поєднання високовольтного розподільного та контрольного обладнання з контролерами забезпечують надійну, безпечну та ефективну роботу систем енергозбереження в житлових будинках, тим самим допомагаючи зменшити споживання енергії та підвищити загальну ефективність управління енергією.

2.2 Структурний склад апаратної частини

Апаратне забезпечення систем енергозбереження в житлових будинках складається з кількох основних компонентів, кожен з яких виконує певні функції для забезпечення ефективного енергоменеджменту.

Основні апаратні компоненти включають:

Датчики та сенсори

Датчик температури: Вимірює температуру всередині та на вулиці для керування системами опалення та охолодження.

Датчик вологості: контролює рівень вологості в приміщенні.

Датчик освітлення: Визначає рівень природного освітлення для регулювання роботи освітлювальних приладів.

Датчик руху: використовується для автоматичного включення і виключення світла та інших систем при виявленні присутності або відсутності людей.

Мікропроцесор

Мікропроцесор для обробки даних: обробляє інформацію від датчиків і забезпечує інтелектуальне керування енергозберігаючими системами.

Мережеве обладнання

Блок зв'язку та маршрутизатор: забезпечує зв'язок між окремими компонентами системи енергозбереження та центральною системою управління.

Пристрій Інтернету речей (IoT): підключає різні датчики та контролери до Інтернету для віддаленого моніторингу та керування.

Разом ці компоненти створюють інтегровану систему, яка дозволяє оптимізувати енергоспоживання, зменшити витрати та підвищити енергоефективність житлових будинків.

Структурна схема пристрою та взаємодія його складових між собою зображена на рис. 2.1.

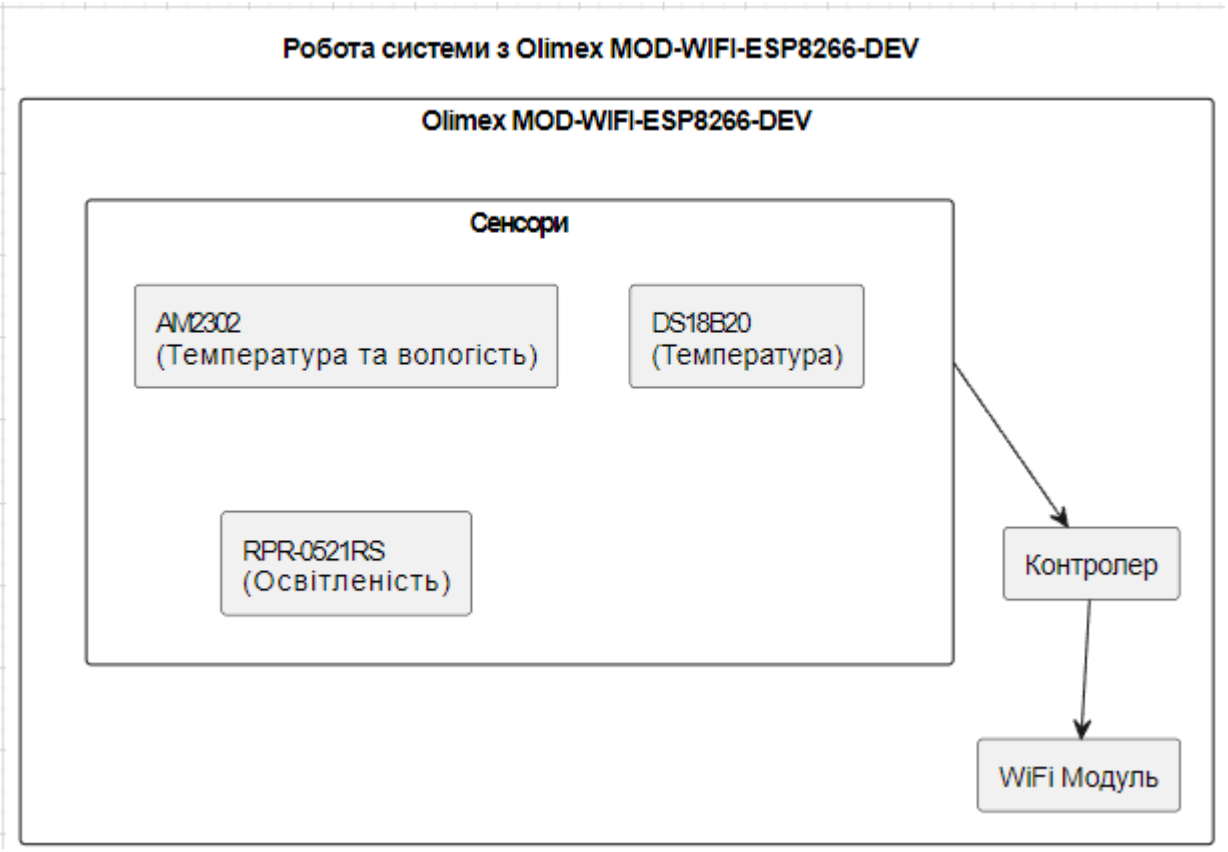


Рис. 2.1 Структурна схема взаємодії сенсорів та контролера

Спираючись на структурну схему роботи пристрою було прийняте рішення використовувати наступні елементи:

1. Плата керування (Olimex_MOD-WIFI-ESP8266-DEV).

2. Цифровий датчик температури і вологості (AM2302).

3. Цифровий датчик температури з інтерфейсом 1-Wire (DS18B20).

4. Комбінований датчик освітленості та близькості з інтерфейсом I2C (RPR-0521RS).

5. Резистори.

Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV (рис. 2.2)— це розробна плата на основі мікроконтролера ESP8266, розробленого Olimex. Він розроблений для швидкого розгортання пристроїв Інтернету речей (IoT) і має вбудований модуль Wi-Fi, який дозволяє пристроям підключатися до Інтернету без проводів.

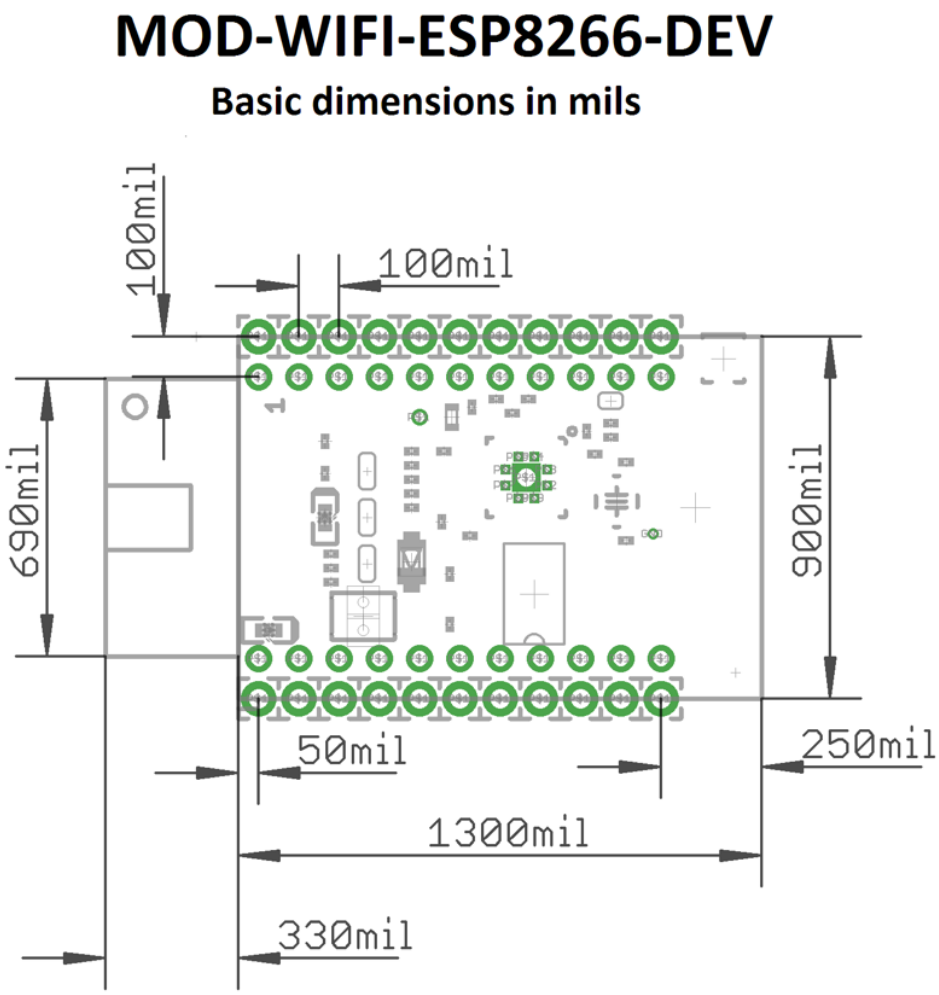


Рис. 2.2 Плата керування (Olimex_MOD-WIFI-ESP8266-DEV)

Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV Основні характеристики:

1. Мікроконтролер ESP8266: мікроконтролер ESP8266 є центральним компонентом плати і відповідає за обробку програмного коду та взаємодію з різними периферійними пристроями.

2. Модуль Wi-Fi: має вбудований модуль Wi-Fi, який дозволяє підключатися до бездротової мережі та обмінюватися даними з серверами або іншими пристроями через Інтернет.

3. Розширені порти GPIO: MOD-WIFI-ESP8266-DEV має багато портів GPIO, які можна використовувати для підключення різних пристроїв і датчиків.

4. Порт USB: плата має вбудований порт USB, який підходить для програмування та живлення пристрою.

5. Широкий діапазон напруг живлення: може працювати в широкому діапазоні напруг, що дозволяє використовувати різноманітні джерела живлення.

6. Гніздо для антени**:** для підвищення якості сигналу Wi-Fi карта має слот для підключення зовнішньої антени.

Отже, Плата Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV є потужним і універсальним інструментом для розробки різноманітних пристроїв IoT завдяки своїм функціям, надійності та простоті у використанні.

AM2302 або також відомий як DHT22 (рис. 2.3)– це цифровий датчик температури та вологості, який дозволяє вимірювати обидва параметри за допомогою одного пристрою. Це популярний компонент для проектів Інтернету речей (IoT), систем автоматизації та моніторингу.

Рис. 2.3 Цифровий датчик температури і вологості (AM2302)

Основні особливості AM2302:

1. Вимірювання температури та вологості: AM2302 може точно вимірювати температуру в діапазоні від -40°C до +80°C °C і вологість від 0% до 100%.

2. Цифровий інтерфейс: використовує цифровий інтерфейс для читання даних, що полегшує взаємодію з мікроконтролерами та іншими електронними пристроями.

3. Висока точність: AM2302 забезпечує високоточні вимірювання температури та вологості, що робить його корисним для програм, які потребують точних даних.

4. Низька вартість: цей датчик доступний за розумною ціною, що робить його привабливим для багатьох проектів.

5. Широкі області застосування: AM2302 можна використовувати в багатьох сферах застосування, таких як системи кондиціонування повітря, метеостанції, системи автоматичного поливу тощо.

6. Достатньо надійний: цей датчик відомий своєю надійністю та довговічністю в різних умовах експлуатації.

Таким чином, AM2302 є надійним, точним і доступним датчиком температури та вологості, який пропонує широкий спектр застосувань у різноманітних проектах, де необхідно вимірювати та контролювати умови навколишнього середовища.

DS18B20 (рис. 2.4)— це цифровий датчик температури з 1-провідним інтерфейсом виробництва Maxim Integrated. Цей датчик популярний серед розробників та інженерів електроніки завдяки простоті використання, високій точності та низькій вартості.

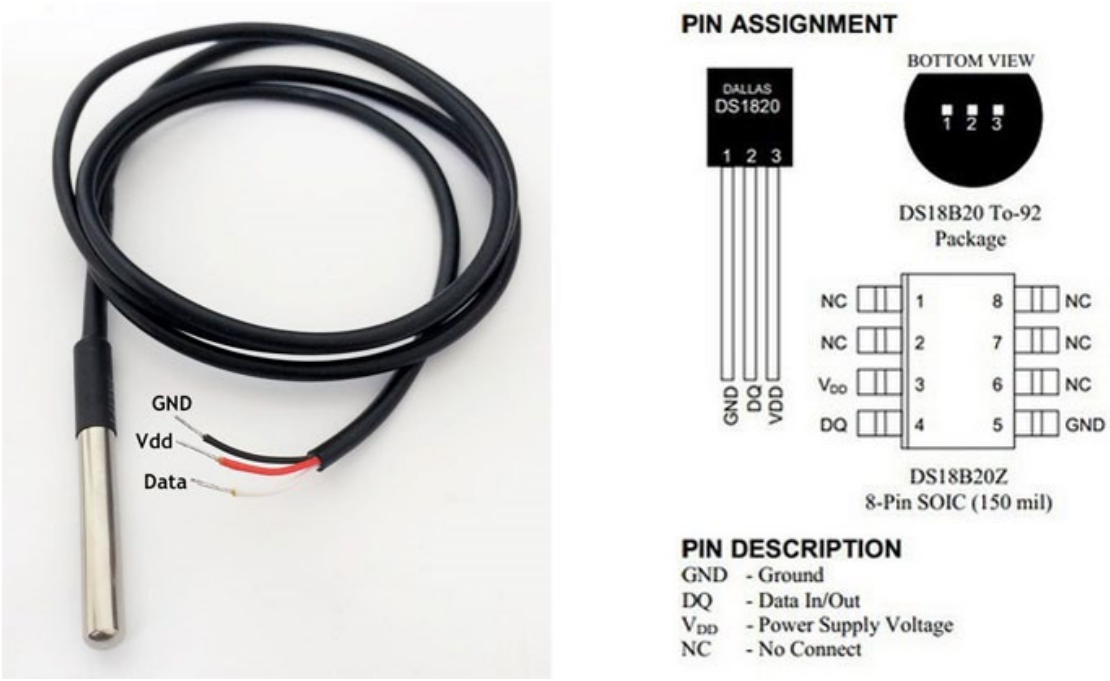


Рис. 2.4 Цифровий датчик температури (DS18B20)

Основні характеристики DS18B20:

1. Вимірювання температури: DS18B20 призначений для точного вимірювання температури від -55°C до +125°C з роздільною здатністю до 0,0625°C.

2. Інтерфейс 1-Wire: означає, що датчик використовує один дріт для зв’язку з контролером, що спрощує процес підключення та зменшує витрати на проводку.

3. Ідентифікатор: кожен DS18B20 має унікальний 64-бітний ідентифікатор, що дозволяє підключати до 64 датчиків до однопровідної лінії.

4. Низьке енергоспоживання: DS18B20 працює з низьким споживанням струму та може живитися від 3,0 В до 5,5 В.

5. Широкий діапазон застосувань: його можна використовувати в багатьох інших сферах застосування, включаючи метеостанції, системи кондиціонування повітря, промисловий моніторинг температури та багато іншого.

6. Висока точність: DS18B20 відомий своєю високою точністю вимірювання температури, що робить його корисним для застосувань, які вимагають точних вимірювань.

Отже, DS18B20 — це надійний і точний датчик температури з 1-провідним інтерфейсом, який забезпечує широкий спектр можливостей вимірювання температури в різних умовах експлуатації.

RPR-0521RS (рис. 2.5)- це комбінований датчик світла та наближення, який працює за допомогою інтерфейсу I2C. Виробник ROHM Semiconductor. Цей датчик може вимірювати яскравість світла та визначати відстань до об’єктів поблизу датчика.

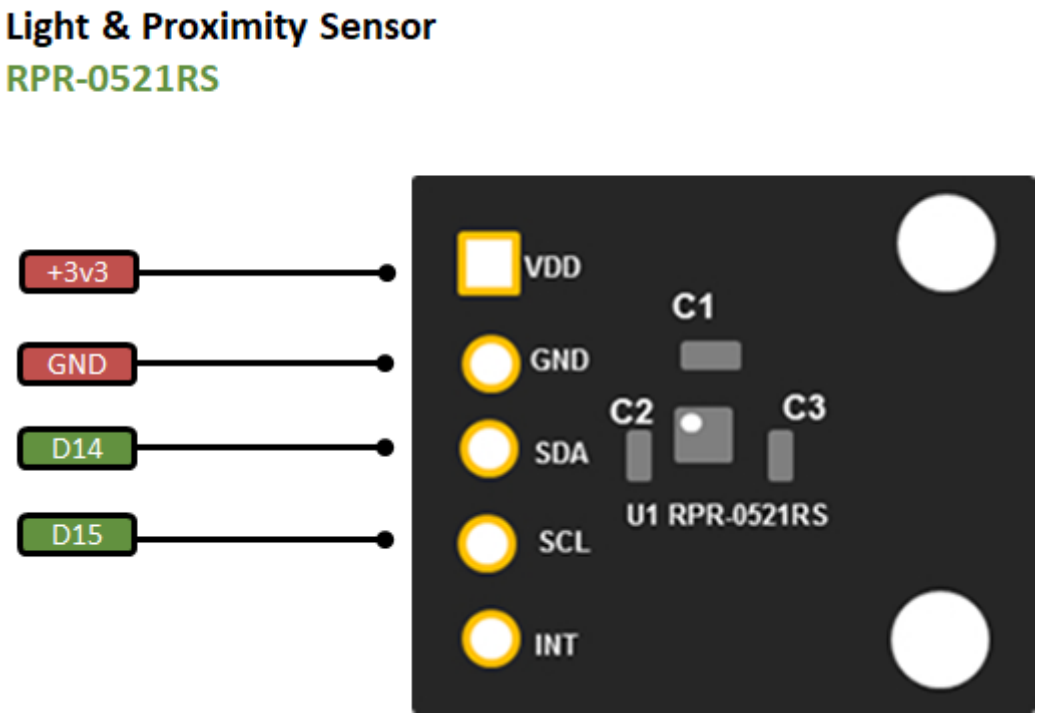


Рис. 2.5 Датчик освітленості та близькості (RPR-0521RS).

Основні характеристики RPR-0521RS:

1. Вимірювання яскравості: датчик оснащено фотодіодом, який допомагає вимірювати рівень навколишнього освітлення.

2. Виявлення наближення: RPR-0521RS використовує інфрачервоне випромінювання для визначення відстані до об'єктів поблизу датчика.

3. Інтерфейс I2C: цей датчик підтримує інтерфейс I2C для читання з нього даних. Це полегшує взаємодію з різноманітними мікроконтролерами та мікропроцесорами.

4. Низьке енергоспоживання: RPR-0521RS споживає дуже мало енергії, що робить його ідеальним для використання в пристроях з обмеженим живленням або живленням від батареї.

5. Компактний розмір: Датчик має компактні розміри і малу вагу, що дозволяє легко вставляти його в різні пристрої.

6. Висока точність: RPR-0521RS відомий своєю високою точністю вимірювань, що робить його корисним для додатків, які вимагають точного вимірювання освітлення та відстані до об’єктів.

Отже, RPR-0521RS — це потужний і універсальний датчик освітленості та наближення з інтерфейсом I2C, який забезпечує широкий спектр можливостей вимірювання та контролю цих параметрів у різноманітних додатках.

Давайте детально розглянемо, як підключити кожен із цих датчиків до плати Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV (Схема підключення компонентів зображена на рис. 2.2).

1. AM2302 (DHT22):

– Вихід датчика підключено до одного з цифрових контактів GPIO на ESP8266.

– Блок живлення датчика AM2302 можна підключити до +3,3 В на платі ESP8266.

– Заземлення (GND) датчика має бути підключено до відповідного контакту заземлення на ESP8266.

2. ACS712xLCTR-05B:

– Вихід датчика струму ACS712xLCTR-05B підключається до одного з аналогових входів ESP8266.

– Джерело живлення датчика можна підключити до +3,3 В на ESP8266.

– Заземлення датчика (GND) має бути підключено до відповідного контакту заземлення на ESP8266.

3. DS18B20:

– DS18B20 використовує протокол 1-Wire, тому він підключається до одного з контактів GPIO ESP8266.

– Джерело живлення датчика потрібно підключити до +3,3 В на ESP8266.

– Заземлення (GND) датчика має бути підключено до відповідного контакту заземлення на ESP8266.

4. RPR-0521RS:

– Датчик світла та наближення RPR-0521RS використовує інтерфейс I2C, тому його потрібно підключити до відповідних контактів GPIO SDA (для даних) і SCL (для годинника) на ESP8266.

– Блок живлення датчика можна підключити до +3,3 В на ESP8266.

– Заземлення (GND) датчика має бути підключено до відповідного контакту заземлення на ESP8266.

Схема піключення контролера та сенсорів показана на рисунку 2.6

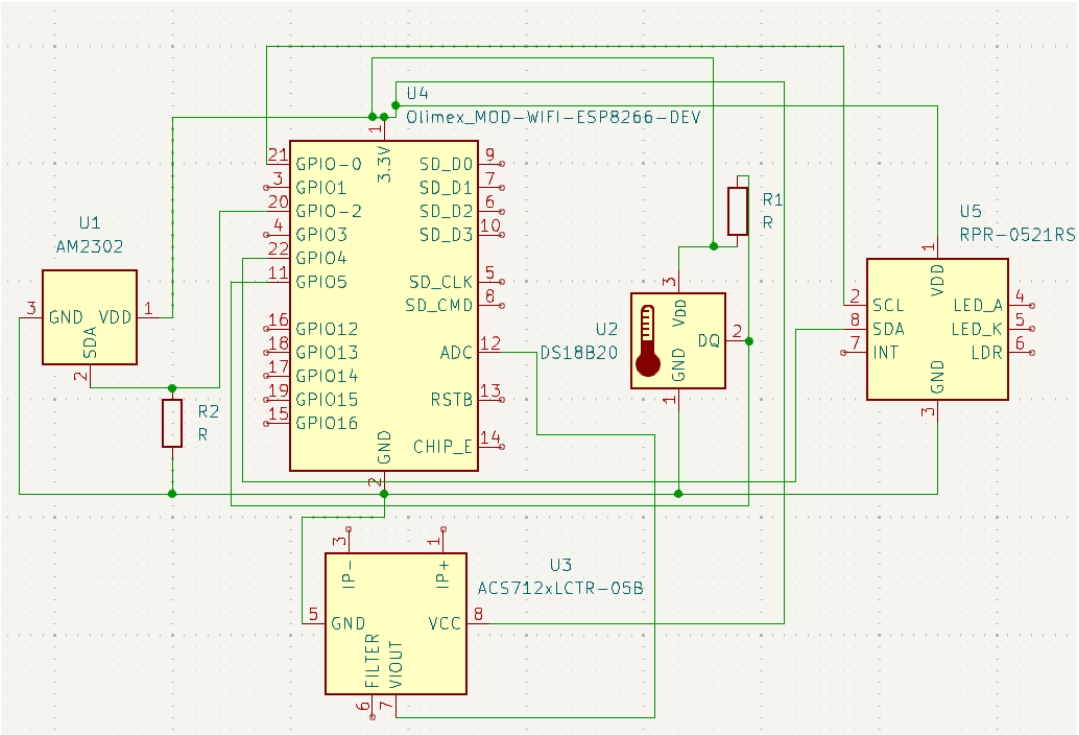


Рис. 2.6 Схема підключення компонентів до плати Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV

Система з підключеними датчиками працює як інтегрована мережа збору екологічних даних. Система складається з кількох основних компонентів, кожен з яких виконує певні функції для забезпечення ефективного збору та передачі даних.

Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV діє як основний контролер, який керує всією системою. Він відповідає за зчитування даних з підключених датчиків, їх обробку та передачу на зовнішні сервери через Wi-Fi. Цей мікроконтролер є серцем системи, забезпечуючи її інтеграцію та роботу.

Датчик AM2302 (DHT22) призначений для вимірювання температури та вологості. Він періодично вимірює ці параметри та передає їх у цифровому вигляді на мікроконтролер. Наприклад, кожні дві секунди мікроконтролер посилає сигнал запиту на датчик, який повертає дані у вигляді цифрового сигналу. Це дозволяє отримувати актуальні дані про стан навколишнього середовища.

Датчик ACS712xLCTR-05B вимірює струм за принципом Холла. Він забезпечує аналоговий сигнал, пропорційний виміряному струму, який потім зчитується мікроконтролером. Підключений до аналогового входу ESP8266, цей датчик постійно передає інформацію про струм, що проходить через нього, дозволяючи контролювати електричні параметри системи.

Датчик DS18B20 — це високоточний цифровий термометр, який використовує протокол 1-Wire для передачі даних. Він вимірює температуру і передає її на мікроконтролер за допомогою цифрового сигналу. Підключений через шину 1-Wire до одного з цифрових контактів ESP8266, датчик надсилає дані про температуру у вигляді цифрового сигналу після отримання команд від мікроконтролера для ініціалізації та визначення температури.

Датчик RPR-0521RS вимірює рівень освітленості та наявність предметів поблизу. Підключений через інтерфейс I2C до ESP8266, цей датчик передає відповідні дані на мікроконтролер. Мікроконтролер надсилає команди запиту, а датчик повертає значення освітлення та наближення. Після збору даних від усіх підключених датчиків мікроконтролер обробляє дані. Наприклад, аналоговий

сигнал зчитування ACS712xLCTR-05B перетворюється на поточне значення за допомогою відповідних формул.

Дані з цифрових датчиків, таких як AM2302, DS18B20 і RPR-0521RS, обробляються за допомогою відповідних бібліотек декодування цифрових сигналів. Після обробки даних мікроконтролер передає їх на сервер або хмару через Wi-Fi. Для передачі можна використовувати різні протоколи, наприклад HTTP або MQTT. Наприклад, мікроконтролер може надсилати запит HTTP POST на веб-сервер, який зберігає ці дані в базі даних для подальшого аналізу та візуалізації.

Це забезпечує постійний моніторинг та аналіз зібраних даних, дозволяючи швидко реагувати на зміни навколишнього середовища та вносити необхідні корективи.

2.3 Заходи забезпечення надійності та запобігання пожежам

Система на базі Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV з підключеними датчиками AM2302, ACS712xLCTR-05B, DS18B20 і RPR-0521RS може бути оснащена різними механізмами для забезпечення пожежної безпеки та захисту від пошкоджень. Ці заходи важливі для забезпечення надійної роботи системи за різних умов і запобігання потенційним небезпекам.

Для захисту від небезпеки пожежі всі компоненти системи мають бути виготовлені з матеріалу з високою температурою плавлення та не підтримувати горіння. Це значно знижує ризик пожежі в разі перегріву компонентів. Вбудовані датчики температури, такі як DS18B20 і AM2302, які відстежують температуру в реальному часі, також відіграють важливу роль. Якщо температура перевищує встановлений ліміт, система може автоматично вимкнути живлення або надіслати попереджувальне повідомлення, щоб уникнути перегріву та можливої пожежі.

Усі електронні компоненти повинні бути розміщені в захисних кожухах, які відповідають нормам пожежної безпеки. Це запобігає прямому контакту

електроніки з легкозаймистими матеріалами. Додатковим заходом безпеки є установка запобіжників і реле, здатних автоматично відключати живлення в разі перегріву або короткого замикання.

Захист від несправностей включає кілька ключових аспектів. Використання джерела безперебійного живлення (UPS) або батареї підтримує роботу системи у разі відключення електроенергії. Це дозволяє системі продовжувати працювати та записувати дані під час короткочасних відключень електроенергії. (рис. 2.7)

Рис. 2.7 Джерело безперебійного живлення (UPS)

Також необхідний регулярний контроль стану всіх компонентів системи для оперативного виявлення та усунення несправностей. Мікроконтролер може тестувати працездатність датчиків та інших компонентів і надсилати повідомлення у разі помилок. Система, яка автоматично перезапускається при виявленні фатальної помилки або тупикової блокування, може бути реалізована за допомогою «сторожового» таймера для перезапуску мікроконтролера у випадку тупикової блокування.

Захисні діоди, регулятори напруги та інші електронні компоненти використовуються для захисту системи від стрибків напруги та короткого замикання.(рис. 2.8) Це запобігає пошкодженню системи в разі нестабільної роботи електричної мережі.

Рис. 2.8 Захисний діод

Ще одним важливим аспектом надійності є програмна перевірка даних датчиків перед обробкою та передачею. Це дозволяє уникнути неточних даних, які можуть спричинити збій у роботі системи.

Таким чином, система на базі Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV з підключеними датчиками AM2302, ACS712xLCTR-05B, DS18B20 і RPR-0521RS може бути ефективно захищена від ризику пожежі та інцидентів з негорючого матеріалу, датчик температури, захисний чохол, автоматичне відключення, аварійне живлення, постійний моніторинг стану системи, автоматичне відновлення в разі збою, перенапруги, захист від короткого замикання та перевірка даних програмного забезпечення.

Ці заходи забезпечують безперебійну та безпечну роботу системи за різноманітних умов, мінімізуючи ризики та підвищуючи надійність системи.

Системи вимагають від користувачів дотримання певних правил для забезпечення надійної роботи та запобігання пожежі.

Перша важлива вимога стосується правильного використання електрообладнання. Користувачам слід уникати перевантаження електричної мережі, дотримуючись правил підключення приладів і розподілу навантажень. Також важливо регулярно контролювати стан електромережі, щоб швидко виявити ознаки перегріву або пошкодження ізоляції кабелю.

Щоб запобігти пожежам, важливо використовувати електричні шнури та розетки відповідно до їхніх специфікацій та обмежень. Дотримання відповідних стандартів безпеки під час облаштування будинку, використання вогнестійких матеріалів, встановлення датчиків диму та вуглекислого газу також є важливим для запобігання пожежам.

Належний догляд та технічне обслуговування електрообладнання та регулярний контроль за станом батарей і акумуляторів є важливими заходами для забезпечення безпеки та надійності енергозберігаючих систем. Крім того, користувачі повинні ознайомитися з порядком аварійного відключення при пожежі та провести інструктаж з пожежної безпеки.

Для забезпечення надійності та протипожежного захисту системи енергозбереження для житлових будинків повинні відповідати певним умовам, які включають технічні вимоги, вимоги безпеки, вимоги виробництва та нормативну документацію.

Першим кроком у виробництві є використання матеріалів і компонентів, які відповідають високим стандартам безпеки та надійності. Матеріал повинен бути негорючим, стійким до високих температурних коливань і здатним тривалий час зберігати свої вогнестійкі властивості.

Технічні компоненти системи, такі як електроніка, кабелі, розетки та адаптери, мають бути виготовлені відповідно до високих стандартів безпеки та якості. Вони повинні мати вбудовані механізми захисту від перегріву, короткого замикання та інших аварійних ситуацій.

Крім того, виробництво енергоефективних систем також передбачає встановлення надійних датчиків і пожежних датчиків для контролю температури, вологості та виявлення залишків диму або іскор. Ці датчики повинні бути

високочутливими і швидко реагувати на будь-які зміни навколишнього середовища.

Зрештою, виробництво енергоефективних систем для житлових будинків, які забезпечують надійність і запобігають пожежам, потребує комплексного підходу, який включає всі аспекти інженерної галузі, від безпеки до регулювання.

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

3.1 Програмне забезпечення для безпосереднього керування електропостачанням та електроспоживанням

Для розробки ПЗ було вирішено використовувати середовище Arduino IDE.

Arduino IDE (Integrated Development Environment) — це комплексне середовище розробки, призначене для програмування мікроконтролерів Arduino та сумісних плат. Це безкоштовна програма, яка пропонує простий у використанні інтерфейс для написання, компіляції та завантаження програмного коду на будь-який мікроконтролер.

Arduino IDE має кілька важливих функцій:

– Редактор коду: у середовищі ви можете створювати та редагувати програми мовою Arduino (базова версія C++ з деякими додатковими функціями).

– Компіляція коду: після написання програми її можна скомпілювати в двійковий код, який може зрозуміти мікроконтролер.

– Завантажити код: за допомогою Arduino IDE ви можете завантажити скомпільований код на мікроконтролер для подальшої роботи.

– Монітор послідовного порту: інтерфейс надає інструмент для перегляду даних, що передаються через послідовний порт мікроконтролера, що дозволяє легко налагоджувати та налагоджувати програми.

– Керування бібліотекою: Arduino IDE має можливість керувати бібліотеками, які використовуються у ваших проектах, дозволяючи вам легко додавати та оновлювати їх.

– Підтримка кількох платформ: IDE підтримує багато різних моделей і версій мікроконтролерів Arduino та сумісних плат.

У середовище розробки Arduino IDE було інтегровано додаткові інструменти для роботи з мікроконтролером ESP8266, у розділі налаштувань програми було введено посилання з розкладкою «http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json» в поле «Additional Boards Manager URLs» (рис 3.1).

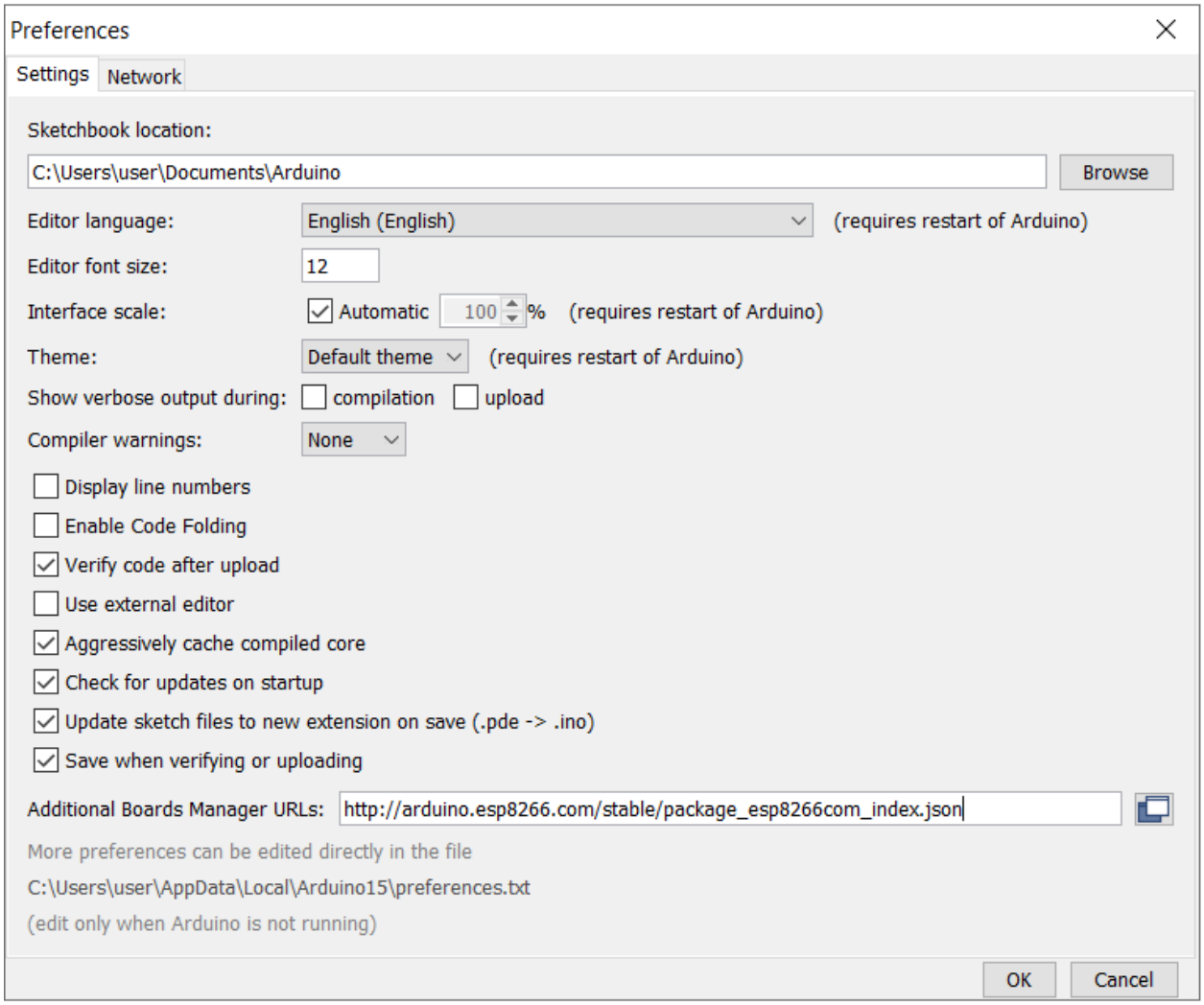


Рис. 3.1 Додання списку по ESP8266 до менеджера плат

Потім в налаштуваннях меню «Менеджер плат» (рис. 3.2) було встановлено програмне забезпечення розпізнавання та підключення модулів – «ESP8266 by ESP8266 Community» (рис. 3.3).

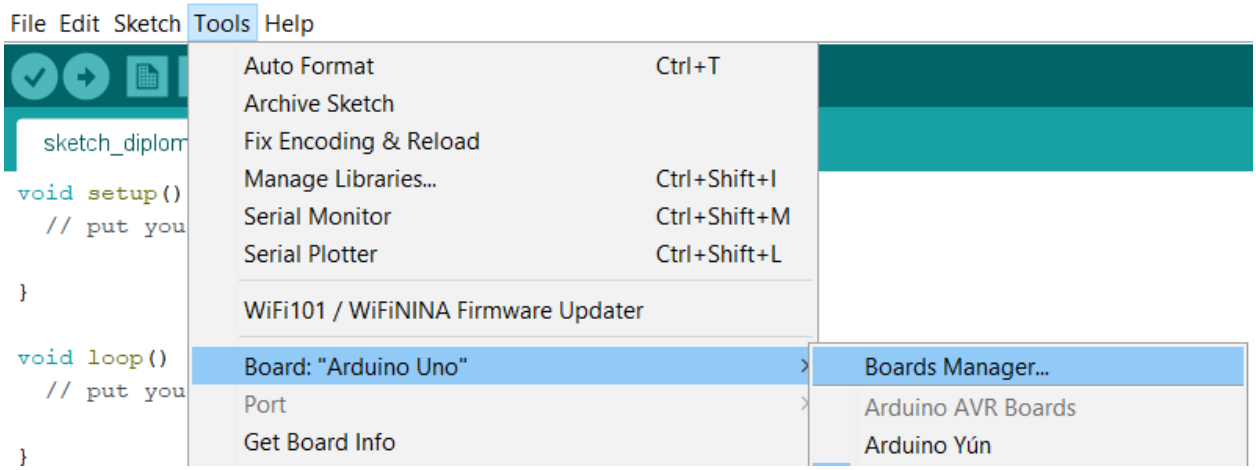


Рис. 3.2 Меню «Менеджер плат»

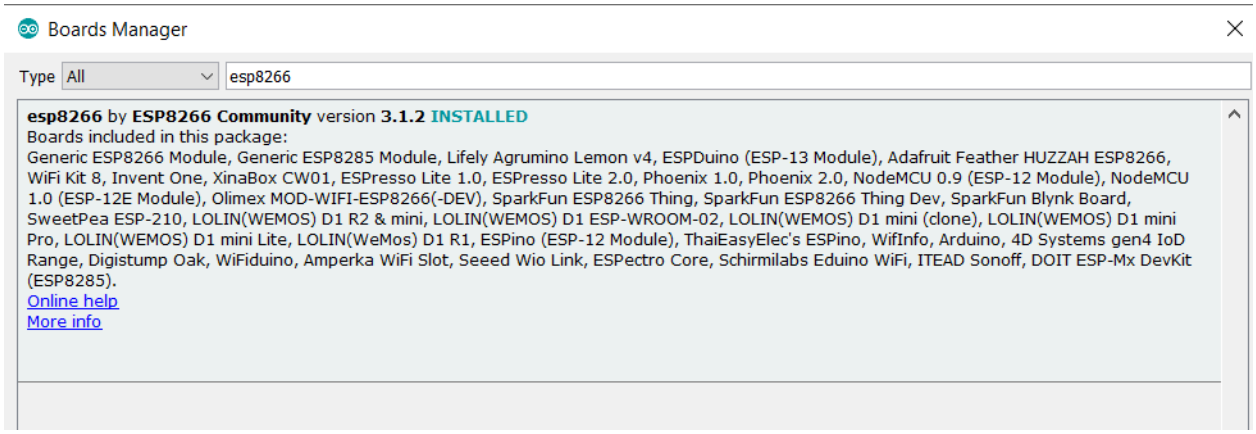


Рис. 3.3 Встановлення програмного забезпечення

Коли середовище стане придатним для роботи з мікроконтролером ESP8266, вам потрібно налаштувати робоче середовище.

Перш за все, необхідно вибрати плату зі списку в меню «Диспетчер плат» (рис. 3.4).

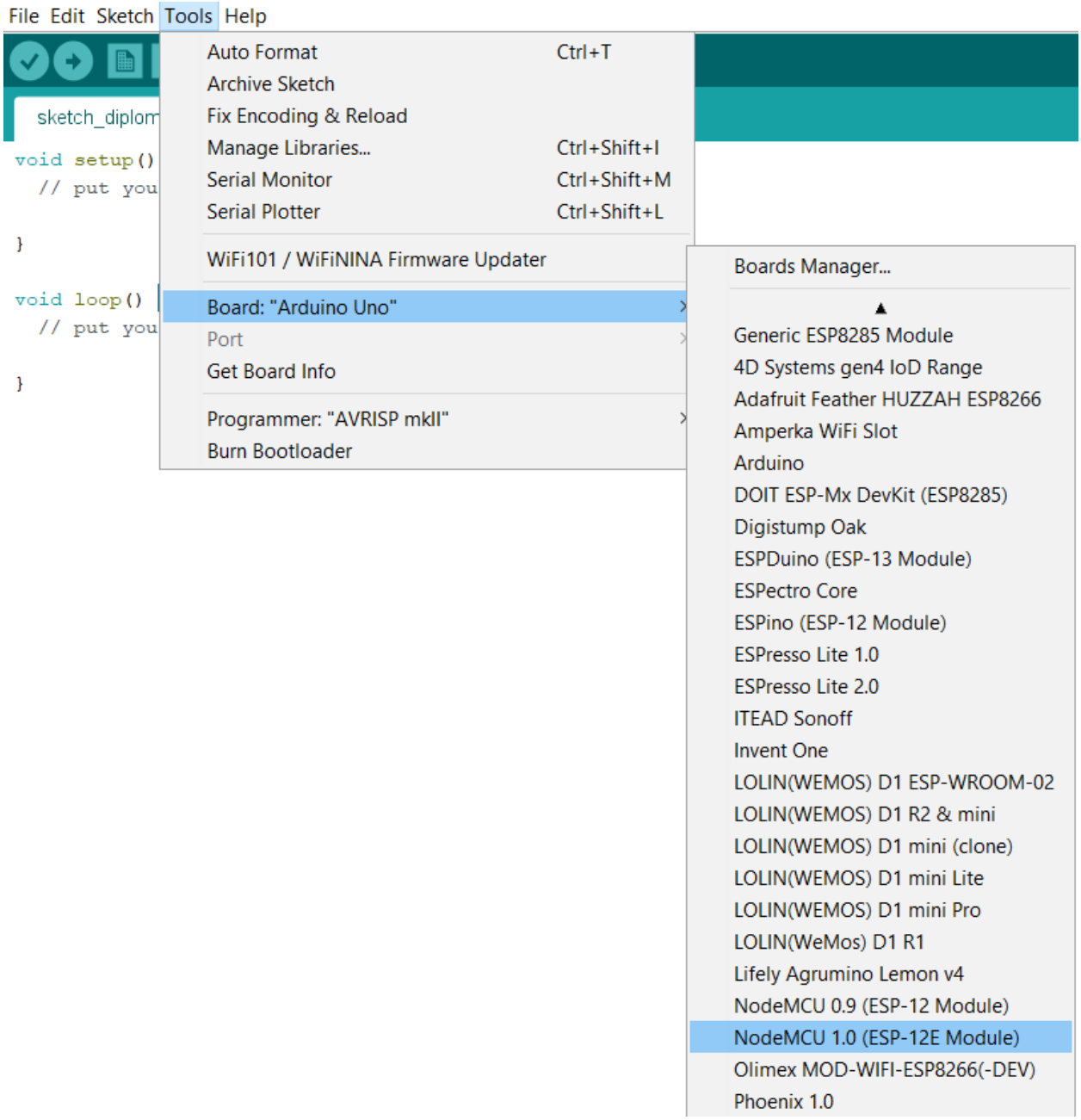


Рис. 3.4 Меню «Диспетчер плат»

Потім потрібно потрібно вибрати порт комп’ютера, до якого підключена карта, щоб середовище могло взаємодіяти з нею (рис. 3.5).

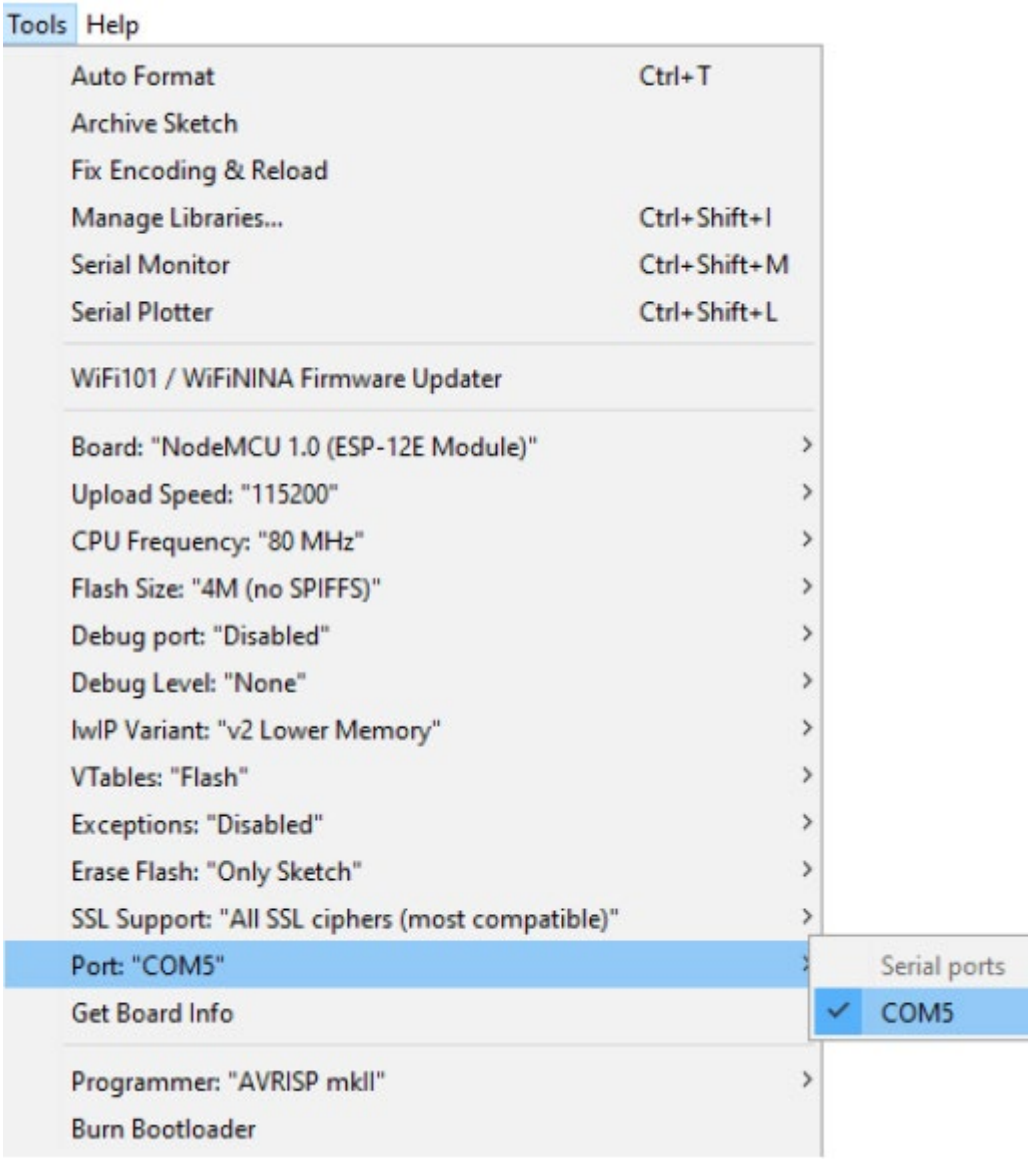


Рис.3.5 Вибір порту

Після вищевказаних дій середовище розробки Arduino IDE готове до використання мікроконтролера ESP8266, воно може розпізнавати плату та прошивати її, завантажуючи програмне забезпечення у пам’ять плати.

Алгоритм роботи пристрою зображено на рисунку 3.6

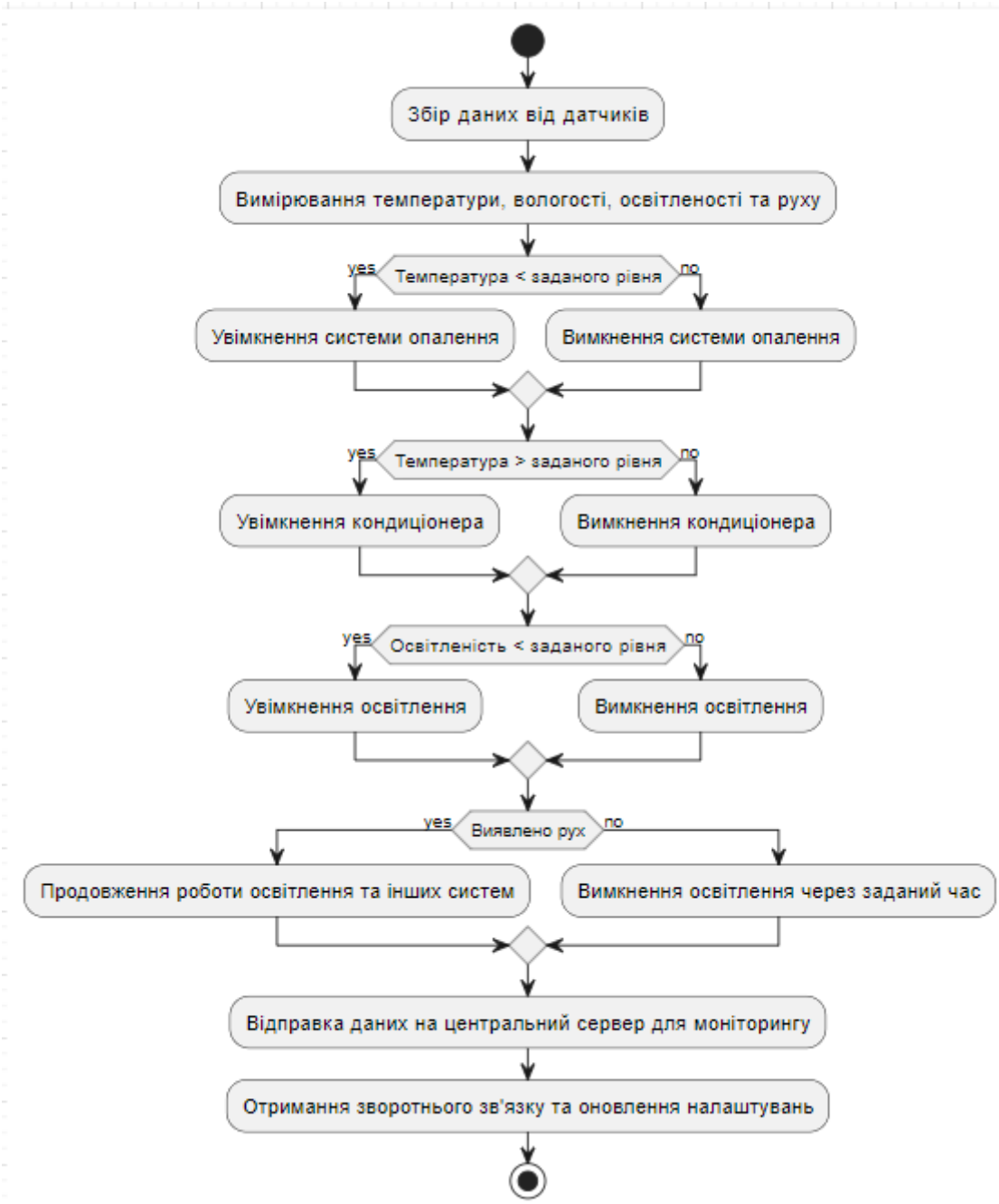


Рис. 3.6 Алгоритм роботи пристрою

Спираючись на алгоритм роботи пристрою був написаний код для програмного забезпечення.

Структура даних- ця структура використовується для зберігання даних, зчитаних з датчиків.(рис. 3.7)

```
// Структура для зберігання даних
struct SensorData {
  float humidity;
  float tempDHT;
  float tempDS18B20;
  float current;
};
```

Рис. 3.7- Структура даних для зберігання даних

Функція setup()- ця функція виконується один раз при запуску контролера і використовується для ініціалізації серійного зв'язку, датчиків і I2C шини. (рис.3.8)

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();
  sensors.begin();

  // Налаштування I2C
  Wire.begin(SDA_PIN, SCL_PIN);
}
```

Рис. 3.8 Функція setup()

Функція get_real_time_usage()- ця функція зчитує дані з різних датчиків і повертає структуру SensorData, заповнену поточними вимірюваннями. (рис. 3.9)

```
SensorData get_real_time_usage() {
  SensorData data;

  // Зчитування даних з AM2302
  data.humidity = dht.readHumidity();
  data.tempDHT = dht.readTemperature();

  // Зчитування даних з DS18B20
  sensors.requestTemperatures();
  data.tempDS18B20 = sensors.getTempCByIndex(0);

  // Зчитування даних з ACS712
  int sensorValue = analogRead(ACS_PIN);
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1024.0);
  data.current = (voltage - 2.5) / 0.185;

  return data;
}
```

Рис. 3.9 Функція get_real_time_usage()

Функція generate_report() - ця функція викликає get_real_time_usage(), отримує дані з датчиків і виводить їх на серійний монітор. (рис. 3.10)

```
void generate_report() {
  SensorData data = get_real_time_usage();

  // Вивід даних у серіальний монітор
  Serial.println("---- Sensor Data Report ----");
  Serial.print("Humidity: ");
  Serial.print(data.humidity);
  Serial.println("%");
  Serial.print("Temp (DHT22): ");
  Serial.print(data.tempDHT);
  Serial.println("C");
  Serial.print("Temp (DS18B20): ");
  Serial.print(data.tempDS18B20);
  Serial.println("C");
  Serial.print("Current: ");
  Serial.print(data.current);
  Serial.println("A");
  Serial.println("-----------------------------");
}
```

Рис. 3.10 Функція generate_report()

Енергозберігаючий режим- ця функція дозволяє активувати або деактивувати режим, який споживає менше енергії, зазвичай шляхом зменшення робочої потужності або вимкнення певних пристроїв, для зменшення електроенергії. (рис. 3.11)

```
void set_energy_saving_mode(bool enable) {
  if (enable) {
    Serial.println("Energy saving mode enabled.");
    // Додати логіку для енергозберігаючого режиму
  } else {
    Serial.println("Energy saving mode disabled.");
    // Додати логіку для відключення енергозберігаючого режиму
  }
}
```

Рис. 3.11 Функція енергозберігаючого режиму

Планування технічного обслуговування- ця функція дозволяє встановити час, коли будуть виконуватися технічні перевірки та обслуговування обладнання, що дозволяє попередити можливі відмови та забезпечити безперебійну роботу системи. (рис3.12)

```
void schedule_maintenance() {
  Serial.println("Maintenance scheduled.");
  // Логіка для планування технічного обслуговування
}
```

Рис. 3.12 Функція планування технічного обслуговування

Аналіз енергоспоживання- ця функція виконує аналіз споживання електроенергії, виявляючи основні фактори, які впливають на споживання, та допомагаючи у виявленні можливостей для ефективного використання енергії. (рис. 3.13)

```
void analyze_energy_trends() {
  Serial.println("Analyzing energy trends...");
  // Логіка для аналізу енергоспоживання
}
```

Рис. 3.13 Функція аналізу енергоспоживання

Управління приладами- ця функція дозволяє включати та вимикати підключені пристрої, такі як освітлення, обігрівачі або кондиціонери, з метою ефективного використання електроенергії та забезпечення комфортних умов.(рис.3.14)

```
void control_appliance_usage(bool on) {
  if (on) {
    Serial.println("Appliances turned on.");
    // Логіка для включення приладів
  } else {
    Serial.println("Appliances turned off.");
    // Логіка для вимкнення приладів
  }
}
```

Рис. 3.14 Функція управління приладами

Оптимізація освітлення- ця функція виконує автоматичне керування освітленням, наприклад, за допомогою датчиків руху або світлочутливих датчиків, для забезпечення оптимального рівня освітлення в приміщенні в залежності від умов та потреб. (рис. 3.15)

```
void optimize_lighting() {
  Serial.println("Optimizing lighting...");
  // Логіка для оптимізації освітлення
}
```

Рис. 3.15 Функція оптимізації освітлення

Налаштування енергетичних планів- ця функція дозволяє користувачеві встановлювати параметри споживання енергії з урахуванням різних часових періодів, тарифів або інших факторів, що дозволяє оптимізувати витрати на електроенергію.(рис. 3.16)

```
void customize_energy_plans() {
  Serial.println("Customizing energy plans...");
  // Логіка для налаштування енергетичних планів
}
```

Рис. 3.16 Функція налаштування енергетичних планів

Головний цикл loop()- ця функція виконується постійно і викликає основні функції коду з деякою затримкою для демонстрації. (рис. 3.17)

```
void loop() {
  generate_report();
  delay(2000);

  // Виклик функцій для демонстрації
  set_energy_saving_mode(true);
  schedule_maintenance();
  analyze_energy_trends();
  control_appliance_usage(true);
  optimize_lighting();
  customize_energy_plans();
}
```

Рис. 3.17 Головний цикл loop()

Основні задачі коду:

1. Збирання даних: Зчитування поточних значень температури, вологості та струму з датчиків.

2. Вивід даних: Вивід зібраних даних на серійний монітор для подальшого аналізу.

3. Демонстрація функцій: Виклик різних функцій для демонстрації можливостей, таких як енергозбереження, технічне обслуговування, аналіз

енергоспоживання, контроль приладів, оптимізація освітлення та налаштування енергетичних планів.

3.2 Архітектура мобільного додатку для моніторингу даних

Архітектура мобільного додатку для моніторингу даних включає в себе ряд ключових компонентів, які спільно забезпечують ефективну і зручну роботу додатку. Основні складові цієї архітектури зображено на рисунку 3.18

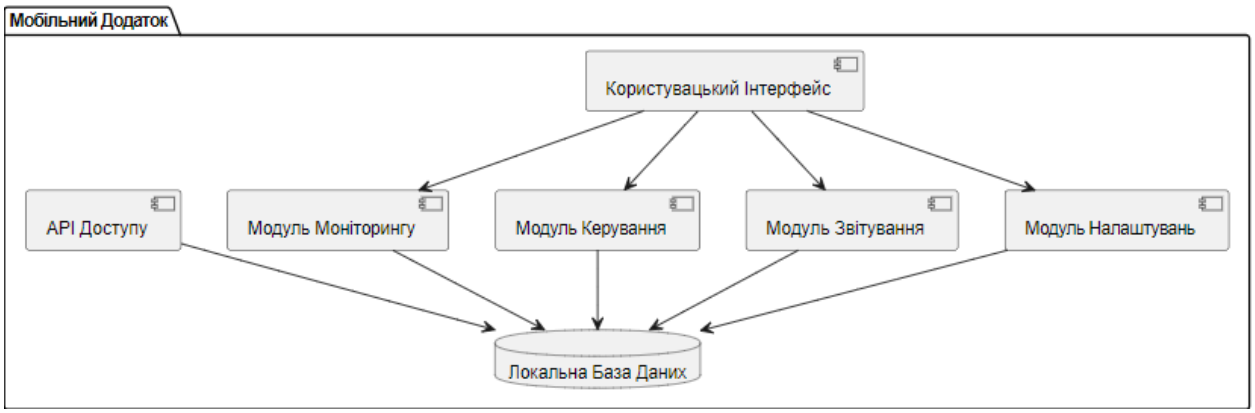


Рис. 3.18 Архітектура мобільного додатку

На схемі показано архітектуру мобільної програми для домашньої системи енергозбереження, включаючи наступні компоненти:

Інтерфейс користувача (UI): це інтерфейс, через який користувач взаємодіє з програмою. Він надає користувачам зручний спосіб моніторингу, контролю та налаштування різноманітних параметрів системи енергозбереження. (рис. 3.19)

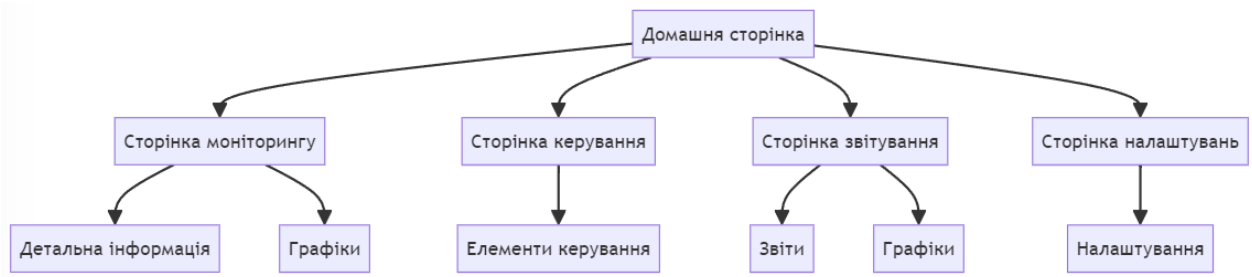


Рис. 3.19 Блок-схема користувацького інтерфейсу (UI)

Розглянемо деталі користувацького інтерфейсу (UI) для мобільного додатку системи енергозбереження. Мобільний додаток для системи енергозбереження включає багато різних елементів для взаємодії з користувачами та відображення інформації. Зокрема, використовуються різні інструменти та технології. Для розробки мобільних додатків застосовуються такі популярні фреймворки, як React Native, Flutter або SwiftUI, що забезпечують сумісність між платформами та зручний процес розробки. Дизайн інтерфейсу розробляється за допомогою інструментів графічного дизайну, таких як Adobe XD, Sketch або Figma, що дозволяють створювати моделі, взаємодії та прототипи. У випадках, коли програма має бути подібною до веб-додатку, для розробки використовуються стандартні веб-технології, такі як HTML, CSS та JavaScript.

Структура інтерфейсу користувача (UI) мобільного додатку для системи енергозбереження може мати кілька основних сторінок. Домашня сторінка (панель) є головною сторінкою, на якій користувач бачить загальну інформацію про споживання енергії, графіки та індикатори, що підсумовують стан системи. Сторінка моніторингу надає детальну інформацію про споживання енергії, включаючи статистику, графіки та інші візуалізації даних. На сторінці керування користувачі можуть змінювати налаштування та керувати різними пристроями в домі, такими як температура, освітлення, вентиляція тощо. Сторінка звіту показує користувачеві різноманітні звіти та статистичні дані про споживання енергії, а також аналітичні висновки та рекомендації. Нарешті, сторінка налаштувань

дозволяє користувачам налаштувати параметри енергозберігаючих програм і систем відповідно до своїх потреб і вподобань.

Модуль моніторингу: цей підрозділ відповідає за збір та аналіз даних про споживання енергії домом. Це може включати збір даних із датчиків, які вимірюють різні параметри споживання енергії, такі як електроенергія, газ, вода тощо.

Важливою частиною мобільного додатку є модуль моніторингу системи енергозбереження житлових будинків. Його мета — надати користувачам зручний інтерфейс для моніторингу та аналізу споживання енергії. Для досягнення цієї мети модуль використовує кілька компонентів і інструментів для забезпечення його функціональності.

Під час розробки мобільних додатків використовуються сучасні фреймворки, такі як React Native, Flutter або SwiftUI, що полегшує створення кросплатформних додатків, які працюють як на iOS, так і на Android. Ці фреймворки ефективні та прості в розробці та мають багато вбудованих компонентів для створення інтерфейсів користувача.

RESTful або GraphQL API використовується для взаємодії з сервером і отримання даних про споживання енергії. Ці технології забезпечують ефективний обмін даними між клієнтською частиною програми та сервером, дозволяючи отримувати актуальну інформацію в режимі реального часу.

Візуалізація даних використовує такі бібліотеки, як D3.js, Chart.js або Recharts, які дозволяють зручно створювати інтерактивні графіки та діаграми для аналізу споживання енергії.

Локальне зберігання даних на пристрої реалізовано за допомогою бази даних, наприклад SQLite або Realm, що забезпечує надійність і швидкий доступ до даних, що важливо для автономної роботи програми. Обробка даних включає фільтрацію, агрегацію та форматування для забезпечення точного представлення даних у програмі. У структурі модуля моніторингу помітні такі компоненти: інтерфейс користувача, логіка збору даних, обробка даних та візуалізація даних.

Кожен з них виконує свої функції, щоб забезпечити зручний і ефективний моніторинг енергоспоживання користувача.

Модуль керування: цей модуль відповідає за керування різними пристроями в домі для оптимізації споживання енергії. Наприклад, він може контролювати роботу опалення, кондиціонування, освітлення та іншого електрообладнання з урахуванням поточних умов і налаштувань користувача. (рис. 3.20)

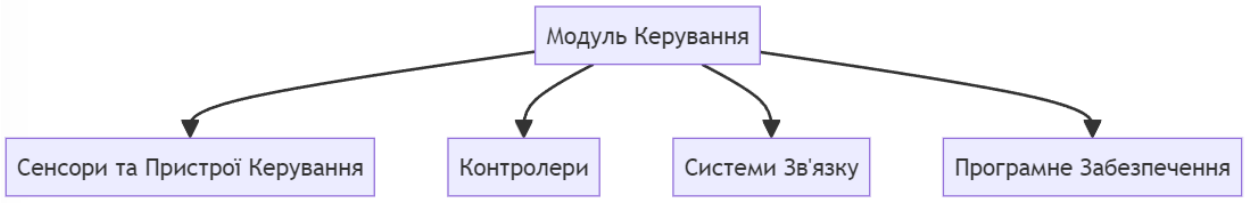


Рис. 3.20 Блок-схема модулю керування

Модуль керування системами енергозбереження житлових будинків є ключовим компонентом, що забезпечує ефективну роботу та оптимальне використання енергоресурсів. Для досягнення цієї мети використовується багато різних інструментів і технологій.

Першим важливим аспектом є використання мікроконтролера або мікрокомп'ютера. Ці пристрої відповідають за збір, обробку та передачу даних від датчиків і контрольних пристроїв.

Другий важливий аспект стосується протоколів зв’язку, які використовуються для зв’язку між різними пристроями та системами. Такі протоколи, як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee або MQTT, забезпечують надійне та ефективне підключення, необхідне для оптимальної роботи системи.

Третій аспект – використання систем автоматизації, які дозволяють автоматизувати різні системні процеси. Наприклад, такі системи, як OpenHAB, Home Assistant або Node-RED, забезпечують зручні та гнучкі інтерфейси для програмування та керування різними аспектами енергозберігаючих систем.

Структура модуля керування складається з різних компонентів.

Датчики та контрольні пристрої відповідають за збір даних про різні параметри будинку, такі як температура, освітлення або стан електричних пристроїв.

Контролер, який може бути мікроконтролером або мікрокомп’ютером, керує цими процесами збору, обробки та передачі даних.

Система зв'язку забезпечує взаємодію між різними компонентами за допомогою різних протоколів зв'язку.

Нарешті, програмне забезпечення виконує різноманітні функції, включаючи керування процесом на контролері, а також аналіз даних і візуалізацію.

Модуль звітування: цей модуль відповідає за створення звітів та статистики споживання енергії. Він може аналізувати зібрані дані та надавати користувачам чітку інформацію про споживання енергії разом із конкретними рекомендаціями щодо ефективного використання енергії.(рис. 3.21)

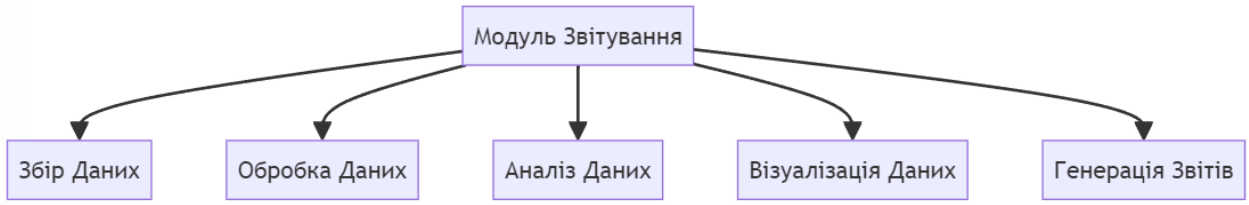


Рис. 3.21 Блок-схема модулю звітування

Модуль звітності системи енергоефективності житлових будинків відіграє важливу роль у забезпеченні ефективного використання енергоресурсів та прийнятті обґрунтованих рішень на основі аналізу даних. Для досягнення цієї мети використовується багато різних інструментів і технологій.

По-перше, бази даних використовуються для зберігання та організації великих обсягів даних із різних джерел, таких як датчики, вимірювальні пристрої та інші системи. Наявність різних баз даних, таких як MySQL, PostgreSQL або MongoDB, допомагає ефективно керувати цими даними та швидко отримувати до них доступ.

По-друге, розробка модуля звітності передбачає використання різних мов програмування для реалізації логіки обробки та аналізу даних. Наприклад, Python, JavaScript або Java часто використовуються для цієї мети, оскільки вони мають багатий набір бібліотек для роботи з даними та аналітики.

По-третє, якщо звіти надаються через веб-інтерфейс, використовуються фреймворки веб-розробки. Наприклад, Django (Python), Express.js (JavaScript) або Spring (Java) дозволяють розробникам створювати потужні веб-додатки з відповідними інтерфейсами для візуалізації та аналізу даних.

Структура модуля звітності складається з кількох компонентів.

По-перше, дані збираються з різних джерел, таких як бази даних, файли журналів та API інших систем.

По-друге, отримані дані будуть оброблені, включаючи очищення, агрегацію та фільтрацію.

По-третє, аналіз даних виконується для виявлення тенденцій і закономірностей у зібраних даних.

По-четверте, результати аналізу відображаються у вигляді діаграм, графіків і таблиць, щоб користувачі їх легко ідентифікували.

Зрештою, на основі оброблених і проаналізованих даних генеруються звіти в різних форматах, таких як текстові файли, документи PDF або веб-сторінки, залежно від потреб користувача.

Модуль налаштувань (Параметри): цей модуль дозволяє користувачам налаштовувати різні параметри системи енергозбереження відповідно до своїх індивідуальних потреб і вподобань.(рис. 3.22)

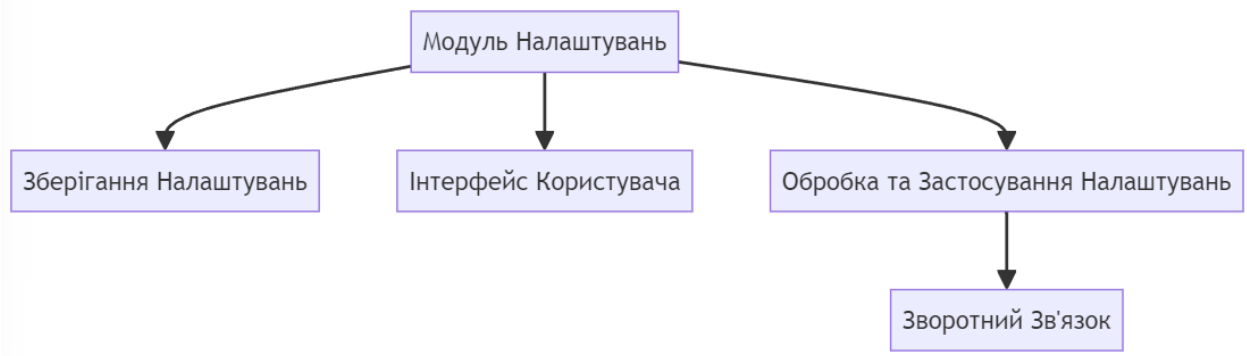


Рис. 3.22 Блок-схема модулю налаштувань

Модуль налаштувань системи енергозбереження для житлових будинків відіграє важливу роль у забезпеченні оптимальної роботи системи та відповідності потребам користувачів. Для досягнення цих цілей використовуються різноманітні інструменти та технології.

По-перше, одним із основних компонентів модуля є конфігураційні файли, які використовуються для зберігання системних налаштувань у зручному форматі, наприклад JSON, YAML чи іншому. Це забезпечує зручний доступ до налаштувань і їх зміну за допомогою текстового редактора або програмного засобу.

По-друге, інтерфейс користувача відіграє важливу роль у взаємодії з модулем налаштувань. Розроблений інтерфейс може бути веб-додатком, мобільним додатком або додатком для ПК, який надає користувачам зручний спосіб вводити, змінювати та контролювати налаштування системи.

По-третє, для обробки та зберігання параметрів використовуються різні мови програмування, такі як Python, JavaScript або Java. Ці мови надають розробникам багато можливостей для створення ефективних і надійних рішень для роботи з налаштуваннями системи.

Структура модуля налаштувань складається з кількох основних компонентів.

По-перше, сховище налаштувань відповідає за ефективне зберігання та впорядкування налаштувань системи.

По-друге, інтерфейс користувача забезпечує зручний доступ до налаштувань для користувачів.

По-третє, обробка та застосування параметрів забезпечує їх ефективне використання в системі.

Нарешті, зворотний зв’язок дозволяє системі сповіщати користувачів про зміни налаштувань та їхній вплив на продуктивність системи.

Локальна база даних: це база даних, розташована безпосередньо на мобільному пристрої. Зберігає дані, необхідні для роботи програми, наприклад налаштування користувача, історію активності тощо. (рис. 3.23)

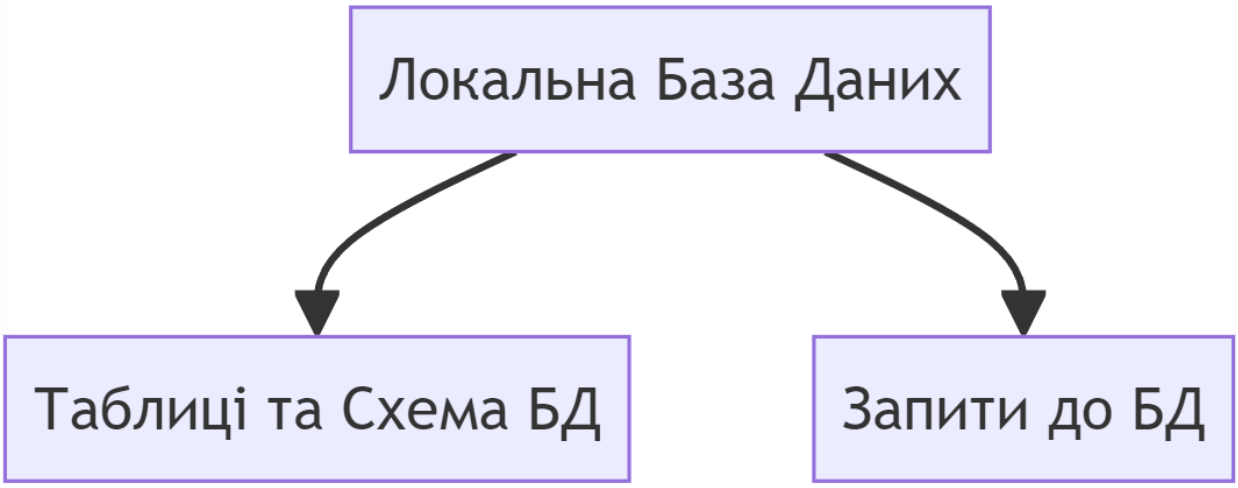


Рис. 3.23 Блок-схема локальної бази даних

У сучасних системах енергозбереження житлових будинків локальні бази даних відіграють ключову роль у зберіганні, організації та обробці інформації. Для розгортання цієї бази даних використовуються різні інструменти та технології, що забезпечує ефективну роботу системи.

Одним із найпопулярніших засобів роботи з локальними базами даних у таких системах є система керування базами даних (СУБД). Серед популярних варіантів – SQLite, Realm і MongoDB. Ці системи забезпечують надійне зберігання та швидкий доступ до даних, що є важливим для збору та аналізу даних про енергоспоживання.

Крім того, для розробки логіки взаємодії з базою даних використовуються різні мови програмування. Серед них можна відзначити Python, Java і JavaScript, які

надають розробникам багато можливостей у реалізації функцій обробки даних і управління базами даних.

Основними компонентами локальної бази даних є:

Таблиці та схема бази даних: База даних складається з ряду таблиць, призначених для зберігання різноманітних типів даних, таких як споживання електроенергії, індикація температури тощо. Схема бази даних визначає зв’язки між таблицями та їхньою структурою, полегшуючи організацію та структурування даних.

Запити до бази даних: Цей компонент відповідає за виконання запитів до бази даних для отримання, збереження та оновлення інформації. Запити можна писати на SQL, що дозволяє використовувати об’єктно-орієнтовані проекти для взаємодії з базою даних.

Усі ці компоненти разом створюють надійну та ефективну інфраструктуру локальної бази даних, яка використовується для оптимізації управління системами енергоефективності в житлових будинках.

Access API (API): це інтерфейс прикладного програмування, який забезпечує взаємодію між мобільними програмами та іншими компонентами системи, включаючи центральні бази даних. (рис. 3.24)

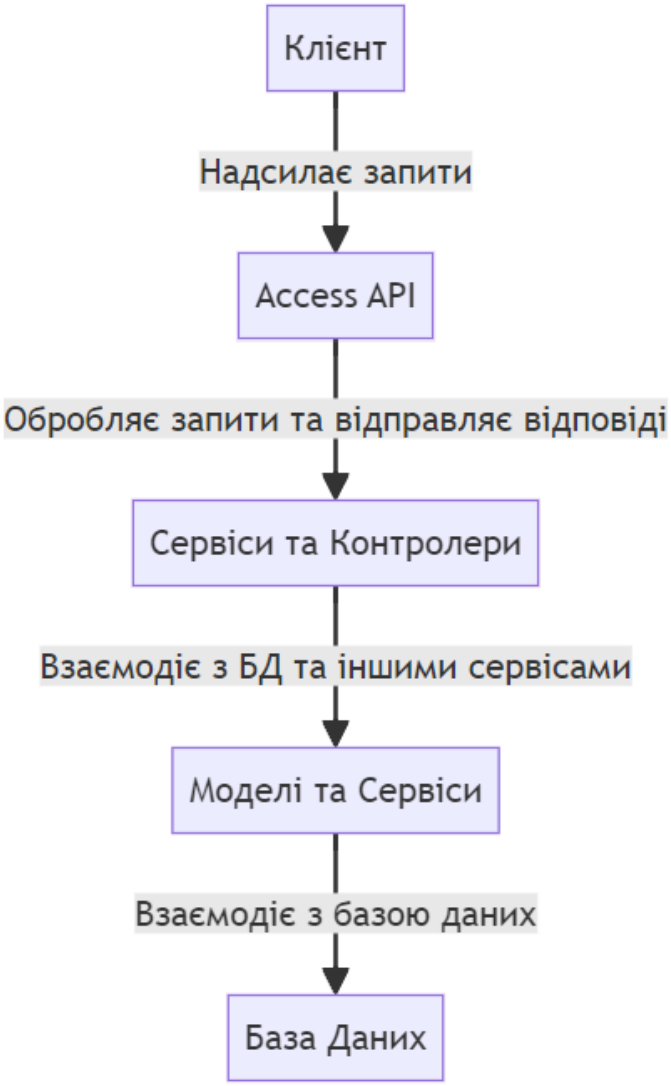


Рис. 3.24 Блок-схема Access API

Розробка та впровадження Access API (API) є важливим аспектом систем енергоефективності для житлових будинків. Цей модуль відповідає за надання доступу до функціональності системи через визначені інтерфейси. Для досягнення цієї мети використовуються різні інструменти та технології для створення, керування та захисту API.

Розробка Access API використовує такі фреймворки, як Flask, Express.js або Spring Boot. Ці інфраструктури надають набір інструментів для створення API, включаючи маршрутизацію, обробку запитів і автентифікацію. Такі стандарти, як REST або GraphQL, використовуються для стандартизації взаємодії із зовнішніми

системами. REST надає можливість створювати API на основі протоколу HTTP, тоді як GraphQL дозволяє клієнтам запитувати лише ті дані, які їм потрібні.

Для захисту та контролю доступу до API використовуються різні механізми, такі як JWT, OAuth або базова автентифікація. Ці механізми забезпечують захист API та безпеку обміну даними.

Структура Access API включає маршрути, контролери, моделі та служби. Маршрути визначають, як обробляються запити, контролери відповідають за обробку запитів і взаємодію з базою даних, моделі визначають структури даних, а служби містять логіку бізнес-процесу, яка є примусовим виконанням API.

Загалом, Access API відіграє важливу роль у забезпеченні функціональності та доступу до даних у системах енергоефективності, і його розробка потребує комплексного підходу з використанням різних інструментів і технологій.

Система керування енергією: це центральна система, що складається з датчиків, пристроїв керування та компонентів керування енергією. Він відповідає за збір даних про споживання енергії, керування приладами та забезпечення ефективного енергозбереження в домі. (рис. 3.25)

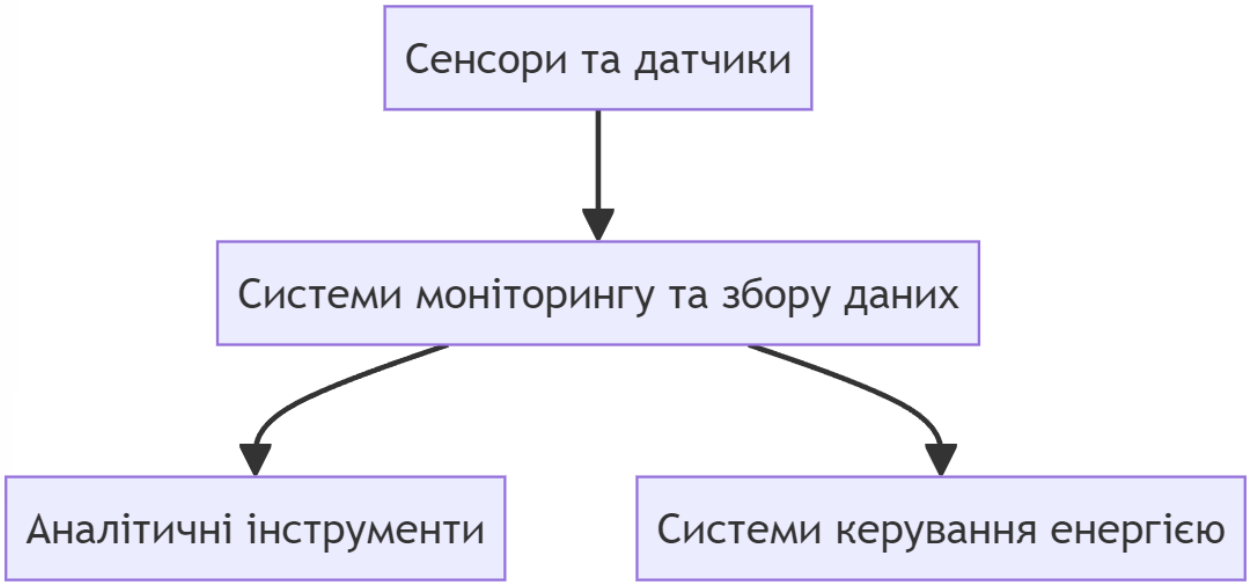


Рис. 3.25 Блок-схема системи енергоменеджменту

Система енергоменеджменту житлових будинків – це складна інфраструктура, яка використовує різноманітні інструменти та технології для моніторингу, керування та оптимізації споживання електроенергії. Ця система складається з кількох основних елементів, кожен з яких відіграє важливу роль у забезпеченні ефективної роботи всього комплексу.

Першим важливим елементом є датчики, а датчики збирають різні дані про споживання енергії та стан різних систем у домі. Ці датчики можна використовувати для вимірювання температури, вологості, освітленості, а також контролювати роботу електричних пристроїв. Після збору даних вони передаються в систему збору даних і моніторингу, де зберігаються для подальшого аналізу. Використання інструментів аналітики дає змогу проводити поглиблений аналіз даних для визначення моделей і тенденцій споживання електроенергії.

На наступному етапі працює система управління, яка на основі отриманих даних і результатів аналізу приймає рішення щодо оптимізації режиму роботи різних електроприладів і систем в будинку. Ці системи можуть автоматично регулювати параметри опалення, охолодження, освітлення, ефективно використовувати енергію.

Нарешті, інтерфейс користувача дозволяє користувачам взаємодіяти з системою управління енергією та переглядати інформацію про стан і продуктивність системи. Це можна зробити за допомогою мобільних додатків, веб-порталів або голосових помічників, що спрощує доступ до системи для користувачів.

Таким чином, системи енергоменеджменту в житлових будинках використовують інтегрований підхід, заснований на зборі, аналізі та оптимізації даних про споживання електроенергії для забезпечення ефективного використання ресурсів і зниження витрат на енергію.

Центральна база даних: це централізована база даних, яка зберігає дані з різних пристроїв у житловому будинку та забезпечує доступ до цих даних багатьом іншим програмам і пристроям разом.

Ця архітектура дозволяє ефективно керувати енергоспоживанням у житлових будинках за допомогою мобільного додатку, який надає користувачам зручний спосіб керування та налаштування енергоефективних систем.

Центральна база даних (ЦБД) є ключовим компонентом систем енергоменеджменту в житлових будинках. Він використовує різні інструменти та технології для забезпечення ефективного зберігання, керування та обробки даних.

Одним із основних інструментів, що використовуються в СУБД, є система керування базами даних (СУБД), така як MySQL, PostgreSQL або MongoDB. Ці системи забезпечують швидкий і надійний доступ до даних, дозволяючи зберігати великі обсяги інформації та ефективно шукати та фільтрувати потрібну інформацію.

Для розробки логіки обробки даних і взаємодії з DBM використовуються різні мови програмування, такі як Python, Java або JavaScript. Це дозволяє створити додаткові функції та реалізувати необхідну логіку для оптимального управління енергетичними процесами.

Для аналізу та візуалізації даних DBM використовуються різні інструменти, такі як Tableau, Power BI або Matplotlib. Ці інструменти дозволяють створювати графіки, діаграми та звіти для аналізу даних і прийняття управлінських рішень.

Крім того, різні заходи безпеки, такі як шифрування даних, механізми автентифікації та авторизації, резервне копіювання та відновлення інформації, використовуються для захисту конфіденційності та цілісності даних. Структура DBM включає схему бази даних, яка визначає структуру даних у базі даних, таблиці для зберігання інформації, запитів і обробки даних, а також індекси, які допомагають покращити швидкість пошуку та отримання даних.

Ця структура забезпечує ефективне управління та обробку інформації, необхідної для ефективної роботи систем енергоменеджменту в житлових будинках.

3.3 Інтерфейс мобільного додатку для моніторингу даних

Для створення інтерфейсу була використана програма Figma(рис3.26)

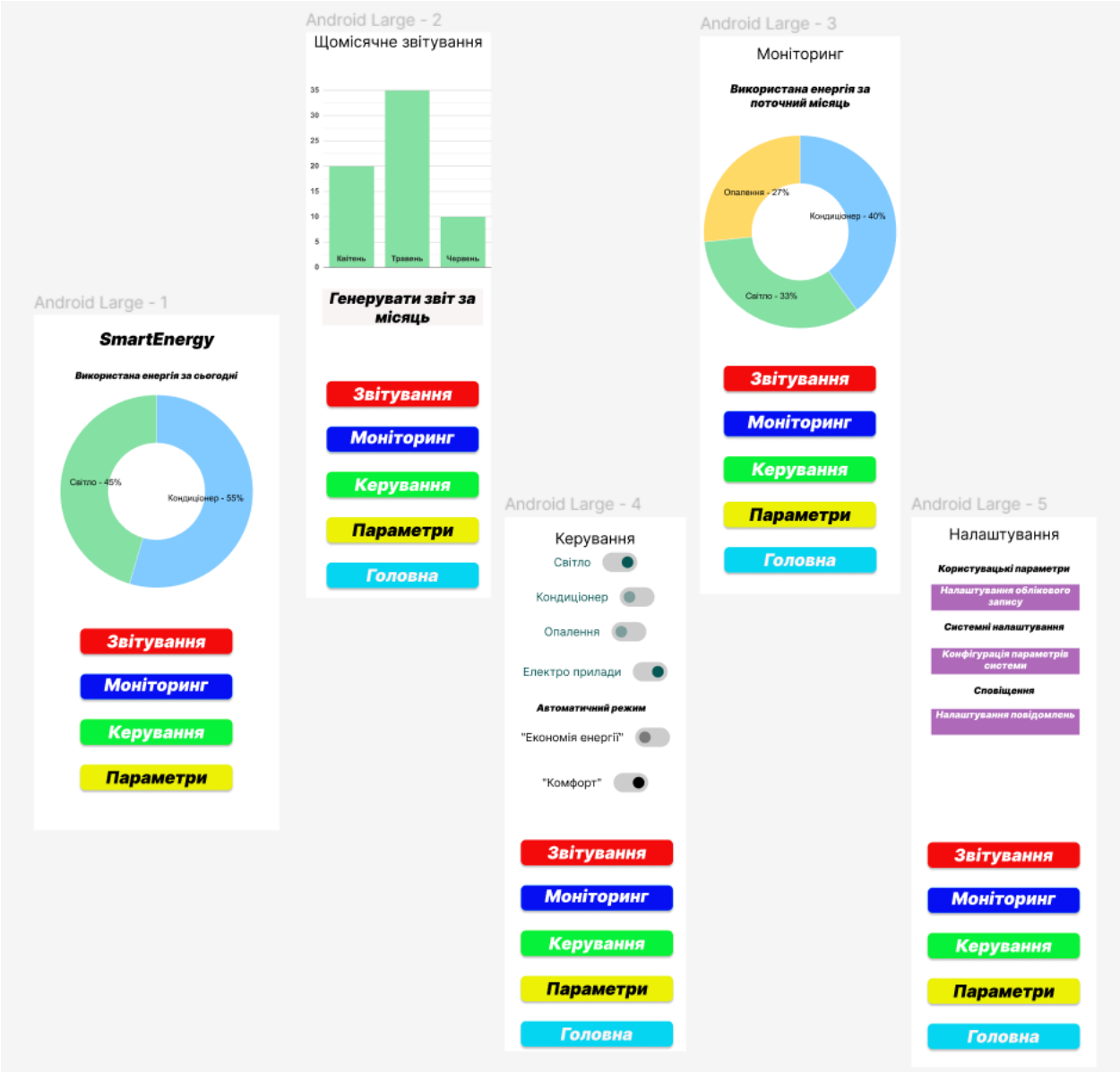


Рис. 3.26 Приклад інтерфейсу в програмі Figma

Figma — це потужний інструмент веб-дизайну, який використовується в основному для створення інтерфейсів користувача (UI) і взаємодії з користувачем (UX). Це дозволяє дизайнерам створювати, створювати прототипи та

безперешкодно співпрацювати над інтерактивними проектами. Ключові функції та переваги Figma:

Ключові характеристики:

Співпраця в хмарі: Співпраця в режимі реального часу: кілька користувачів можуть працювати одночасно над одним файлом дизайну, бачити зміни один одного в режимі реального часу.

Контроль версій: зміни автоматично зберігаються та зберігається історія версій, що дозволяє дизайнерам повертатися до попередніх версій, коли це необхідно.

Дизайн і прототипування:

Векторне редагування: Figma надає потужні інструменти для редагування векторів, подібні до тих, що є в Adobe Illustrator, що дозволяє точно контролювати елементи дизайну.

Прототипи: дизайнери можуть створювати інтерактивні прототипи з переходами та анімацією для імітації взаємодії користувача та потоків.

Система компонентів: ви можете створювати та використовувати повторювані компоненти (символи) у проектах, забезпечуючи узгодженість дизайну.

Плагіни та інтеграції:

Плагіни : Figma підтримує різноманітні плагіни, які розширюють її функціональні можливості, від складних анімацій до засобів керування доступністю.

Інтеграція: інтегрується з такими інструментами, як Slack, Zeplin і JIRA, що робить його центральною частиною процесу проектування.

Доступність:

Кросплатформенність: Як веб-інструмент, Figma працює в будь-якій операційній системі з веб-браузером, включаючи Windows, macOS і Linux.

Керування файлами: файли зберігаються в хмарі, що робить їх легко доступними звідусіль і знижує ризик втрати даних.

Управління командами та проектами:

Бібліотеки команд: Спільні бібліотеки дозволяють командам підтримувати спільну мову проектування та оновлювати компоненти в кількох проектах одночасно.

Коментарі: члени групи можуть безпосередньо коментувати проекти, сприяючи зворотному зв’язку та співпраці.

Переваги:

Ефективність: Співпраця в реальному часі прискорює процес проектування та зменшує потребу в постійних повідомленнях.

Узгодженість: повторювані елементи та стилі допомагають підтримувати послідовну систему дизайну в усіх проектах.

Доступність: без встановлення програмного забезпечення та хмарного сховища, Figma зручна та доступна для віддалених і розподілених команд.

Значення: Figma пропонує безкоштовний план із розширеними функціями, що робить його доступним для окремих дизайнерів і невеликих команд.

Для забезпечення ефективного користування системою енергозбереження було розроблено інтерфейс мобільного додатку для користувача. Головний екран (Dashboard) є центральним місцем у мобільному додатку для моніторингу системи енергозбереження у житлових будинках (рис. 3.27). Він надає користувачеві швидкий та зручний доступ до ключової інформації про їхнє енергоспоживання та можливостей управління системою.

Рис. 3.27 Головний екран (Dashboard)

Цей компонент веб-додатку або програмного забезпечення відображається у верхній частині екрана та позначається як «Домашня сторінка», надаючи користувачеві правильні орієнтири та розуміння мети цього розділу.

Одним із основних компонентів головного дисплея є графічне представлення поточного споживання електроенергії. Це можна зробити за допомогою лінійної або гістограми, яка відображає актуальні дані про споживання енергії користувачем.

Під графічною презентацією наведено ключові показники, такі як енергозбереження та витрати. Ці показники можуть бути представлені у вигляді числових значень або індикаторів прогресу, що дозволяє користувачам швидко оцінити стан своєї енергоефективної системи.

Крім того, на головному екрані також є панель навігації, яка містить кнопки для доступу до інших модулів програми. Кожна кнопка має відповідний значок і підпис, що полегшує користувачам переміщення між різними частинами програми.

Функція головного екрана полягає в тому, щоб надати користувачеві можливість переглядати поточне енергоспоживання за допомогою графічного представлення та відстежувати ключові показники ефективності системи енергозбереження, наприклад, енергозбереження та витрати. Крім того, завдяки панелі навігації користувач може легко отримати доступ до інших модулів програми для виконання необхідних дій для оптимізації енергоспоживання.

Коротше кажучи, головний екран – це центр керування та моніторингу систем енергозбереження в житлових будинках, який надає користувачам інформацію та інструменти, необхідні для оптимізації споживання енергії.

Модуль моніторингу

Модуль моніторингу, який є частиною системи енергозбереження для житлових будинків, є інструментом для активного моніторингу та аналізу споживання енергії в реальному часі та за попередні періоди, щоб зрозуміти та оптимізувати енергетичні процеси в будинку. (рис. 3.28)

Рис. 3.28 Модуль моніторингу

Цей модуль називається «Моніторинг», який чітко визначає його функціональні цілі та допомагає зорієнтувати користувача. Одним із основних елементів модуля є представлення даних про споживання енергії в реальному часі, отриманих за допомогою графічних візуалізацій, таких як діаграми та графіки. Ці дані надходять безпосередньо з лічильників і датчиків, встановлених у будинку, що дозволяє користувачам миттєво оцінювати потоки енергії.

Далі, цей модуль надає можливість аналізувати історичні дані споживання енергії. Для цього користувачі можуть вибрати різні періоди аналізу, наприклад дні, тижні, місяці або роки. Це допомагає визначити тенденції споживання енергії та підготувати дані для подальшого аналізу.

Таким чином, модуль моніторингу є важливим інструментом для ефективного управління споживанням енергії в житлових будинках.

Він забезпечує зручний доступ до важливої інформації та аналітичних інструментів для прийняття обґрунтованих рішень щодо зменшення споживання енергії та підвищення ефективності.

Модуль керування

Модуль керування, який є частиною системи енергозбереження будинку, є інструментами для ефективного керування підключеними пристроями та оптимізації енергоспоживання.(рис. 3.29)

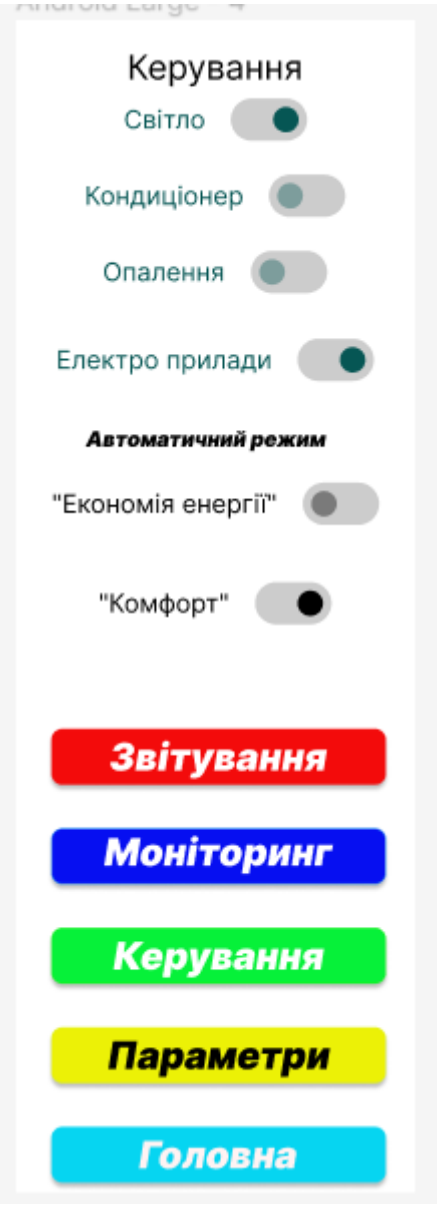


Рис. 3.29 Модуль керування

Одним із ключових компонентів модуля є розділ «Керування пристроями». Користувачі можуть переглядати список пристроїв, підключених до системи, і легко вмикати або вимикати пристрої через мобільний додаток. Ці пристрої включають освітлення, прилади, системи опалення тощо.

Другою за важливістю особливістю цього модуля є можливість налаштувати автоматичний режим роботи пристрою. Користувачі можуть створювати розклади для автоматичного ввімкнення та вимкнення своїх пристроїв у певний час або за певних умов. Це дозволяє автоматизувати процеси енергозбереження, наприклад, вимикати світло в кімнаті, коли вас немає вдома, або вмикати опалення до запланованого приходу додому.

Таким чином, цей модуль керування надає користувачам зручний спосіб керування підключеними пристроями вдома через мобільний додаток, дозволяє ефективно контролювати споживання енергії та сприяє оптимізації ресурсів.

Модуль звітування

Модуль звітності, слугує інструментом для створення та відображення звітів про енергоспоживання користувача та для аналізу тенденцій енергоефективності та споживання з часом. (рис. 3.30)

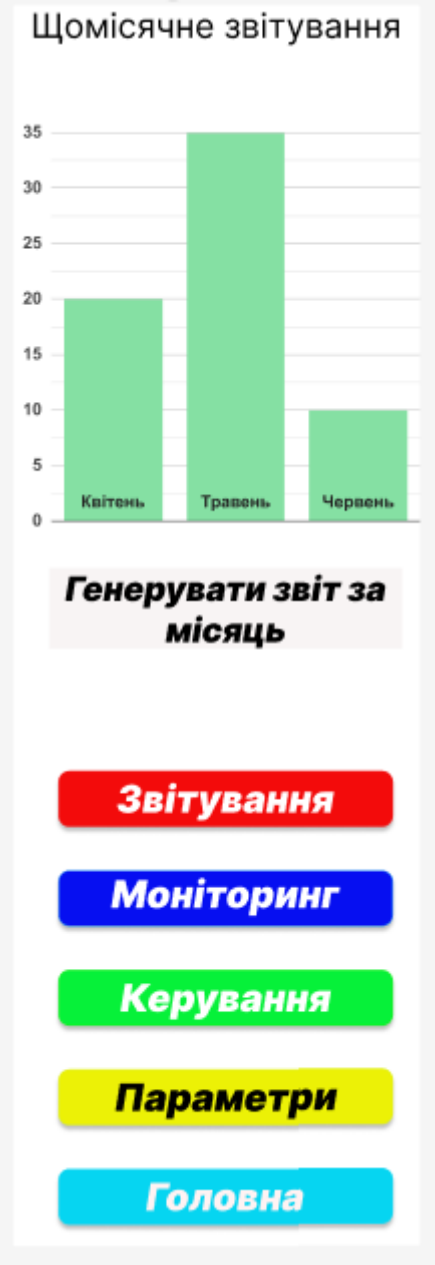


Рис. 3.30 Модуль звітування

Першим елементом модуля є можливість створення та відображення звітів. Користувачі можуть створювати різноманітні звіти про енергоспоживання, наприклад щоденні, щотижневі, щомісячні, а також за певні періоди часу. Ці звіти містять детальну інформацію про енергоспоживання та витрати, даючи користувачам можливість отримати уявлення про їх поведінку в енергетиці.

Другим найважливішим аспектом цього модуля є аналіз тенденцій і довгострокових змін у споживанні енергії. Користувачі можуть бачити ці тенденції

на графіках і діаграмах, що дозволяє їм виявляти зміни у споживанні енергії та розуміти їх причини. Цей аналіз допомагає користувачам визначити можливості оптимізації та енергозбереження.

Таким чином, модуль звітності надає користувачам практичні інструменти для глибокого аналізу споживання енергії та визначення можливостей підвищення ефективності та зниження витрат. Це дозволяє користувачам бути більш свідомими щодо споживання енергії та розробляти стратегії для підвищення енергоефективності своїх житлових будинків.

Модуль налаштувань (Параметри)

Модуль налаштувань, що входить до функціональності домашньої системи енергозбереження, є важливим інструментом для користувачів, які можуть налаштовувати різні параметри свого облікового запису та конфігурації системи, а також керувати налаштуваннями сповіщень.

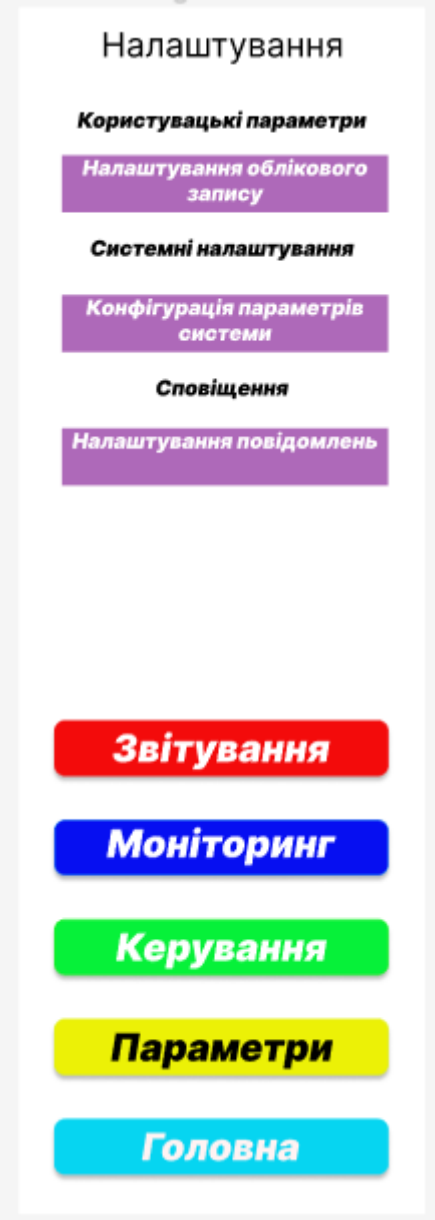


Рис. 3.31 Модуль налаштувань

Модуль налаштувань, що входить до функціональності домашньої системи енергозбереження, є важливим інструментом для користувачів, які можуть налаштовувати різні параметри свого облікового запису та конфігурації системи, а також керувати налаштуваннями сповіщень.

Заголовок «Налаштування» чітко визначає призначення цього розділу та орієнтує користувача.

По-перше, користувачі мають можливість налаштувати свою особисту інформацію та параметри облікового запису для забезпечення актуальності та

безпеки. Це включає зміну вашого імені, електронної пошти, пароля та іншої особистої інформації. Потім користувачі можуть регулювати різні системні параметри відповідно до своїх уподобань і потреб.

Нарешті, користувачі можуть керувати своїми сповіщеннями та налаштовувати параметри відповідно до своїх потреб і способу життя. Це включає вибір типу сповіщення, часу доставки, вибраних категорій та інших налаштувань сповіщень.

Таким чином, модуль конфігурації дозволяє користувачам налаштовувати програму відповідно до своїх індивідуальних потреб і вподобань. Це підвищує комфорт і зручність використання енергозберігаючої системи і дозволяє адаптувати її функціональність до індивідуальних потреб користувача.

Інтерфейс програми моніторингу домашньої енергетичної системи є корисним ресурсом для відстеження та керування використанням енергії.

Завдяки чітко організованим елементам, таким як головний екран із графіками та ключовими індикаторами, модулями для моніторингу, керування, звітності та конфігурації, користувачі не лише отримують актуальну інформацію про своє енергоспоживання, але й отримують у режимі реального часу розширену можливість аналіз даних, історичні дані та тенденції сприяють інтелектуальному управлінню енергією.

Крім того, інтуїтивно зрозумілий дизайн і функціональна доступність роблять додаток доступним для широкого кола користувачів, сприяючи його практичному застосуванню в повсякденному житті.

ВИСНОВОК

Проаналізувавши сучасний стан енергопостачання житлового сектору в Україні, було виявлено, що значна частина енергії втрачається через неефективне використання та застарілу інфраструктуру. У зв'язку з цим, питання енергозбереження набуває особливої актуальності. Ефективне управління енергопостачанням житлових будинків є необхідною умовою для досягнення сталого розвитку та економії ресурсів.

У першій частині роботи було проведено огляд сучасних тенденцій та ключових принципів енергозбереження. Однією з найважливіших сучасних концепцій у цій сфері є "розумні мережі" (Smart Grids), які дозволяють оптимізувати споживання енергії через інтеграцію сучасних інформаційних технологій. Smart Grids представляють собою інтерактивні мережі, що включають різноманітні компоненти енергетичної системи - від генерації до розподілу та споживання енергії. Основними характеристиками розумних мереж є можливість автоматичного збору та аналізу даних про енергоспоживання в реальному часі, а також здатність самостійно коригувати процеси розподілу енергії для мінімізації втрат та підвищення ефективності. Це досягається за рахунок використання різних датчиків, лічильників та систем керування, які можуть взаємодіяти між собою та з централізованими серверами управління.

У роботі також було розглянуто сучасні системи керування енергоспоживанням у житлових будинках, зокрема системи Ajax, BroadLink та Fibaro. Кожна з цих систем має свої унікальні особливості та функціональні можливості, які можуть суттєво підвищити енергоефективність житлових будинків. Виявлено, що розумні системи керування енергоспоживанням, такі як Ajax, BroadLink та Fibaro, мають потенціал для значного підвищення ефективності використання енергії в житлових будинках. Вони дозволяють не тільки знизити витрати на енергопостачання, але й підвищити комфорт та безпеку проживання. Інтеграція таких систем у житлові будинки є важливим кроком до досягнення

сталого розвитку та економії ресурсів, що має велике значення для економіки та екології України.

У другій частині роботи було розроблено апаратне забезпечення для системи енергозбереження, що включає поєднання пристроїв управління високими напругами та контролера. Важливим аспектом розробки є структурний склад апаратної частини, до якого входять модулі Olimex_MOD-WIFI-ESP8266-DEV, AM2302, DS18B20 та RPR-0521RS. Основна мета цієї системи полягає у забезпеченні ефективного та безпечного управління енергоспоживанням у житлових будинках.

Забезпечення надійності та запобігання пожежам є критично важливими аспектами функціонування системи. Для захисту від перевантажень та коротких замикань застосовуються автоматичні вимикачі та запобіжники для кожного високовольтного пристрою. Крім того, використовуються реле з вбудованим захистом від перевантажень, що забезпечує додатковий рівень безпеки. Постійний моніторинг температури в критичних точках здійснюється за допомогою датчиків DS18B20, що дозволяє автоматично вимикати систему у разі перевищення критичних температур, запобігаючи перегріву та можливим пожежам.

Важливим елементом системи є можливість віддаленого моніторингу та управління, що реалізується завдяки модулю ESP8266. Це дозволяє не тільки дистанційно відключати пристрої у разі необхідності, але й проводити регулярні перевірки та обслуговування системи для виявлення та усунення потенційних небезпек. Використання високоякісних ізоляційних матеріалів та розділення високовольтних і низьковольтних компонентів у різних відсіках також сприяє підвищенню загальної безпеки системи. Таким чином, розроблене апаратне забезпечення для системи енергозбереження не лише сприяє ефективному управлінню енергоспоживанням у житлових будинках, але й забезпечує високий рівень надійності та безпеки, що є ключовими факторами для досягнення сталого розвитку та економії ресурсів.

У третій частині дослідження було здійснено розробку програмного забезпечення для системи енергозбереження, спрямованого на безпосереднє

керування електропостачанням та електроспоживанням в житлових будинках. Це програмне забезпечення включає в себе компоненти для моніторингу та управління енергетичними процесами з метою забезпечення оптимального використання ресурсів. Одним із основних елементів розробленого програмного забезпечення є функціонал для безпосереднього керування електропостачанням та електроспоживанням. Ця частина програми дозволяє користувачам моніторити та керувати різними аспектами енергетичного споживання, такими як розподіл електричної енергії між різними пристроями, графіки споживання енергії та управління режимами роботи пристроїв. Це дозволяє користувачам ефективно контролювати та оптимізувати своє енергоспоживання, сприяючи зменшенню витрат та підвищенню енергоефективності.

Другим важливим компонентом є архітектура мобільного додатку для моніторингу даних. Цей додаток розроблено з метою забезпечення зручного та доступного моніторингу енергетичних процесів користувачами. Архітектура додатку передбачає наявність інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, що дозволяє користувачам швидко та зручно отримувати необхідну інформацію про своє енергоспоживання. Використання мобільного додатку робить процес моніторингу більш гнучким та зручним, оскільки дозволяє користувачам отримувати доступ до даних з будь-якого місця та в будь-який час.

Інтерфейс мобільного додатку було розроблено в програмі Figma. Використання цього інструменту дозволило забезпечити високу якість та зручність використання додатку для користувачів. Інтерфейс розроблено з урахуванням принципів UX-дизайну та забезпечує зручний доступ до всіх функцій та можливостей програми, що сприяє покращенню користувацького досвіду та забезпечує ефективність використання програмного забезпечення для користувачів. Розроблене програмне забезпечення для системи енергозбереження включає в себе функціонал для безпосереднього керування електропостачанням та електроспоживанням, а також мобільний додаток для зручного моніторингу даних. Це дозволяє користувачам ефективно контролювати та оптимізувати своє

енергоспоживання, сприяючи зменшенню витрат та підвищенню енергоефективності в житлових будинках.

Результати проведених досліджень свідчать про потенційні переваги впровадження розумних систем керування енергоспоживанням у житлових будинках. Зниження витрат на енергію та підвищення загальної ефективності використання ресурсів можуть бути досягнуті завдяки оптимізації процесів енергозабезпечення та споживання за допомогою передових технологій. Розроблене апаратне та програмне забезпечення продемонструвало високу надійність та функціональність, що робить його перспективним для подальшого впровадження в реальних умовах.

Основні переваги впровадження розумних систем керування енергоспоживанням полягають у можливості автоматизації та оптимізації процесів управління енергетичними ресурсами. Це дозволяє ефективно використовувати електроенергію та інші ресурси, зменшуючи витрати та сприяючи економії. Крім того, розумні системи забезпечують зручний та гнучкий контроль за енергопостачанням, що дозволяє користувачам активно впливати на своє енергоспоживання та підтримувати комфортні умови проживання.

Сформульовані рекомендації щодо наукового та практичного використання результатів досліджень визначають напрямки подальшого розвитку даної галузі. Оптимізація алгоритмів керування енергоспоживанням та їх інтеграція з іншими системами розумного будинку можуть покращити функціональність та ефективність систем енергозбереження. Практичне впровадження розробленої системи сприятиме зниженню витрат на енергію та підвищенню стійкості житлових будинків до змін в енергетичних умовах, що відіграє важливу роль у забезпеченні сталого розвитку та збереженні ресурсів для майбутніх поколінь.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Dixi Energy Resilience Strategy [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2022/05/dixi-energy-resilience-str.pdf.

2. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Institutional Repository [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/3fc32e5c-3ffb-4802-b7cd-fb3b19b656c7/content.

3. Monitoring the Energy Strategy Ukraine 2035 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Monitoring-the-energy-strategy-Ukraine-2035-UKR.pdf.

4. Sector of Renewable Energy of Ukraine During and After the War [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://razumkov.org.ua/statti/sektor-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny.

5. UA Sectoral Evaluation and Damage Assessment [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Occasional/2023_01_24_UA_sectoral_evaluation_and_damage_assessment_Version_VI.pdf.

6. Econom: State and Regions [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.econom.stateandregions.zp.ua/journal/2020/3_2020/3_2_2020/3_2_2020.pdf.

7. National University "Chernihiv Polytechnic Institute" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/spetsializovani-vcheni-rady/disHvozd.pdf.

8. VENCON [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://vencon.ua/ua/articles/reyting-sistem-umnyy-dom-po-proizvoditelyam.

9. National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute" Institutional Repository [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/cabc8ee0-c292-4300-b9d9-199037df062f/content.

10. Econom: State and Regions [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.econom.stateandregions.zp.ua/journal/2020/3_2020/3_2_2020/9.pdf.

11. ResearchGate [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/357075863_Smart_technologies_for_energy_consumption_management.

12. IBM [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.ibm.com/blog/optimizing-energy-production-with-the-latest-smart-grid-technologies/.

13. DLF Law Firm [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://dlf.ua/ua/energetichnij-sektor-ukrayini-torgivlya-elektroenergiyeyu/.

14. State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://saee.gov.ua/sites/default/files/Presentation_28_09_2016.pdf.

15. Econom: State and Regions [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=394.

16. Econom: State and Regions [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2019/38.pdf.

17. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Institutional Repository [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/2f12a6fb-bc97-47bb-b856-48f7e8fb1f60/content.

18. National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute" Institutional Repository [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/cabc8ee0-c292-4300-b9d9-199037df062f/content.

19. Electronic Sumy State University Institutional Repository [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/82486/1/SMART%20GRID.

20. ResearchGate [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/337303639_OPTIMIZACIA_ENERGOEFEKTIVNOSTI_EKONOMIKI_ZA_DOPOMOGOU_TEHNOLOGICNOI_KONCEPCII_SMART_GRID.

21. Econom: State and Regions [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5272.

22. Viessmann Service Portal [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://serviceportal.viessmann.ua/articles/smart-grid-so-ce-i-ake-vidnosenna-mae-do-obladnanna-viessmann.

23. Electronic Sumy State University Institutional Repository [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/81682/1/Kolosok_monograf.pdf.

24. UA Energy [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ua-energy.org/uk/posts/elektrychni-merezhi-stanut-rozumnymy.

25. National Institute for Strategic Studies [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopovid-ai-v-energetici-red_01-pogodzheno-sukhodolya_02-1.pdf.

26. Econom: State and Regions [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5272.

27. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Institutional Repository [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/174852b1-4806-459a-b355-9e51b2d8b48d/content.

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:

«Розробка системи енергозбереження для житлових будинків за допомогою IoT-технологій»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології

Виконав: **Роман М.Р., ІСД-42**
Науковий керівник роботи:
Казначеєва А.В.

Київ - 2024

МЕТА, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ РОБОТИ

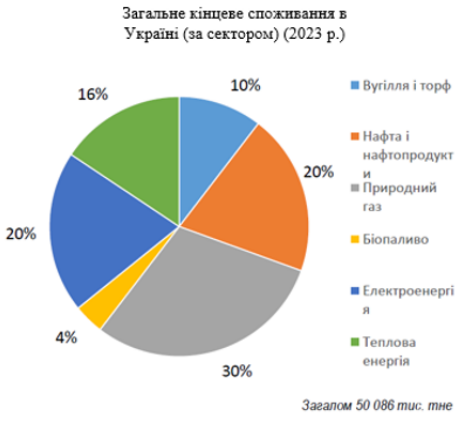
- *Мета роботи* – розробка системи енергозбереження житлових будинків з використанням технології IoT, яка знижує витрати на енергопостачання та підвищує ефективність використання енергії.
  - *Об'єкт дослідження*- процеси споживання та енергозбереження в будинках.
  - *Предмет дослідження* – технології Інтернету речей (IoT).

2

Актуальні проблеми енергопостачання житлового сектору

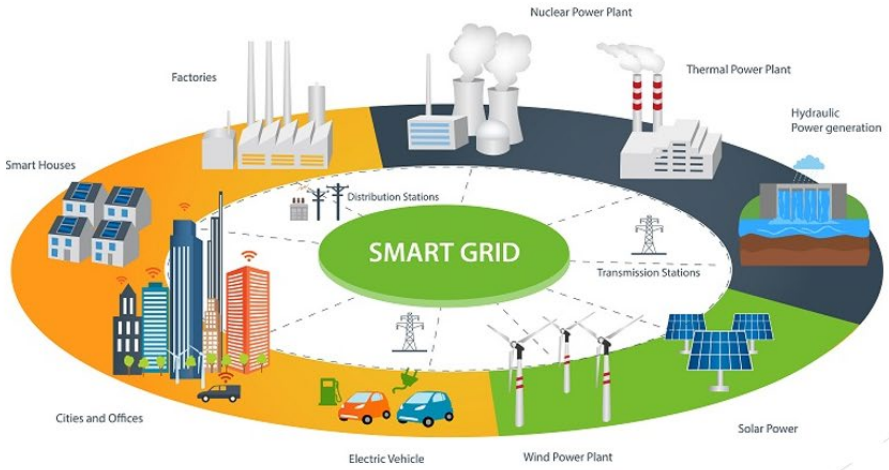
3

Загальне кінцеве споживання



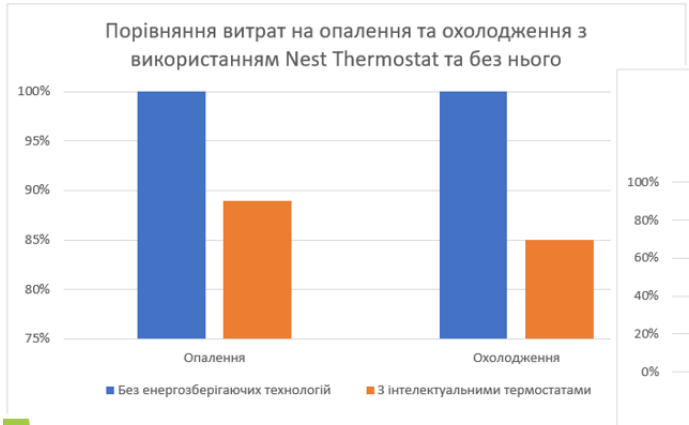
4

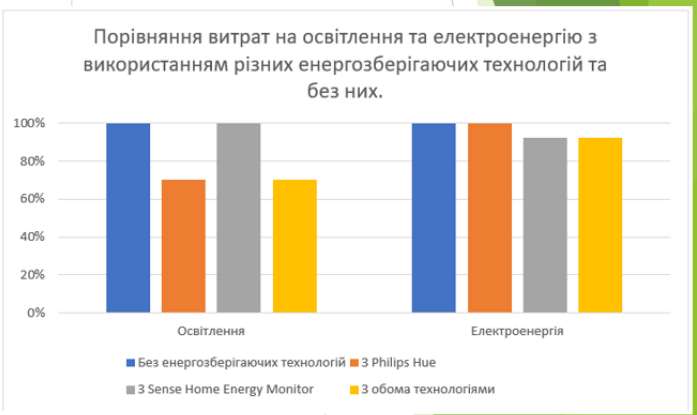
Концепція Smart Grid



5

Порівняння витрат використання розумних систем





6

Сучасні системи розумного керування енергопостачанням у житлових будинках

Ajax

BroadLink

Fibaro

7

Складові пристрою

Olimex_MOD-WIFI-ESP8266-DEV

AM2302

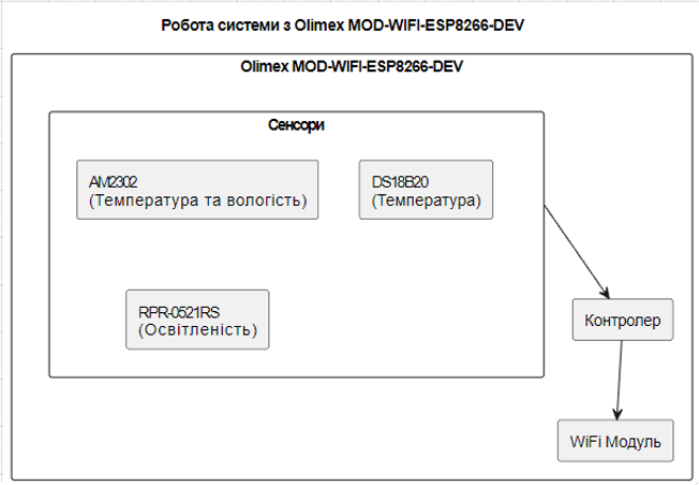
DS18B20

RPR-0521RS

ACS712xLCTR-05B

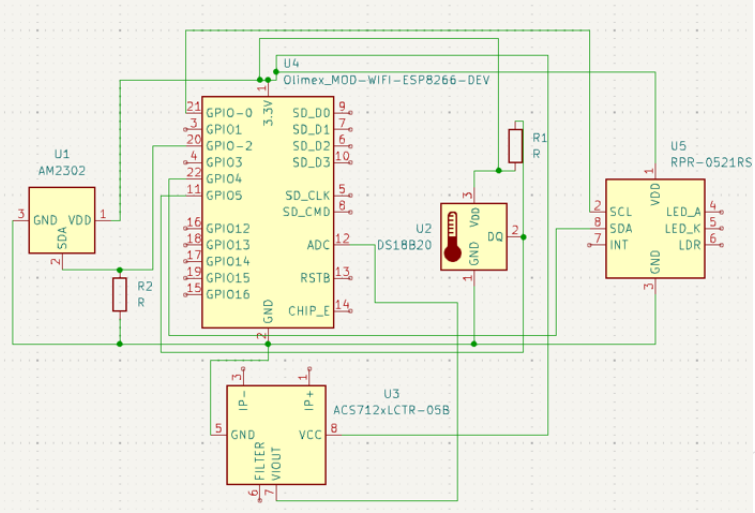
8

Структурна схема взаємодії сенсорів та контролера



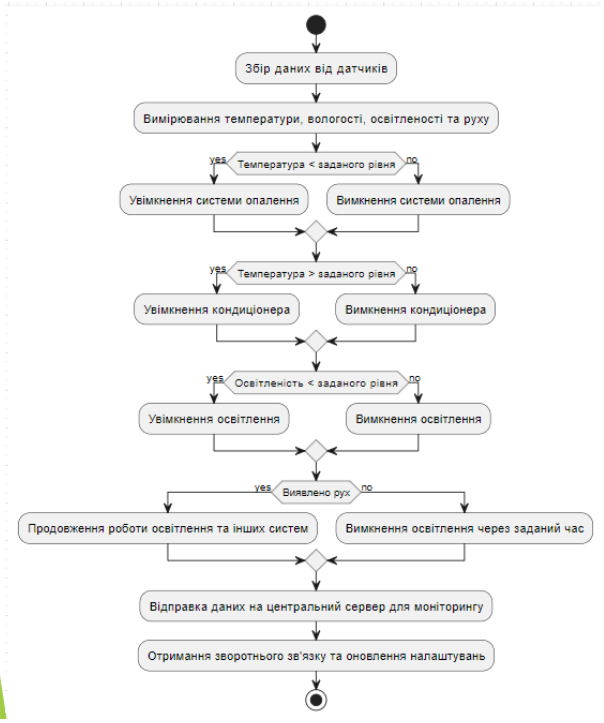
9

Схема підключення компонентів до плати Olimex MOD-WIFI-ESP8266-DEV



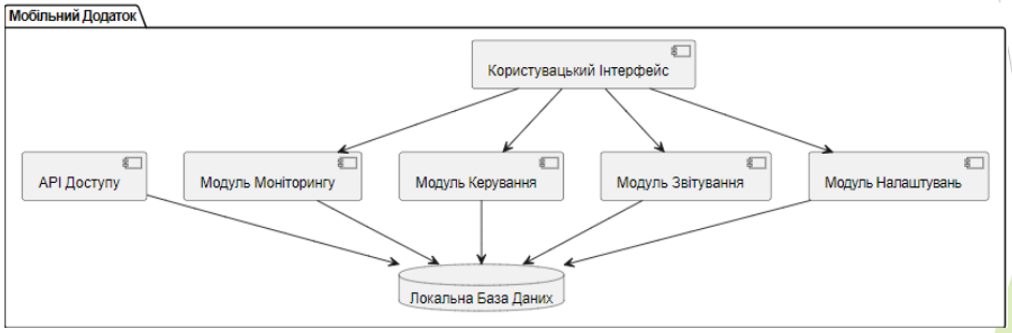
10

Алгоритм роботи програми



11

Архітектура мобільного додатку для моніторингу даних



12

Приклад інтерфейсу програми

13

Висновки

- У роботі детально досліджено сучасний стан енергопостачання житлового сектору в Україні, виявлено проблеми та можливості для оптимізації, зокрема шляхом впровадження розумних систем керування. Також розроблено програмне забезпечення для керування електропостачанням та електроспоживанням та створено мобільний додаток для моніторингу даних, що забезпечує зручний та доступний інтерфейс для користувачів, сприяючи оптимізації їхнього енергоспоживання.
- Результати проведених досліджень свідчать про потенційні переваги впровадження розумних систем керування енергоспоживанням у житлових будинках. Зниження витрат на енергію та підвищення загальної ефективності використання ресурсів можуть бути досягнуті завдяки оптимізації процесів енергозабезпечення та споживання за допомогою передових технологій.

14

Апробація

Подання тез

- V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІОТ»

Тема: **Використання IoT технологій в системах енергозбереження.**

- IV Всеукраїнська Науково-практична конференція «Сучасні інтелектуальні інформаційні технології в науці та освіті»

Тема: **Перспективи розвитку інтелектуальних технологій у сфері енергозбереження для житлових будинків.**