

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	6
1.1. Загальна концепція інтелектуальної автоматизації будівель.....	6
1.2. Платформи і системи для управління будинком.....	9
1.3. Елементи інтелектуальних систем керування будівлею.....	20
1.4. Типи управління та диспетчитаризації.....	24
Висновки по розділу 1.....	26
РОЗДІЛ 2. ПЛАТФОРМИ ТА СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БУДІВЛЕЮ.....	27
2.1. Опис котеджу для побудови інтелектуального енергоуправління....	27
2.2. Основні засоби побудови інтелектуальних систем енергоуправління котеджу.....	29
2.3. Структура побудови автоматизованої системи енергоуправління котеджу.....	38
2.4. Елементи автоматизованої системи енергоуправління котеджу.....	44
Висновки по розділу 2.....	48
РОЗДІЛ 3. ЕЛЕМЕНТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БУДІВЛЕЮ.....	49
3.1. Загальна структура програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації котеджу.....	49
3.2. Загальна структура програмного графічного інтерфейсу управління інтелектуальною системою автоматизації котеджу.....	58
3.3. Приклад реалізації виведення даних стану температури в приміщеннях котеджу в контрольну панель.....	71
Висновки по розділу 3.....	78

РОЗДІЛ 4. ПРОГНОЗУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСПОЖИВАННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ КОТЕДЖЕМ.....	79
4.1. Види альтернативних джерел енергії в індивідуальному використанні виробництва електроенергії.....	79
4.2. Вихідні дані для прогнозування виробництва енергії з використанням сонячних батарей.....	85
4.3. Аналіз даних виробництва електроенергії сонячної батареї.....	93
4.4. Оцінка помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією.....	103
Висновки по розділу 4.....	08
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	109
5.1. Вступ.....	109
5.2. Аналіз умов праці на робочому місці.....	110
5.3. Розробка заходів з охорони праці .....	111
5.4. Пожежна безпека виробничого приміщення .....	112
5.5. Типовий розрахунок або питання охорони праці до детального опрацювання .....	113
Висновки по розділу 5.....	114
РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЯ.....	115
6.1. Виникнення поняття електромагнітного забруднення .....	115
6.2. Електромагнітне випромінювання.....	115
6.3. Вплив комп'ютерної техніки на екологію.....	120
Висновки по розділу 6.....	123
ВИСНОВКИ .....	125
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	126

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

АСЕ – автоматизована система енергоуправління

DL (digital input) – цифровий вхід

AL (analog input) – аналоговий вхід

DO (digital output) – цифровий вихід

АО (analog output) – аналоговий вихід

ETS (engineering tool software) – спеціальне середовище розробки

СУБ – система управління будівлею

АБ – автоматизація будівель

ДБ – датчик руху

ДТ – датчик температури

ПЗ – програмне забезпечення

СС – сонячна станція

## ВСТУП

Сучасні люди звикли до комфорту та облаштовують свій побут так, щоб максимально менше витратити часу на побутові речі. Отож у повсякденне життя сучасного українця щільно увійшли електроніка і технології віддаленого управління: більшість повсякденних завдань спрощені або автоматизовані і з кожним роком ця тенденція зростає. Перед Україною, у зв'язку з повномасштабними воєнними діями на території нашої країни, постали виклики, які є особливо відчутними і серйозними як для енергетичної сфери, так і жителів країни, які мають відновити чи збудувати заново власне житло, комфортне та сучасне, максимально раціональне та автоматизоване.

Автоматизація будівель – це автоматичне централізоване керування системами HVAC (опалення, вентиляція та кондиціонування повітря), електрикою, освітленням, затіненням, контролем доступу, системами безпеки та іншими взаємопов'язаними системами будівлі через систему керування будівлею або систему автоматизації будівлі.

Автоматизація будівель є прикладом розподіленої системи керування – комп'ютерної мережі електронних пристроїв, призначених для моніторингу та керування системами в будівлі.

**Актуальність теми.** Автоматизація будівлі заради покращення комфорту мешканців, ефективна робота систем будівлі, зниження споживання енергії, зниження експлуатаційних витрат і витрат на обслуговування, підвищення безпеки, хронологічна документація продуктивності, віддалений доступ/контроль/експлуатація та покращений життєвий цикл обладнання та пов'язаних інженерних комунікацій

**Мета роботи:** провести формування методології побудови інтелектуальної системи енергоуправління, спрямоване на підвищення енергоефективності котеджу.

Для досягнення цієї мети було виконано ряд завдань:

- була розроблена структура побудови автоматизованої системи енергоуправління котеджу.

- розроблена загальна структура програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації котеджу;

- розроблена загальна структура програмного графічного інтерфейсу управління інтелектуальною системою автоматизації котеджу;

- наведено приклад реалізації виведення даних стану температури в приміщеннях котеджу в контрольну панель

**Завдання** виконання дипломної роботи: провести аналіз технології інтелектуальної автоматизації, аналіз платформ і систем для управління котеджу; розробити загальну структуру управління котеджу, структуру програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації

**Об'єкт дослідження:** процес управління інтелектуальною системою енергоуправління в будинку та процес його відображення.

**Предмет дослідження:** методи та принципи побудови інтелектуальних систем автоматизації для енергоуправління котеджу.

**Методи дослідження:** базуються на основних принципах теорії управління автоматизації та розробки в візуальному середовищі Visual Studio, обробки та аналізу даних в автоматизованій системі обробки даних Origin.

**Наукова новизна** отриманих результатів: проведення загального аналізу концепції інтелектуальної автоматизації будівель.

**Практичне значення** отриманих результатів:

- презентація основних засобів побудови інтелектуальних систем енергоуправління котеджу;

- розроблення структури програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації котеджу;

- наведено приклад реалізації виведення даних стану температури в приміщеннях котеджу в контрольну панель;

- проведено прогнозування використання альтернативних джерел енергії в енергоспоживанні інтелектуального управління котеджем.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ

### 1.1. Загальна концепція інтелектуальної автоматизації будівель

Сьогодні система автоматизації «Розумний будинок» є одним з найактуальніших світових трендів домашнього господарства. Що може бути кращим за домівку, яка здатна жити своїм життям, допомагаючи господареві у всьому – від регуляції освітлення до інтелектуальної системи охорони? В Європі та Америці нововведення вже встигли оцінити більш ніж 10% населення, а в Україні системи автоматизації будівель тільки набирають популярність. Але якщо ще кілька років тому дозволити собі розумного помічника могли лише одиниці, сьогодні це стає доступнішим, насамперед, за рахунок можливості регулювання «здібностей» системи. Кожен господар має сам обрати собі інтелектуального технічного помічника, який зробить помешкання більш комфортним, зручним.

Пристрій «Розумний будинок» підходить для експлуатації в приватних будинках та квартирах, особливо з великою площею. Він дозволяє значно зменшити витрати на електроенергію, опалення, що позитивно відіб'ється на бюджеті господарів. У цілому, система окупається приблизно за 10 років, тому інтелектуального помічника можна назвати перспективною інвестицією у майбутнє [1].

Інтелект в інтер'єрі: плюси та мінуси встановлення

Система штучного інтелекту у рамках будівлі являє собою набір датчиків, здатних реагувати на різноманітні подразники. Кліматичні пристрої є чутливими до температури, вологості, світлові – до часу доби, руху та обсягу – до присутності людей у приміщенні. Кількість та функціонал датчиків регулює проект розумного будинку, складений заздалегідь фірмою-встановлювачем. Можна запрограмувати систему на підтримання комфортної температури в кожній кімнаті, нагріву води до певного значення, ввімкнення

світла в потрібний час. Управляється помічник за допомогою єдиного пульта: сигнал поступає на монітор, розташований в домі, і підключається до смартфонів господарів. Таким чином, налаштування та функції системи контролюються віддалено. Це дуже просто та зручно!

Головна перевага, яку пропонує смарт-будинок – економічна користь. Налаштування обігріву тільки на житлові кімнати, вимкнення світла після 5 хвилин відсутності, підігрів води до певної температури допоможуть зекономити кошти на оплаті рахунків за комунальні послуги. В середньому інтелектуальний будинок скорочує витрати освітлення та кліматичних систем на 60%, обігрів котеджу – до 50%, управління жалюзі – до 40%.

Обов'язковим елементом системи завжди є сигналізація, захист будинку та майна – одна з головних цілей розумного електронного помічника. Рівень захисту можна обрати самостійно. В разі виникнення небезпеки власник будинку моментально дізнається про порушення та зможе вжити відповідних ситуації заходів.

Один із очевидних мінусів, які отримує система «Розумний дім» – ціна, завелика для основної маси українців. Встановлення та обслуговування пристроїв коштує недешево, але подібні витрати з лихвою компенсуються справною багатолітньою експлуатацією, підвищеним рівнем комфорту, економією часу, ресурсів, фінансів у майбутньому [13].

Система управління будівлею або автоматизація будівель автоматизована система управління в будівлі, особливо в інтелектуальній будівлі. Мета системи полягає в тому, щоб інтегрувати BMS обладнання в процеси, що відбуваються на об'єкті.

Система автоматизації будівлі пов'язує всі системи в одне ціле, що дозволяє ефективним і економічним способом керувати об'єктом з одного місця. BMS контролює робочі параметри для кожного пристрою, повідомляє про проблеми і збої. Система зазвичай надає графічний інтерфейс, який дозволяє переглядати та змінювати параметри роботи BMS [15].

BMS інтегрує системи управління, насамперед, технічними функціями будівлі, які можуть бути згруповані у дві підсистеми:

- Живлення і управління підсистемою електрики
  - Безпека та електрообладнання
  - Вимірювальні системи
  - Контролю та моніторингу завдань
  - Підключення енергетичних установок
  - Освітлення
  - Обладнання та аварійного електропостачання системи
  - Транспорт по вертикалі і горизонталі
- Підсистема управління комфортом
  - клімат контроль
  - контроль вентиляції
  - управління обігрівом
  - управління освітленням
  - управління звукової системи
  - управління системи парковки
  - підтримка аудіо-відео
  - погода

BMS призначені в першу чергу для таких об'єктів, як:

- офісні будівлі,
- готелі,
- торговельні центри,
- житлові комплекси.

Комплекс автоматизованих інженерних систем в «інтелектуальному будинку» пов'язаний в єдину мережу передачі і протоколювання інформації, за рахунок чого всі автоматизовані інженерні системи працюють злагоджено і відповідно до заздалегідь розробленими алгоритмами. Злагоджена робота безлічі



підсистем забезпечення життєдіяльності (системи вентиляції, кондиціонування, опалення, водопостачання, пожежної та охоронної сигналізацій, відеоспостереження, телекомунікаційних мереж і т. д.) з пріоритетом систем пожежної безпеки забезпечує безперебійну роботу інженерного обладнання та зниження експлуатаційних витрат за рахунок:

- Підвищення оперативності управління об'єктом
- Зниження енергоспоживання
- Підвищення надійності функціонування обладнання
- Збільшення терміну служби обладнання
- Істотної економії на кабельних мережах і мережевому обладнанні
- Зниження трудовитрат експлуатаційних і диспетчерських служб
- Можливості модернізації та використання обладнання різних виробників
- Зниження витрат при модернізації за рахунок використання можливостей відкритої мережевої архітектури LonWork і BACNet
- Пільг зі страхування

Крім того, за рахунок підтримки оптимального рівня температури, вологості і освітленості в приміщенні створюються комфортні умови роботи, що позитивно впливає на продуктивність праці і загальний психофізичний стан .

## **1.2. Платформи і системи для управління будинком**

Багатофункціональні системи «Розумний будинок», які забезпечують комфорт і безпеку житла, з кожним роком набирають все більшу популярність. По-перше, це пов'язано з підвищенням технологічної грамотності простих людей на тлі розвитку цифрової індустрії. По-друге, таке обладнання поступово дешевшає, що робить його більш доступним для широких мас населення. У

даний час системи «Розумний будинок» встановлюються як на житлові, так і на комерційні об'єкти нерухомості: квартири, котеджі, офіси, готелі, SPA-центри.

Сучасний ринок пропонує величезний вибір технічних пристроїв для автоматизації житла, тому порівняння системи «Розумний будинок» різних виробників буде корисний багатьом. Для цього ми пропонуємо ознайомитися і оцінити найбільш значущі їх характеристики. Дана інформація допоможе підійти до вирішення завдання максимально раціонально і зробити оптимальний вибір під індивідуальні запити [1].

Перш ніж почати розбиратися в тонкощах і функціональних можливостей різних систем автоматизації житла, для зручності можна виділити основні критерії їх оцінювання. Наприклад, це можуть бути наступні моменти: стандартні складові частини комплекту і можливість масштабування (тобто додавання обладнання для розширення функціоналу); порядок підключення системних елементів між собою (дротовий бездротовий); спосіб управління (через ПК, смартфон, панель управління); канали зв'язку з користувачем (Інтернет, GSM, радіоканал); дальність роботи сигналу (чим показник більший, тим краще); вартість; виробник і багато іншого [13] .

## 1. Система Ajax.



Рис. 1.1 Система Ajax

Виробник: Україна. Відповідно, за замовчуванням підтримується український і російський інтерфейси. Дана система автоматизації будинку повною мірою справляється відразу з двома важливими завданнями: забезпечує комфорт і зручність в управлінні життєзабезпеченням приміщення; гарантує

безпеку житла в повній мірі, контролюючи межі об'єкту на предмет злому, а також електричну, пожежну, газову та інші можливі загрози для дому. Обладнання «Розумний будинок» Ajax працює на надійно зашифрованою і захищеною двостороннього радіозв'язку Jeweller власної розробки, має повну автономність від електромережі завдяки резервного джерела живлення - хабу, характеризується стильним дизайном всіх своїх пристроїв. Переваги: простий монтаж; бездротовий канал зв'язку між системними елементами; велика зона дії сигналу (до 2000 м); наявність захисту від зняття будь-якого з датчиків (бампера); можливий доступ інших користувачів (повний або частковий); автономна робота хаба від акумулятора (до 16 годин); Wi-Fi і GSM-зв'язок; різноманітність способів інформування користувача (дзвінок, SMS, Push-повідомлення); розумна розетка показує витрата електроенергії (з урахуванням підключених приладів), автоматично відключається при перепадах напруги; установка за QR-кодом і управління за допомогою смартфона (iOS, Android); підключення до 100 пристроїв; наявність тривожної кнопки на пульті (брелоку); невисока вартість комплекту (від 200\$). Недоліки: функціонування тільки з роботою центрального контролера (Hub), тобто відсутність автономності датчиків; немає власної камери відеоспостереження (але є можливість підключення стороннього обладнання); управління тільки через телефон, хоча це знімає необхідність встановлювати будь-які додаткові програми на ПК. На сьогодні обладнання Ajax - Це найкраща система «Розумний будинок & raquo; в нашому незалежному рейтингу. Вона багатофункціональна, надійна, зручна, компактна. Має якісний захист від зломів, чудовий дизайн і зрозумілий інтерфейс. Установка і настройка такого комплексу спрощена до мінімуму і цілком доступна навіть для технічно не підготовлених користувачів. Важливою перевагою є і досить демократична ціна на девайс, беручи до уваги його широкий функціонал.

## 2. Система BroadLink



Рис. 1.2 Система BroadLink

Виробник: Китай. За замовчуванням немає українського інтерфейсу, при необхідності його можна знайти. Обладнання «Розумний будинок» BroadLink являє собою комплект сучасних цифрових пристроїв, створених для раціонального управління побутовою технікою, а також освітлювальної, енергетичної, охоронної та іншими системами в будинку. Кожен елемент такого комплексу може працювати як самостійно, так і взаємодіяти один з одним. Переваги: швидко встановлюється, підключається і налаштовується; має широкий асортимент датчиків (вологості, температури, освітлення, шуму, забруднення повітря); можна легко додавати і прибирати різні пристрої; функціонує без центрального хаба (автономна робота датчиків); бездротова взаємодія пристроїв між собою; є своя камера відеоспостереження; контролюється по Wi-Fi через Інтернет з будь-якої точки планети; демократична вартість обладнання (від 200\$). Недоліки: невелика дальність дії сигналу (до 50 м); відсутність резервного живлення хаба; пульт працює тільки на прийом сигналів. У рейтингу систем Розумний будинок обладнання BroadLink займає впевнене друге місце завдяки широкому функціоналу, якісному програмному забезпеченню, простоті в установці і користуванні, а також доступній вартості. Такий комплекс не вимагає наявності центрального контролера, адже всі його пристрої хоч і взаємопов'язані, але можуть працювати повністю автономно.

Робота побутової техніки в будинку налаштовується згідно зі сценаріями в додатку на смартфоні.

3. Fibaro – одна з кращих систем Розумний будинок в групі професійних.



Рис. 1.3 Система Fibaro

Виробник: Польща (розробка та реєстрація бренду - США). Важко знайти русифікований інтерфейс. Розумний будинок Fibaro відноситься до професійного обладнання по забезпеченню автоматизації та безпеки будинку з найширшим функціоналом. Однак, на відміну від багатьох подібних систем, потребує встановлення та налаштування своєї апаратури досвідченими фахівцями. Переваги: чудове наповнення системи всілякими датчиками і пристроями; наявність камери відеоспостереження; величезний вибір сценаріїв для користувача; розсилка повідомлень відразу на кілька телефонів; робота на базі протоколу Z-Wave, що дозволяє успішно взаємодіяти з іншим обладнанням; датчик протікання оснащений сиреною; розумна розетка відображає рівень енергоспоживання підключених пристроїв, а також вимикається при скачках напруги; невелика дальність сигналу системи збільшується за рахунок можливості кожного її елемента бути ретранслятором сигналу; голосове управління через сервіс Google, але тільки англійською мовою. Недоліки: висока вартість обладнання (від 600\$); тільки професійний монтаж і настройка; обов'язкове підключення центрального контролера Fibaro Home Center до інтернету через LAN-кабель; неможливість функціонування без центрального

хаба; відсутність резервного живлення хаба; обмежена дальність сигналу (до 50 м без перешкод, хоча ця проблема вирішувана); затримка Push-повідомлень; необхідність в обов'язковій установці програмного забезпечення на ПК, а також урізане мобільний додаток. В порівнянні з системами «Розумний будинок» інших виробників обладнання Fibaro має найкращу наповненість всілякими датчиками для контролю стану приміщень та забезпечення автоматизації в управлінні домашньою технікою. Однак встановити і розібратися з таким комплексом допоможе тільки професіонал.

#### 4. Система Orvibo



Рис. 1.4 Система Orvibo

Виробник: Китай. Відсутність українського та російського інтерфейсу за замовчуванням( але є англійська), що дещо ускладнює встановлення та налаштування. Orvibo – це недорогий комплект простого в експлуатації обладнання, головне завдання якого полягає в забезпеченні безпеки будинку. І тільки в другу чергу така установка може служити базою для організації повноцінної системи Розумний будинок. Переваги: простота в установці і підключенні, віддалений контроль через додаток на смартфоні; автоматичне знаходження і підключення сенсорів до центрального хабу; широкий вибір пристроїв і можливість масштабування системи (близько 100 датчиків), причому інших виробників; наявність власної відеокамери; бездротовий протокол взаємодії між контролером і датчиками (ZigBee); автономність деяких пристроїв від центрального хабу; вибір сценаріїв роботи з технікою будинку; Wi-Fi зв'язок

з телефоном, обдзвін до 10 номерів; цілком доступна вартість (від 150\$). Недоліки: невелика зона дії сигналу (до 30 м); досить скромний набір пристроїв в базовій комплектації (тільки часткове охоплення багатокімнатної квартири або офісу); відсутність резервного живлення хаба на випадок відключення електроенергії; дротове підключення до Інтернету (для надійності роботи системи). Можна сказати, що Orvibo Security Kit – це проміжне обладнання між класичною системою охорони приміщення і «Розумним будинком». Воно має просте і зрозуміле управління, прекрасні можливості для масштабування пристроями сторонніх виробників за рахунок універсального протоколу ZigBee. Однак з метою зробити цю систему більш доступною в плані покупки, тут використовуються досить примітивні датчики без захисту від злому і відключення, а камера розрахована тільки на роботу всередині приміщення.

#### 5. Система Xiaomi



Рис. 1.5 Система Xiaomi

Виробник: Китай. Відсутність українського і російського інтерфейсу за замовчуванням, тільки англійська і китайська, що накладає свої складності в процесі установки і настройки. Розумний будинок від Xiaomi відноситься до бюджетного класу обладнання, яке дозволяє зробити управління різними пристроями і побутовою технікою в будинку максимально простим і зручним. Переваги: повна автономність пристроїв; можливість масштабування; наявність власної камери відеоспостереження; бездротовий протокол ZigBee; зручне управління за допомогою смартфона через Wi-Fi; наявність настроюваних сценаріїв; компактність і стильний дизайн; низька вартість базового комплекту

(всього 90\$). Недоліки: зовсім маленька зона дії сигналу (до 10 м); скромний набір сенсорів і виконавчих пристроїв в базовому наборі; на різні датчики потрібно своє положення; відсутність резервного живлення хаба. Таким чином, комплект Xiaomi є відмінною стартовою платформою для підключення інших сенсорів і пристроїв, в тому числі сторонніх виробників. Її елементи працюють як самостійно, так і в якості єдиного цілого. З їх допомогою можна створити досить функціональну систему контролю житлового простору, включаючи забезпечення безпеки. Дана система, враховуючи її вартість, підійде для ознайомлення з системою розумного будинку. Якщо ви все-таки не визначилися з тим, який Розумний будинок краще використовувати для свого приміщення, то пропонується звернутися за кваліфікованою допомогою до консультантів нашої компанії. Ми допоможемо зробити не тільки правильний вибір, але і розібратися з основним функціоналом подібних цифрових девайсів.

## 6. Apple HomeKit

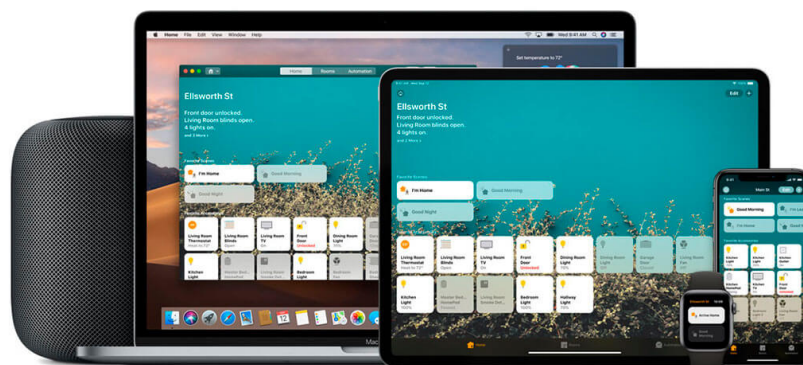


Рис. 1.6 Apple HomeKit

Природно, що на п'єдестал ми піднесемо систему розумного будинку виробництва Apple — HomeKit. Платформа HomeKit — це програмний каркас, що був вбудований прямо в пристрої Apple. Якщо ви використовуєте цю систему для управління розумним будинком на своєму iPhone вам не потрібно нічого, крім однієї програми з перфектний дизайном і інтуїтивно простим інтерфейсом.



Завдяки продуманій екосистемі Apple ви можете налаштувати управління будинком через додаток Home на iOS, iPadOS або macOS. Все це справа чудово працює з Siri. Так що змінити температуру, налаштувати світло або цілі запускаються алгоритми можна просто на iPhone.

Величезний плюс системи HomeKit — це підтримка великої кількості розумних пристроїв, які пройшли перевірку безпосередньо інженерами компанії Apple. А ці хлопці, як ви вже чули, дуже педантично ставляться до безпеки свого користувача і якості девайса. Цінова політика розумних пристроїв з підтримкою Apple HomeKit абсолютно різноманітна, можна знайти розумні лампочки Xiaomi з підтримкою HomeKit всього за 600 грн /шт., які будуть творити справжню магію в вашому домі: міняти кольори, самостійно включатися і вимикатися по протоколу і так далі.

Як вже говорилося вище, управління системою Apple HomeKit — просто казка, особливо коли є iPhone /iPad. Якщо посидіти, розібратися самостійно або попросити майстрів з команди iLounge HomeKit допомогти з облаштуванням розумного будинку, можна створити справжній будинок мрії нарівні з Хогвартсом, де вам мало не з порога система буде наповнювати гарячу ванну, розігрівати вечерю, стежити за газоном і навіть годувати вашу собаку (якщо ви раптом забудете про це).

Звичайно, настройка може зайняти час, але для цього і є послуги створення розумного будинку під ключ. Також, для розкриття повного потенціалу розумної системи HomeKit вам точно знадобиться HomePod або Apple TV, які коштують чимало. Але, хлопців, ми говоримо про будинок майбутнього виробництва Apple. За що точно варто заплатити, так за це.

Завдяки поліпшенням в iOS, з'явилися нові можливості сполучення розумних пристроїв: через QR-коди на пристрої або через NFC, якщо виробник пристрою підтримує це.

## 7. Google

Пліч-о-пліч з Apple завжди йшла Google. Тому наявність «гуглівської» системи розумного будинку не особливо здивує користувачів, які стежать за технічним прогресом цих двох компаній.

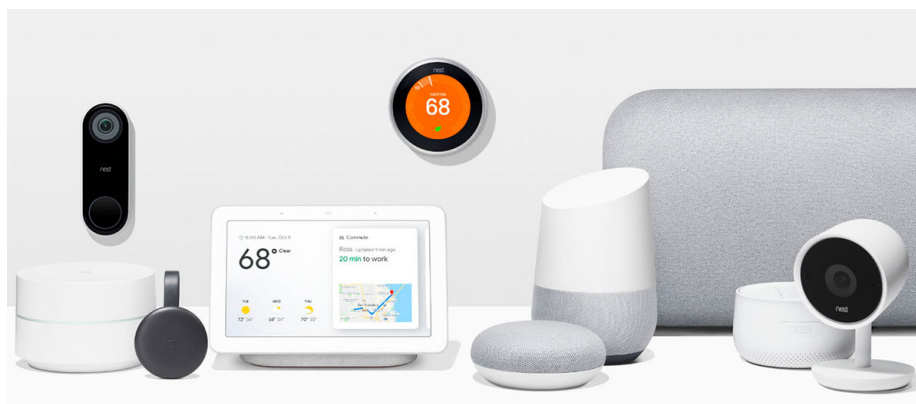


Рис. 1.7 Google

Компанія Google розробила свій голосовий асистент, а пізніше створила лінійку розумних колонок, які відмінно підходять для створення розумного будинку. У компанії є великий вибір пристроїв для управління: від невеликих персональних колонок до першокласних пристроїв.

Крім того, підтримка голосового асистента доступна на колонках і дисплеях сторонніх виробників, включаючи JBL, LG, Sony, Lenovo, Panasonic і Sonos. Список підтримуваних пристроїв голосового асистента розділяється на тих, з якими ви можете говорити (давати команди) і ті, що цими командами управляються.

До речі, ви можете з'єднати до 6 користувачів в одній мережі, щоб управляти розумним будинком на рівних умовах всією сім'єю. Також крута штука синхронного перекладу була представлена на пристроях Nest Hub. Уявіть тільки, що один такий пристрій може виступати в плані персонального перекладача, якщо двоє людей розмовляють між собою в межах Nest Hub.

Проте система розумного будинку Google трохи програє Apple HomeKit в плані конфіденційності користувачів і загального зручності управлінням. Але є сенс віддати їй перевагу, якщо у вас вже є який-небудь з нових флагманів Google і ви великий фанат цього технологічного гіганта.

## 8. Amazon



Рис. 1.8 Amazon

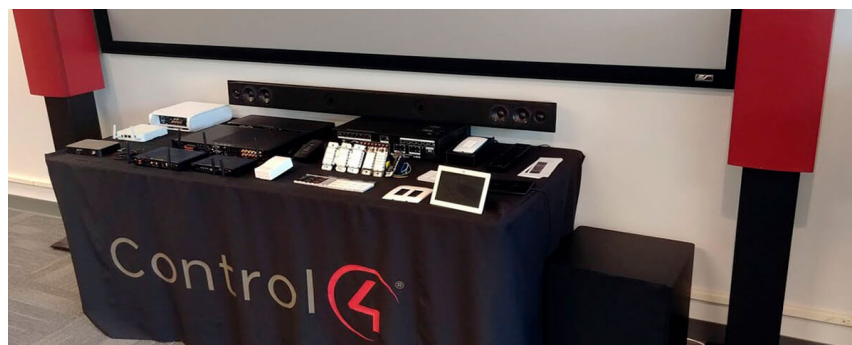
Цифровий помічник Amazon Alexa з'явився на оригінальному інтелектуальному динаміці Amazon Echo в 2014 році і з тих пір розповсюдився на безліч динаміків та інших розумних пристроїв.

Сама система розумного будинку Amazon включає тільки колонки, які здатні управляти розумними пристроями інших компаній. З'єднати пару-трійку приладів в систему не так вже й складно, але якщо мова заходить про повноцінний розумному будинку, вам буде потрібно чимало часу, щоб все налаштувати.

На смак і колір звичайно, але додаток управління Amazon бажає кращого інтерфейсу. Також в розумного будинку під цим управлінням є великі трабли з конфіденційністю, так як сама компанія вказує, що не несе відповідальності за продукти інших виробників.

Тим не менш розумних девайсів сумісних з Amazon Alexa куди більше, ніж з тим же Apple HomeKit, тому можна вважати цю систему доступнішою.

## 9. Control 4



## Рис. 1.9 Control4

У Control 4 немає свого голосового помічника, які є в Google, Apple, Amazon і навіть Xiaomi. Проте продукція компанії — це переважно освітлення, інтелектуальні замки, системи домашньої безпеки, гаражні ворота, бездротове аудіо та багато іншого.

Ця система розумного будинку підтримує стандарти, такі як Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi і Bluetooth, і в цілому працює з більш ніж 35 000 пристроями. Але врахуйте, що самостійно систему цього розумного будинку встановити досить складно, тому радимо відразу ж звертатися до професіоналів.

### 1.3. Елементи інтелектуальних систем керування будівлею

Елементи автоматизації будівель.

Комплексна система управління будівлею (називається «розумним будинком» для приватного сектору, «розумним офісом», «інтелектуальним будинком» для комерційного) на етапі проектування повинна включати однаково досконалі інженерні системи, які мають централізоване управління, а всередині їх конструкції закладено енерго- та ресурсозбереження [3]. Така система зазвичай складається з таких великих підсистем:

1. Система управління штучним висвітленням.
  2. Система управління природним освітленням.
  3. Система керування кліматом (Клімат-Контроль).
  4. Управління системами безпеки.
  5. Системи локального керування, візуалізації, центрального керування, віддаленого доступу.
  6. Управління та облік витрат ресурсів (Електрика, тепло, вода і т.д.)
  7. Централізоване управління та інтеграція всіма системами.
- Система управління штучним освітленням покликана вирішити такі завдання:

Підвищення енергоефективності за рахунок використання димерів, автоматичного включення/вимкнення світла по датчику руху або присутності.

Димування - плавна зміна яскравості, що дозволяє додати або прибрати акцент у якійсь певній зоні. Крім естетичного задоволення, є й економічна перевага: димування знижує споживання енергії та збільшує термін служби лампочок.

Збільшення комфорту та зручності за рахунок використання світлових сцен (наприклад, сцени «кіно», «вечірка», «читання» тощо), за рахунок використання групових сценаріїв (наприклад, «вимкнути весь поверх», «вимкнути все» »).

Зміна режимів можлива як у ручному, так і в автоматичному режимі. Для робочих зон (в «розумних офісах») – підтримка комфортного освітлення робочого простору незалежно від часу доби та погоди на вулиці.

Система найчастіше включає такі функції:

- Увімкнення \ вимкнення груп світла
- Димування груп світла
- Підтримка постійного освітлення
- Автоматичне включення світла
- Світлові сцени, загальні сценарії
- Управління кольором (RGB-LED стрічки)

Система управління штучним освітленням покликана вирішити такі завдання:

Підвищення енергоефективності за рахунок спільної роботи з системою клімат-контролю, зашторювання в моменти піку сонячної активності для зниження навантаження на системи кондиціонування.

Збільшення комфорту за рахунок групового управління моторизованими шторами (жалюзі, рольставнями) спільно з управлінням штучним освітленням за освітленістю, сценою, тимчасовим сценарієм.

Система найчастіше включає управління:

- Моторизованими жалюзі;
- Рольставнями;
- Моторизованими шторами, електрокарнизами.

□ Система клімат-контролю призначена для вирішення наступних завдань:

□ Для підвищення комфорту та зручності експлуатації, тобто автоматичної підтримки та зміни комфортної температури, вологості, циркуляції свіжого повітря всередині приміщень.

У сучасному автомобілі для кожного пасажира можна ставити свою температурну зону. Так само і в розумному будинку можна встановити різні умови для всіх приміщень. Варто зазначити, що допустима підтримка специфічних параметрів, притаманних спеціальних приміщень, таких як бібліотека, винний льох, галерея тощо. Існує велика кількість сценаріїв роботи системи управління кліматом в залежності від пори року, зміни дня та ночі, проведення святкових заходів. Можна використовувати режими «поїхав», «поза будинком», призначені лише для підтримки мінімально допустимої температури.

□ Для збільшення енергоефективності. Автоматична система клімату завжди вибирає найефективніший режим роботи, за винятком «війни» кліматичних систем, тим самим полегшуючи життя і одночасно знижуючи витрати на електроенергію. Всі елементи клімат-контролю на етапі проектування повинні розраховуватись на спільну роботу в оптимальному режимі.

Система найчастіше включає:

- Індивідуальний температурний режим у кожному приміщенні.
- Управління опалювальними приладами (радіатори, конвектори, теплі підлоги).
- Управління вентиляцією (температурою припливу, вологістю, швидкістю)
- Управління системою кондиціонування (температура, швидкість потоку)
- Управління фанкойлами (температура, швидкість потоку)
- Відстеження відкритих вікон (для виключення обігріву зовнішнього повітря)

Управління системами безпеки має на увазі повноцінну інтеграцію (зчитування станів ліній, реагування на події, відправка керівник команд на зняття-постановку на охорону) наступних підсистем:

- Охоронна сигналізація
- Пожежна сигналізація
- Контроль та управління доступом, домофонія
- Сигналізація протікання води, витоку газу
- Відеоспостереження

Управління мультимедіа-системами призначене для вирішення наступних проблем:

Підвищення зручності та простоти використання мультимедіа-комплексами. Системи, що складаються з багатьох елементів, джерел звуку, ресиверів, підсилювачів без єдиного центру управління складні при експлуатації (потрібно керувати кожним пристроєм зі свого пульта управління). Роль універсального пульта дистанційного керування може виконувати система домашньої автоматизації.

Система найчастіше включає:

- Відео/аудіо мультирум
- Управління системами домашніх кінотеатрів
- Управління презентаційними, переговорними кімнатами

Управління енергоспоживачами призначене для вирішення наступних завдань:

Забезпечення безпеки, наприклад, при від'їзді системою передбачається відключення всіх побутових навантажень, розеток за винятком пріоритетних (опалення, живлення холодильного обладнання, щитового обладнання тощо).

Підвищення енергоефективності через систему контролю пріоритетами. Часто на житлові будинки виділяється недостатня електрична потужність і тоді проектується система контролю пріоритетів, яка відключає неперіоритетні навантаження при перевищенні загальної споживаної потужності. Такі системи

можу будуватися і поза системою автоматизації будівель, але можливості з налаштування, гнучкості роботи, індикації та візуалізації у них набагато нижчі.

□ Системи управління та візуалізації призначені централізованого управління всіма інженерними системами, що входять до автоматизації будівель.

Можуть бути різні рівні управління:

- Локальне управління та візуалізація в приміщенні.
- Етажне\секційне управління та візуалізація.
- Глобальне управління та візуалізація.
- Детальне централізоване управління та візуалізація (для диспетчерських).
- Управління та візуалізація віддаленого доступу.

□ Централізоване управління та інтеграція всіма системами. Основна думка, що лежить у основі автоматизації будівель – ефективне спільне управління усіма інженерними системами. Для реалізації цієї ідеї потрібен центральний контролер, що пов'язує усі елементи між собою та виконує комплексний алгоритм управління, що здійснює зв'язок із різними підсистемами через інтерфейсні шлюзи [2].

## **1.4 Типи управління та диспетчеризації**

Автоматизована система управління будівлею, або система диспетчеризації будівлі – це інженерний комплекс на базі централізованого управління із застосуванням програмного забезпечення і контролерів, які отримують інформацію від різноманітних датчиків.

Переваги системи диспетчеризації

Застарілі методики проектування та впровадження інженерних систем передбачали механізоване управління кожною системою окремо і безпосередній контроль на місці силами операторів. З розвитком інфраструктурних рішень і появою більш складних в технічному плані компонентів, це призводило до значних перевитрат фінансів на експлуатацію, обслуговування, відновлення та налагодження актуальних параметрів. До того ж, людський фактор при



«ручному» управлінні відіграє негативну роль, приводячи до помилок, сповільнюючи реакцію на неполадки і підвищуючи експлуатаційні ризики. Особливо це помітно на прикладі великих об'єктів комерційного типу. Введення стандартизованих і автоматизованих систем управління будівлею дозволяє вирішувати всі завдання, які стоять перед його власником і проектувальниками: зростає швидкість компенсації інвестицій, яка залежить, в тому числі, від технологічності рішень; збільшується надійність, якість і безпеку інфраструктури; збільшується комфорт і простота експлуатації систем і підсистем об'єкта; забезпечується оптимальний баланс вартості будівництва і витрат на підтримку функціональності в подальшому; підвищується прибутковість будівельних проєктів; оптимізується споживання енергетичних та інших ресурсів [3].

За своїм призначенням АСУЗ ділять на три великі групи: для приватних будинків і квартир; для корпоративного ринку і малоповерхового будівництва (середній клас систем); для великих адміністративних будівель і комплексів. Структурно в АСУЗ виділяють 3 рівня автоматизації: верхній (використовуються бази даних і функції обробки статистики, управління здійснюється через «людино зрозумілий» інтерфейс); середній (автоматизоване управління функціями і процесами за участю контролерів управління, модулів введення і виведення сигналів, комутаційного обладнання); нижній (рівень кінцевого обладнання та пристроїв диспетчеризації для збору даних і виконання команд – датчиків різного призначення, модулів входу/виходу, кабельних комунікацій).

#### Особливості схеми управління автоматизованими будівлями

Традиційна схема системи включає такі компоненти: центральний комп'ютер; програмне забезпечення; контролери; системи і датчики вентиляції, опалення, охолодження, електроживлення, безпеки, газо- і водопостачання, відеоспостереження, санкціонованого доступу, оповіщення і так далі. Залежно від типу, класу і призначення об'єкта, а також бажаною замовником системи контролю та управління, її склад може суттєво відрізнятися. Тому побудова автоматичних систем диспетчеризації будівлі – це складне завдання, яке вимагає

поглибленого вивчення характеристик об'єкта, його завдань і актуального ринку компонентів для різних систем «інтелектуального будинку».

Управління виконавчими пристроями та зняття показань елементів вимірювання може здійснюватися п'ятьма способами:

**DI.** Digital Input – Цифровий вхід.

Це можуть бути входи для сухих контактів (гальванічно розв'язані від ланцюгів управління контакти, тобто не мають напруги на контактах у процесі роботи), входи для порогового напруги, лічильники імпульсів Потрібно уважно дивитися на обмеження струму та напруги на таких входах.

**AI.** Analog Input - Аналоговий вхід. Входи такого роду є входами по струму, напруги заданого діапазону, входи для датчиків PT100, PT1000, NI100, NI100 (температурні), 0-10В, 1-10В, 0-20мА і т.д.

**DO.** Digital Output – Цифровий вихід. Цифрові виходи – це реле, розраховані на певну навантаження, тобто мають обмеження струму.

**AO.** Analog Output - Аналоговий вихід. Виходи цього типу задають стандартний керуючих сигнал струму або напрузі, наприклад, 0-20мА або 0-10V.

### **Висновки по розділу 1**

Проведено огляд та аналіз систем «розумного будинку». Вони почали набирати темпи розвитку нещодавно, але основні положення були сформульовані досить давно, оскільки за відсутністю необхідного програмного та апаратного забезпечення неможливо створити системи подібного рівня.

Інтелектуальна будівля має багато переваг. Система управління дозволяє власникам створювати скільки завгодно складні процедури функціонування, тому що всі виконавчі елементи можуть працювати злагоджено і спільно. Звідси впливає реалізація ресурсозберігаючих процедур:

1. Контролю доступу та забезпечення безпеки;
2. Обліку і контролю практично всіх параметрів систем і оперативне реагування на їх критичні зміни (реакція є комплексною і миттєвою);
3. Віддаленого контролю і управління будівлею, тому що всі інформаційні та керуючі канали зв'язку в такій системі є цифровими.

## РОЗДІЛ 2

### ПЛАТФОРМИ ТА СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БУДІВЛЕЮ

#### 2.1. Опис котеджу для побудови інтелектуального енергоуправління

Котедж – це двоповерхова будівля (рис. 2.1) з розміщенням житлових та додаткових приміщень на першому та верхньому поверхах, а також варіантами встановлення датчиків для побудови інтелектуальної системи енергоуправління.

На першому поверсі розташована відкрита кухня, їдальня та додаткове приміщення санітарного технічного призначення, пральня. На другому поверсі розташовані дві спальні та вітальня для відпочинку. На даху будівлі розташовуються сонячні панелі, які можуть підключатися до живлення котеджу через інвертер.

У кожному приміщенні є освітлювальні прилади та розетки для підключення техніки побутового призначення.

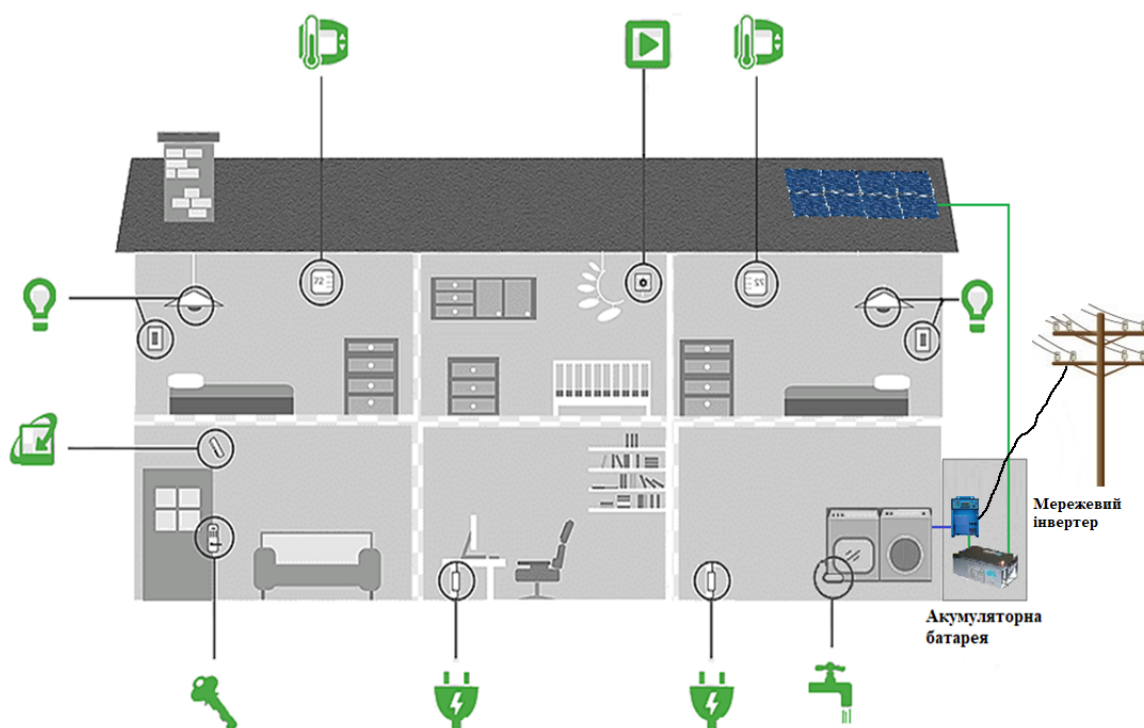


Рис. 2.1 Котедж для автоматизації інженерних систем

Загальний план приміщень котеджу першого та верхнього поверху показано на рис. 2.2.

На загальному плані показано розміщення приміщень котеджу, вхід на перший поверх, сходовий проліт для переходу на другий поверх, коридор другого поверху, розміщення дверних та віконних отворів.

Загальний план двоповерхового котеджу необхідний для розміщення необхідних датчиків під час проведення автоматизації енергоуправління, залежно від призначення кожного приміщення.



Рис. 2.2 Загальний план приміщень котеджу верхнього першого та верхнього поверхів

## 2.2. Основні засоби побудови інтелектуальних систем енергоуправління котеджу

Інтелектуальна система енергоуправління котеджу належить до автоматизованим системам, у яких застосовуються принципи, засновані на понятті управління.

Управління – це функція системи, спрямована на збереження її основної якості чи на виконання певної програми, що забезпечує стійкість функціонування і досягнення певної мети.

При побудові автоматизованих систем, включаючи інтелектуальні системи енергоуправління котеджу та будівель, використовуються такі базові принципи управління:

- управління по розімкнутому циклу (з обурення);
- управління по замкнутому циклу (за відхиленням, із зворотним зв'язком);
- комбіноване управління.

У розімкнених системах управління (рис. 2.3) дійсне значення керованої величини  $X_{вх}(t)$  не контролюється.

Керуюча дія  $X_p(t)$  формується на основі інформації про деякі основні контрольовані збурювальні впливи  $f_i(t)$ . Такі системи часто називають системами управління з обуренням.

Необхідний закон зміни керованої величини визначається впливом  $X_{вх}(t)$ , що задається.

Слід зазначити, що в таких системах компенсується вплив не всіх впливів, що обурюють, а лише одного або декількох основних. Це означає, що точність роботи таких систем не завжди достатньою для проведення правильного управління об'єктом та забезпечення його нормального функціонування.

У замкнутих системах управління (рис. 2.4) контролюється дійсне значення керованої величини  $X_{вх}(t)$ . Інформація про значення керованої величини використовується для формування впливу керуючого  $X_p(t)$ .

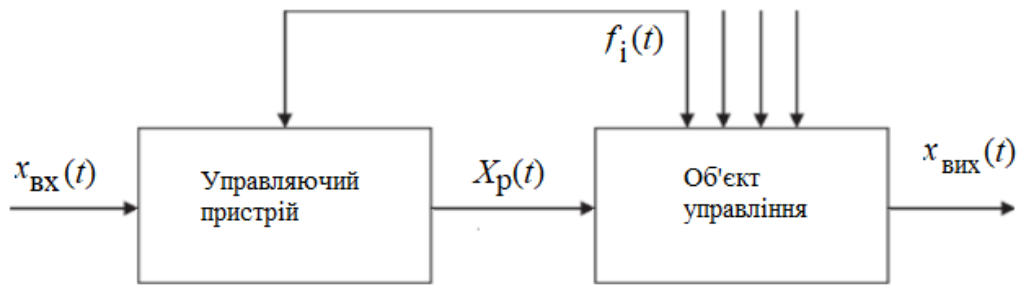


Рис. 2.3. Управління по розімкнутому циклу

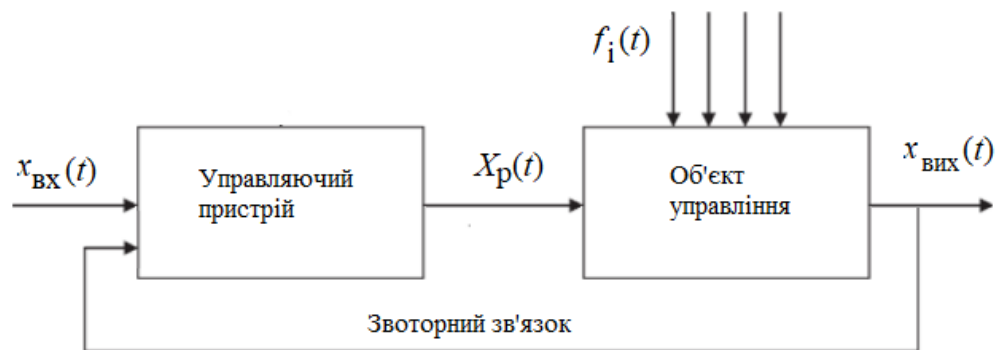


Рис. 2.4 Управління по замкнутому циклу (за відхиленням, із зворотним зв'язком)

При цьому зворотний зв'язок, за якою інформація про керовану величину передається на керуючий пристрій, називається головним зворотним зв'язком.

Головною та основною особливістю замкнутих систем управління об'єктами є їхня універсальність.

Будь-яке відхилення керованої величини  $X_{вих}(t)$  від заданого значення  $X_{вх}(t)$  завжди викликає появу керуючого впливу  $X_p(t)$ . Це керуючий вплив спрямованого на ліквідацію відхилення, що виникає. Через універсальність такі замкнуті системи управління набули найбільшого поширення при побудові автоматизованих систем управління.

Третій вид систем – системи, що працюють за принципом комбінованого керування. Для формування керуючого впливу використовується як інформація про дійсне значення керованої величини, так інформація про основні впливи, що обурюють (рис. 2.5).

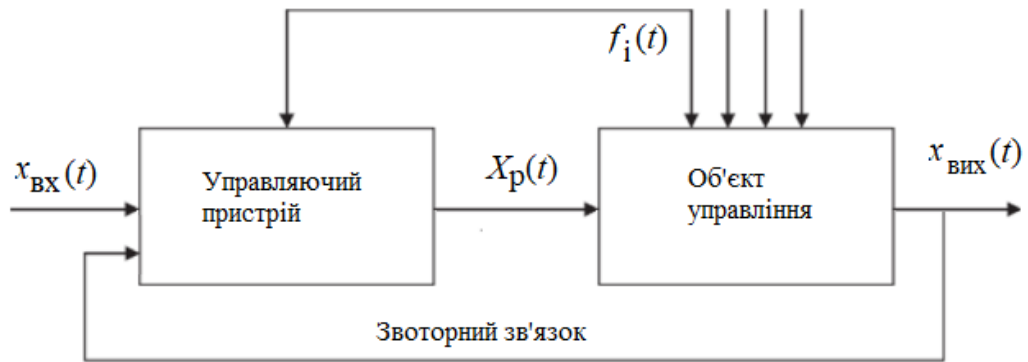


Рис. 2.5 Комбіноване управління

Типова функціональна схема замкнутої системи управління з типовими елементами її побудови, що використовуються, показана на рис. 2.5

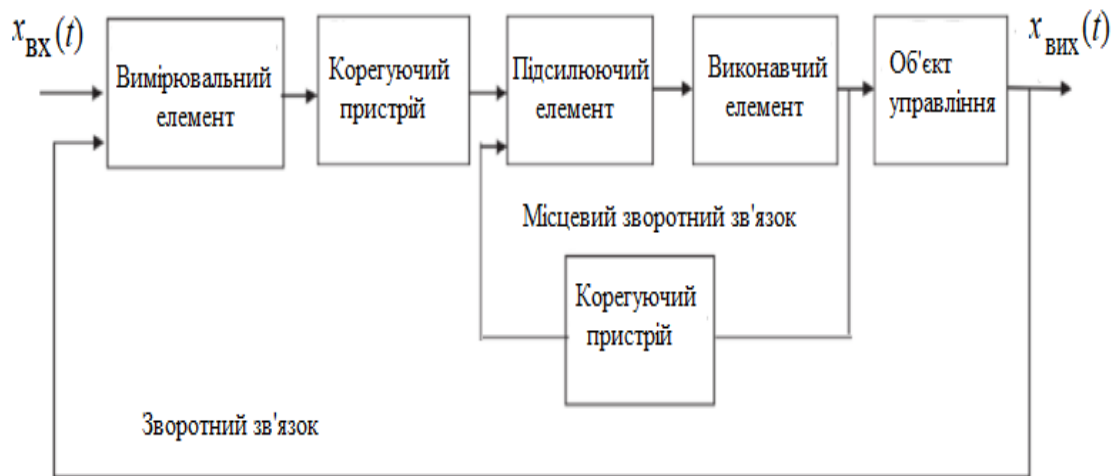


Рис. 2.6. Функціональна схема замкнутої системи керування з типовими елементами

Як правило, функціонально необхідними елементами будь-якої системи управління у загальному випадку є

- об'єкт управління;
- виконавчий елемент, який виробляє керуючий вплив, що передається на об'єкт управління;
- підсилювальний елемент, який здійснює необхідне перетворення сигналу помилки та його посилення за потужністю;
- вимірювальний елемент, що служить для вимірювання відхилення керованої величини від заданого значення.

Крім перерахованих елементів, до складу керуючого пристрою можуть входити й інші необхідні пристрої, наприклад, послідовні коригувальні пристрої, паралельні пристрої, що коригують, що входять до складу місцевих зворотних зв'язків та інші, що визначається алгоритмом роботи системи управління.

При побудові автоматизованих систем управління будівлями, включаючи інтелектуальні системи енергоуправління, виділяють ряд основних інженерних систем, що підлягають управлінню. Такими інженерними системами є:

- *Система вентиляції.* Управління підтримки повітря у приміщенні на певному рівні температури та вологості.

- *Система опалення.* Контроль та керування включенням у погодному та календарному режимі опалення, а також підтримка заданої температури за мінімальної витрати ресурсів.

- *Система охолодження.* Управління запуском централізованого опалення в залежності від пори року та температури повітря у навколишньому середовищі.

- *Система водо- та газ забезпечення.* Управління подачею води та газу, а також моніторинг водних та газових труб. Управління командами на приводи запірної арматури. Управління запуском систем оповіщення із видачею необхідних повідомлень.

- *Система освітлення та електроживлення.* Управління безперервною подачею електроенергії до будівлі. Управління освітленням. Управління програмними режимами.

- *Система безпеки.* Управління санкціонованим доступом та відеоспостереження.

- Інші інженерні системи.

Ґрунтуючись на загальних принципах управління об'єктами при побудові систем автоматизації будівель, включаючи й інтелектуальні системи управління, використовуються два основні принципи побудови схем управління:

- централізоване керування;
- децентралізоване управління.



При організації децентралізованого енергоуправління котеджу всі елементи, що входять до складу інженерних підсистем, керуються незалежно один від одного. Вони розміщуються на загальній інформаційній шині обміну даних (рис. 2.6). При цьому вони можуть передавати інформацію та приймати команди управління з відсутністю центрального елемента, що реалізує функції збору інформації, обробки інформації, прийняття рішень, формування команд, побудову прогнозів та інші функції.

Така організація архітектури управління передбачає використання в кожній підсистемі незалежного програмованого контролера, який реалізує певні функції управління конкретною інженерною підсистемою або елементами підсистеми – енергоспоживання, освітлення, опалення, вентиляція, сигналізація та інше. Даний принцип організації енергоуправління будується за модульним принципом і становить складнощі, з точки зору побудови та реалізації програм управління програмованими контролерами.

Переваги побудови децентралізованих систем управління будівлею є

- вихід з ладу одного з модулів не впливає на роботу системи в цілому;
- простота розширення за рахунок додавання додаткових модулів управління.

Недоліками децентралізованих систем управління будівлею є

- складність побудови незалежного програмного забезпечення для кожного модуля керування;
- збільшення кількості логічних елементів управління, що реалізують незалежні алгоритми управління;
- низька швидкість роботи децентралізованих систем обумовлена проведенням процедури обробки даних у різних модулях управління.

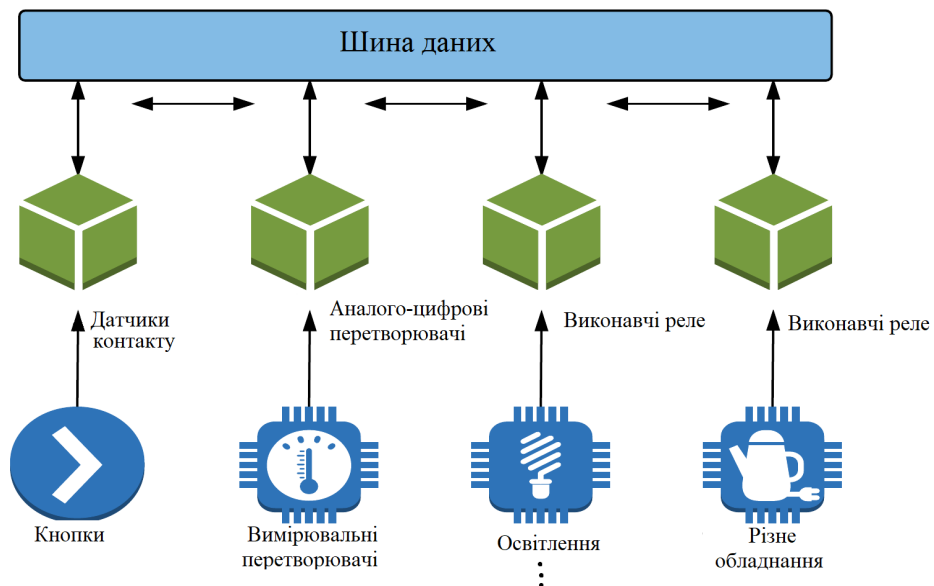


Рис. 2.7 Структура децентралізованої автоматизованої системи енергоуправління будівлею

При організації централізованого (або розподіленого) енергоуправління котеджу кожен елемент системи знаходиться під керуванням центрального логічного пристрою, як може використовуватися персональний комп'ютер, програмований логічний контролер, мікроконтролер (рис. 2.8).

При цьому вся система управління будується на роботі програмного забезпечення центрального логічного пристрою, яке керує процедурами збору даних, їх обробки, аналізу, прийняття рішення та видачі впливів на виконавчі елементи та інше.

Основними перевагами побудови децентралізованих систем управління будівлею є

- можливість побудови досить складних систем управління під управлінням програмними засобами всіма елементами інженерних підсистем;
- висока швидкість обробки інформації, що обумовлено тим, що збором та обробкою інформації займається центральний логічний пристрій;
- компактність побудови системи управління з реалізацією єдиного програмного інтегрованого середовища управління.

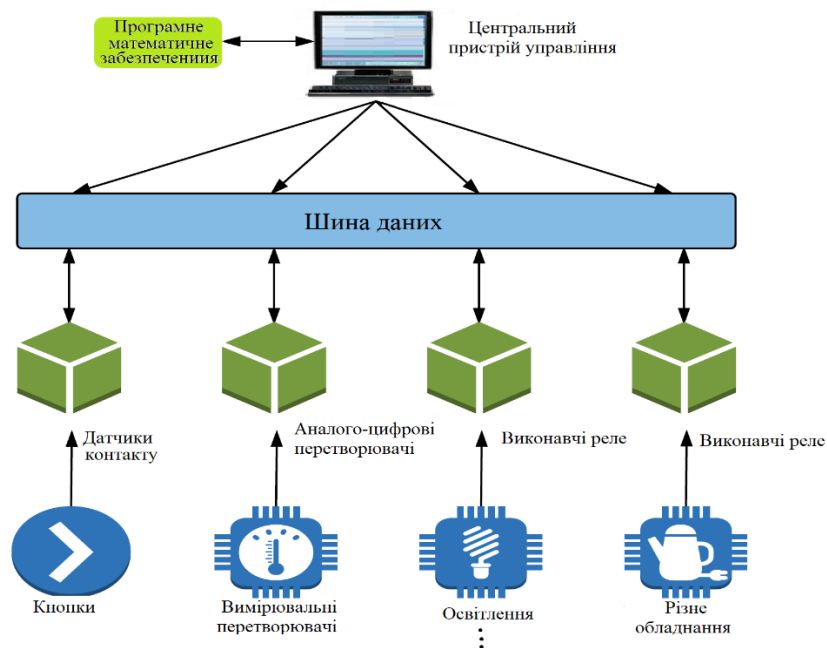


Рис. 2.8 Структура централізованої автоматизованої системи енергоуправління будівлею

До недоліків такої системи управління слід віднести її надійність, тому що всі елементи системи взаємопов'язані між собою і вихід з ладу будь-якого елемента впливатиме на роботу системи в цілому.

У той же час, як децентралізовані, так і централізовані системи енергоуправління будуються в основному на широкому використанні програмованих контролерів із забезпеченням зв'язку всіх елементів системи на основі використання певних протоколів - KNX, LON, BACnet, DALI, OpenTherm, EnOcean, NetLinx (AMX), Cresnet, e-Control (Crestron), Loxone, iNELS, Teletask, HDL та інших. Незважаючи на відмінності протоколів (насамперед в інформаційній структурі даних виміру та управління) як централізовані, так і децентралізовані системи енергоуправління, будуються як багаторівневі архітектури.

Для системи управління будинками характерна традиційна трирівнева структура, що складається з

- верхнього програмного рівня;
- рівня програмованих контролерів (серверів);

- польового рівня.

Верхній рівень зазвичай представлений мережею, в якій встановлено програмне забезпечення або комп'ютером, в якому встановлено загальне програмне забезпечення. На цьому рівні управління, як правило, може реалізовуватись обмін даними для їх подання у графічному, табличному вигляді.

Рівень контролера (контролерів, серверів) реалізується програмованими контролерами, що формують апаратні комплекси з входами, виходами та мережевими інтерфейсами. За допомогою контролерів відбувається відстеження змін входів та програмне забезпечення здійснює певний вплив на виходах. Далі відбувається об'єднання в мережу, а також реалізується обмін інформацією протоколу обміну між верхнім рівнем і контролерами.

На рівні польового обладнання представлені пристрої, що мають зв'язок із контролерами рівня автоматизації. Вони представлені датчиками вологості, температури, тиску та іншими, а елементами управління є засувки, клапани, реле та виконавчі пристрої.

На рис. 2.9 показано структуру автоматизованої системи управління розумним будинком з використанням протоколу KNX.

Основу системи складає шина KNX, яка поєднує все обладнання автоматизованої системи:

- датчики або сенсори (рухи, присутності, вологості, температури, протікання води, витоку газу та інші). Датчики здійснюють реєстрацію зовнішніх подій, які надходять і обробляються в центральному програмованому контролері або кількох контролерах, залежно від топології побудови системи - лінійка, зірка, дерево та інші. Після обробки інформації центральний контролер передає команди різні пристрої для її виконання;

- виконавчі елементи – актуатори (димери, реле, різні модулі та інші). Дані пристрої отримують команду від програмованого контролера або контролерів і змінюють свій стан (включен/виключен, регулювання), тобто проводять управління інженерними підсистемами будівлі або управління обладнанням.

Протокол KNX, як і інші протоколи, які використовуються при побудові систем автоматизації для керування виконавчими пристроями та зняття показань елементів вимірювання, може здійснюватися одним з наступних способів:

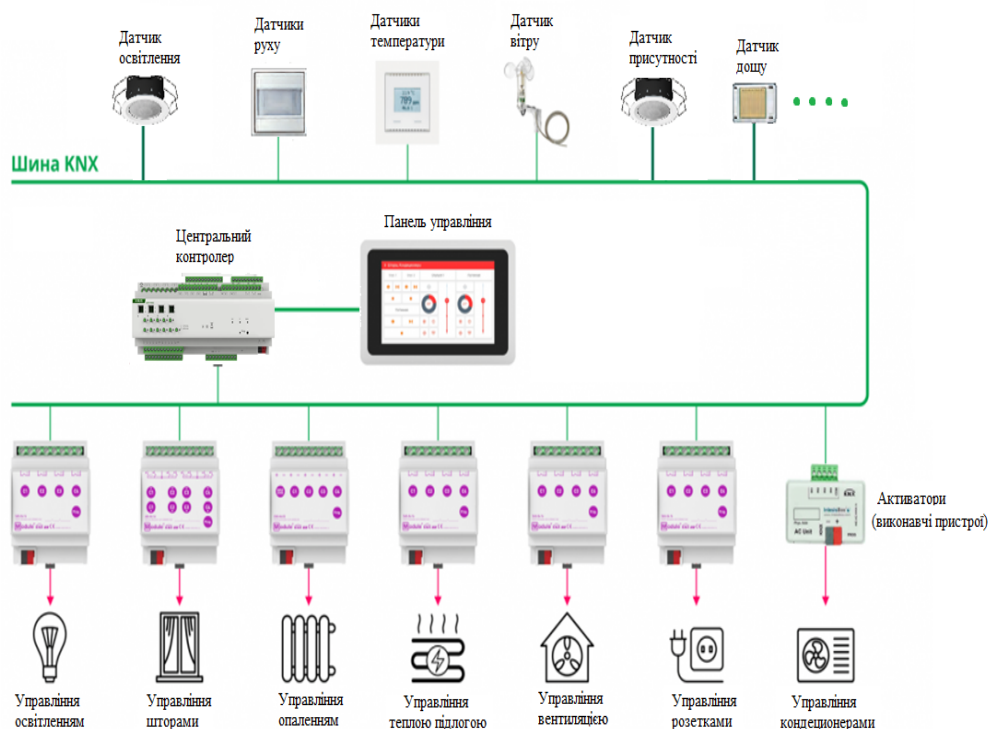


Рис. 2.9 Структура автоматизованої системи керування розумним будинком з використанням протоколу KNX

- DI. Digital Input – Цифровий вхід. Це можуть бути входи для сухих контактів (гальванічно розв'язані від ланцюгів управління контакти, тобто не мають напруги на контактах у процесі роботи), входи для порогової напруги, лічильники імпульсів.

- AI. Analog Input - Аналоговий вхід. Входи такого роду являють собою входи по струму, напруги заданого діапазону, входи для датчиків PT100, PT1000, NI100, NI100 (температурні), 0-10, 1-10, 0-20 mA та інші.

- DO. Digital Output – Цифровий вихід. Цифрові виходи — це реле, розраховані певне навантаження, тобто мають обмеження струму.

- AO. Analog Output - Аналоговий вихід. Виходи цього типу задають стандартний керуючих сигнал струму або напруги, наприклад, 0-20 mA або 0-10 V.

У цьому робота всієї системи здійснюється під керівництвом програмного забезпечення, встановленого у контролері. Таке програмне забезпечення розробляється з використанням спеціального середовища розробки – ETS (Engineering Tool Software).

Для передачі вимірювальної та керуючої інформації використовується спеціальна структура даних, що регламентована протоколом KNX. Така інформація формується у вигляді телеграм певної структури.

За наявності загальної структури побудови автоматизованих систем енергоуправління інженерними системами прив'язка до конкретних протоколів управління призводить до значних обмежень у реалізації систем:

- використання тільки специфічного обладнання, прив'язаного до конкретного протоколу;
- використання специфічного програмного забезпечення з обмеженням можливості розширення
- прив'язка до певних алгоритмів керування з прив'язкою до певної структури даних;
- прив'язка до певного типу програмованих контролерів;
- обмежена пам'ять програмованих контролерів, що обмежує обсяг даних та можливості управління;
- і багато іншого.

Все це обмежує можливості розширення систем, обмежує гнучкість як програмних, так і апаратних засобів, значно підвищує їх вартість.

### **2.3. Структура побудови автоматизованої системи енергоуправління котеджу**

Вся процедура управління в автоматизованій системі енергоуправління котеджем, як і в будь-якій автоматизованій системі, базується на реєстрації вимірювальної інформації, її обробці, зберіганні даних, прийнятті рішення та видачі команд або сигналів, що управляють.

Для реалізації даних процедур нині широко використовуються персональні комп'ютери та технології LabCard – технології роботи з портами введення-виведення аналогової та цифрової інформації в персональний комп'ютер.

При цьому сучасні персональні комп'ютери з точки зору технічної реалізації мають значні можливості керування елементами комп'ютера з використанням програмних засобів (рис. 2.10).

Так сучасні комп'ютери мають обсяг оперативної пам'яті 8 Гбайт і вище, обсяг жорсткого диска 512 Гбайт і вище, частота роботи процесора більше 4 МГц, монітор, наприклад, 24 дюйми з роздільною здатністю 1920x1080 пікселів та інші. Це означає, що сучасні комп'ютери мають високу швидкодію або високу швидкість обробки даних, великі обсяги пам'яті для зберігання поточної інформації та довгострокового зберігання інформації у вигляді баз даних, значні розміри графічного екрану для побудови графічних інтерфейсів керування.

При цьому порти вводу-виводу аналогової та цифрової інформації (сигналів) в персональний комп'ютер, мають також значні технічні можливості діапазону вхідної і вихідної напруги для аналогових сигналів, швидкості введення або частота перетворення аналогових сигналів в цифрові коди з використанням аналого-цифрових перетворювачів (32 каналу та вище), цифрові входи-виходи для введення та виведення цифрових сигналів (16 каналів і вище), розрядність перетворення (16 біт та вище) та інше для універсальних портів введення виведення. При використанні окремих портів для введення та виведення аналогових та цифрових сигналів кількість каналів різко зростає.

При цьому порти вводу-виводу мають відкриту систему кодування та управління. Технічно вони розміщуються стандартної USB шині персонального комп'ютера, тобто. на системній шині комп'ютера, як і всі елементи комп'ютера є програмно-доступними.

При розміщенні портів введення-виведення на USB шині персонального комп'ютера його можна розглядати як елемент персонального комп'ютера. Іншими словами, керування режимами роботи портів введення-виведення аналогової та цифрової інформації в персональний комп'ютер здійснюється з

використанням лише програмного математичного забезпечення, як і будь-якого елемента персонального комп'ютера.

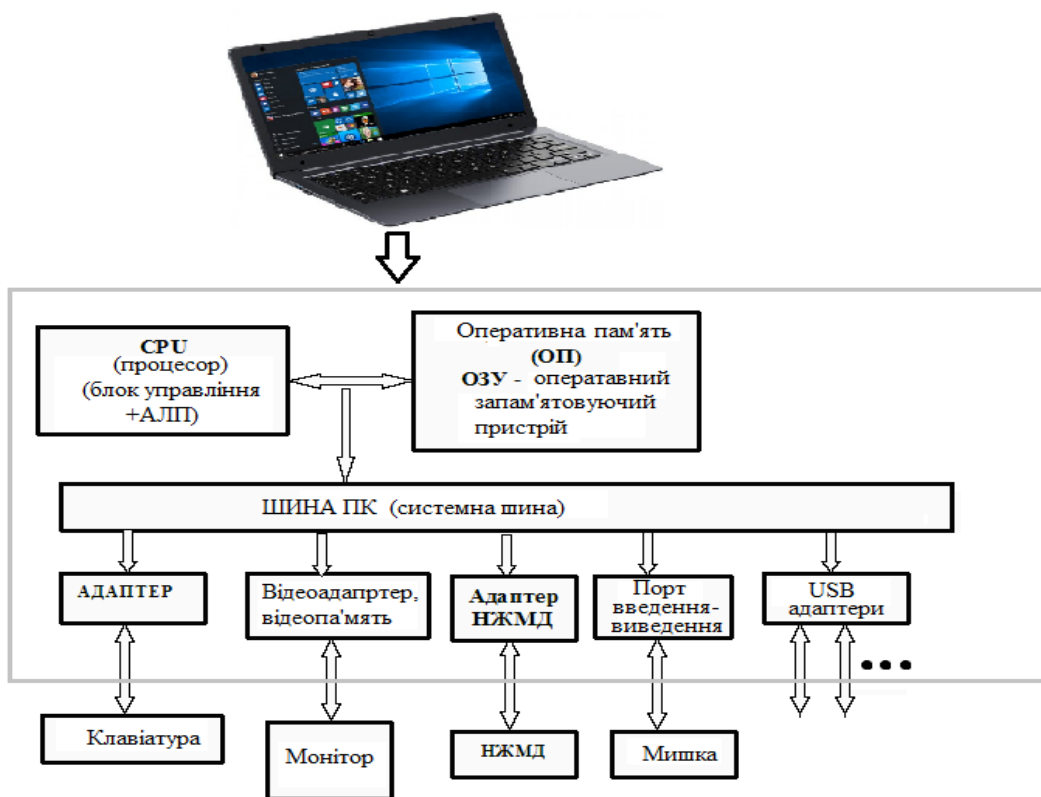


Рис. 2.10 Елементи персонального комп'ютера, керовані програмними засобами

При такому використанні портів введення-виведення аналогової та цифрової інформації вся робота автоматизованої системи енергоуправління котеджем базується на введенні, обробці та виведенні інформаційних потоків (інформаційних сигналів) з використанням програмних засобів керування електронними засобами системи (рис. 2.11).



Рис. 2.11 Управління інформаційними потоками в автоматизованій системі енергоуправління котеджу



Використання технології LabCard дозволяє будувати системи з використанням різних середовищ передачі даних, як дротових, так і бездротових:

- кручена пара,
- радіо канал,
- мережі Ethernet.

Загальна структура інтелектуальної системи енергоуправління котеджу з використанням елементів технології LabCard (портів введення-виведення аналогової та цифрової інформації) при використанні провідного середовища передачі вимірювальних сигналів персональний комп'ютер і керуючих сигналів персонального комп'ютера на виконавчі пристрої (актуатори) показана на рис. 2.12.

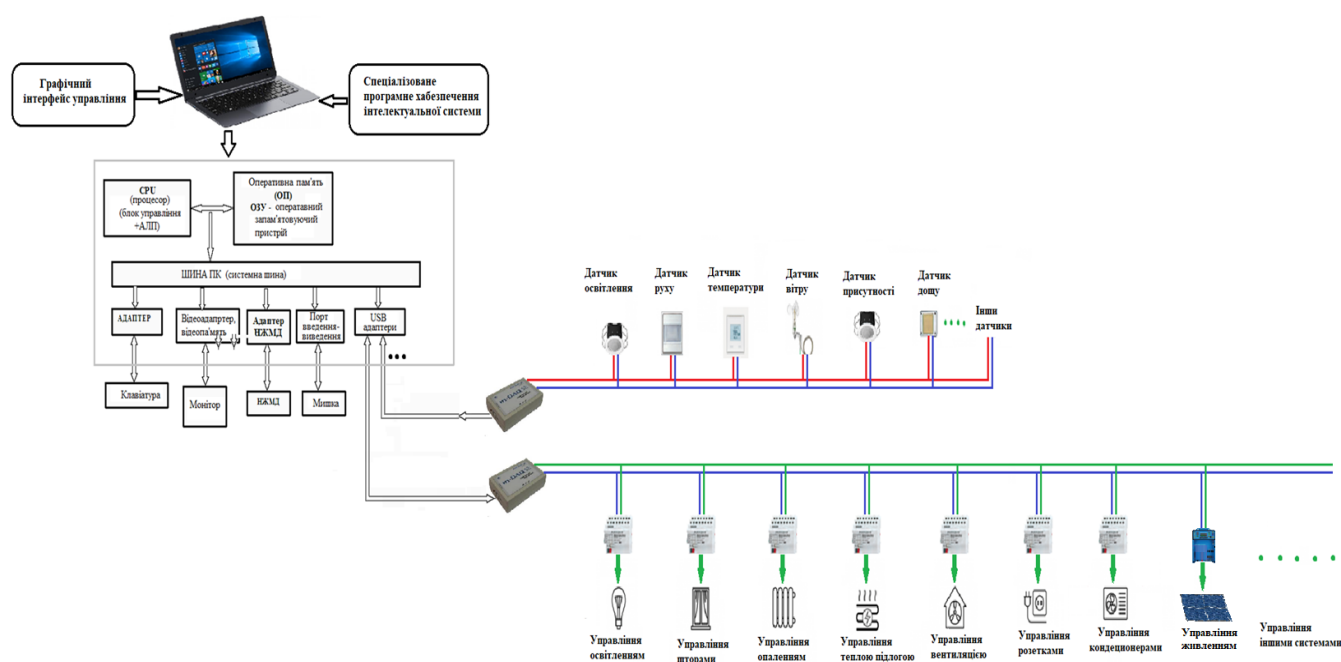


Рис. 2.12 Загальна структура інтелектуальної системи енергоуправління котеджу з використанням елементів технології LabCard (портів введення-виведення аналогової та цифрової інформації) при використанні провідного середовища передачі сигналів новий рисунок з сонячною батареєю.

На рис. 2.13 показано схему інтелектуальної системи енергоуправління котеджу з розташуванням датчиків при використанні провідного середовища передачі сигналів.

У кожному приміщенні котеджу розташовуються датчики освітленості та датчики присутності чи руху. Інформація з даних типів датчиків використовується для керування штучним освітленням протягом дня з урахуванням природного освітлення у приміщеннях котеджу. Принцип управління заснований на порівнянні рівня природного освітлення з нормою, що задається у програмному математичному забезпеченні. За результатами порівняння проводиться управління димуванням освітлювальними приладами з використанням аналогового сигналу 0 -10 В, відповідно до калібрувальної залежності, що зв'язує величину аналогового сигналу з потужністю світильника. При цьому проводиться групове керування світильниками, розміщеними у приміщенні. Також дані сигнали використовуються управління шторами.

Сигнали з датчиків присутності використовуються для керування увімкненням та вимкненням світильників при присутності або відсутності в приміщенні людей.

Це управління використовується у всіх приміщеннях котеджу.

Для управління температурним режимом у котеджі використовуються інформація з датчиків температури, які розміщуються у двох найбільших приміщеннях котеджу на першому та другому поверхах. Програмне забезпечення обробляє результати вимірювання температури з усередненням їх значень і формує сигнал на актуатор опалення, яке охоплює весь котедж в цілому або на систему підігріву підлог. У той же час, можливе формування та окремого управління по поверхах або підлогах. Такий алгоритм визначатиметься лише самою конструкцією опалювальної системи.

При роботі алгоритму управління враховуватиметься і стан зовнішнього довкілля – температура, вітер, дощ, сигнали з датчиків яких у комп'ютерну систему управління, з подальшою їх обробкою та аналізом.

Сигнали з датчиків температури та зовнішнього середовища використовуються так само для керування кондиціонування, керування вентиляцією.

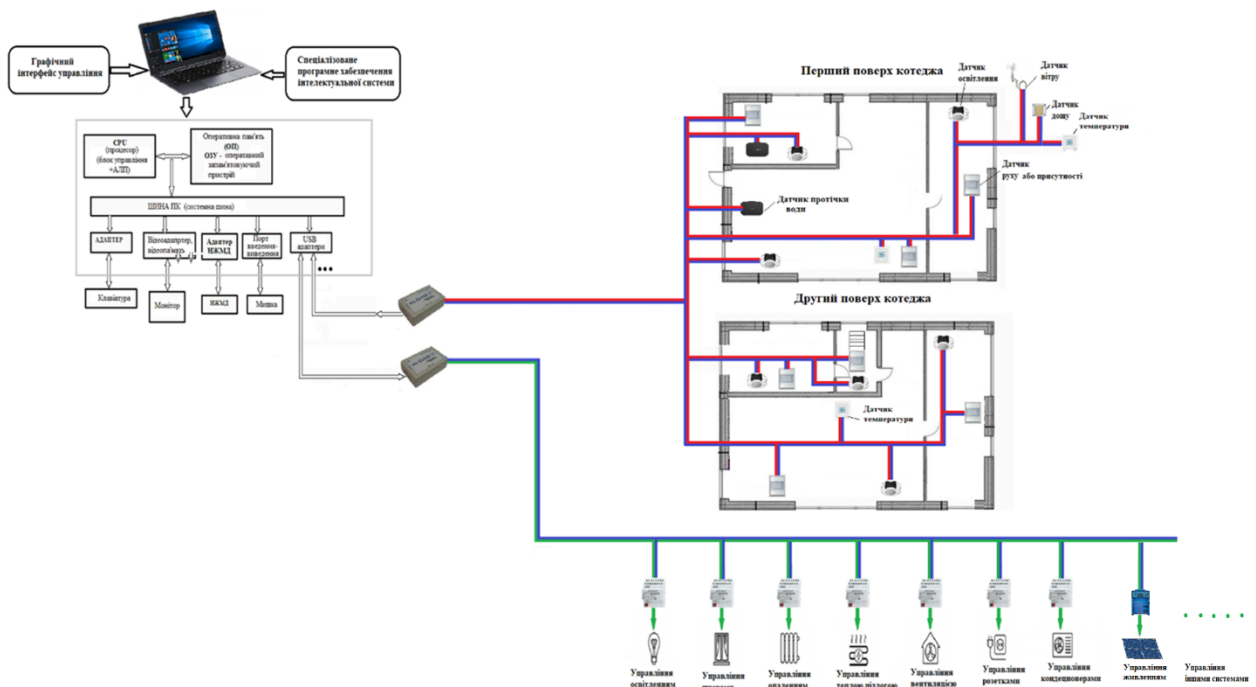


Рис. 2.13 Схема інтелектуальної системи енергоуправління котеджу з розташуванням датчиків під час використання провідного середовища передачі сигналів новий малюнок з сонячною батареєю

Датчики протікання розташовуються у приміщенні для приготування їжі, санітарному технічному приміщенні та пральні, тобто у приміщеннях, де виробляється максимальне використання води. Сигнали з даних типів датчиків також надходять у персональний комп'ютер через порт вводу-виводу, обробляються програмним забезпеченням з формуванням сигналів управління актуатори запірної арматури і сигналізації стану користувача (звуковий сигнал, світлова індикація).

Управління енергопостачанням використовується для перемикавання джерела електропостачання від мережі загального користування або від автономного джерела енергії – сонячних батарей.

Можливе використання інших датчиків для енергоуправління котеджем з можливістю гнучкого розширення системи. При цьому здійснюється модифікація програмного забезпечення з реалізацією додаткових модулів або додаткових додатків у базовому програмному забезпеченні з реалізацією певних алгоритмів роботи, що не становить значних витрат.

Можлива побудова інтелектуальної системи енергоуправління котеджем з використанням інших середовищ передачі вимірювальних та керуючих сигналів – мережі Ethernet, радіо канал.

## **2.4. Елементи автоматизованої системи енергоуправління котеджу**

### **Датчик руху**

Датчики руху та присутності все частіше вибирають одним із елементів домашньої автоматизації. Вони дозволяють не тільки виявити чуже проникнення в житло, а й автоматизують освітлення та кліматичні підсистеми – кондиціонування, опалення. Використовують датчики руху для житлових та комерційних приміщень. Пристрої допомагають заощадити до 70% на освітленні, до 40% на споживанні електроенергії.

Прилад аналізує довжину хвиль, які виділяє кожен живий об'єкт. Найчастіше використовують інфрачервоні датчики пасивного та комбінованого типів, ультразвукові, мікрохвильові.

У разі проникнення злодіїв, інших позаштатних ситуацій датчик посилає сигнал контролеру, той, у свою чергу, повідомляє власника дзвінком, push-повідомленням, SMS.

Датчик руху при взаємодії з кліматичною автоматикою може змінювати режим роботи останньої: включати та вимикати кондиціонер, керувати підігрівом підлоги та роботою радіаторів.

### **Датчик температури**

Датчик температури є частиною кліматичної системи будинку. Налаштувати та керувати приладом можна за допомогою смартфона або планшета.

Завдяки датчику температури можна:

- встановлювати та підтримувати комфортну температуру в приміщенні;
- регулювати температуру в приміщенні за відсутності людей, знижуючи потужність батареї опалення, вимикаючи кондиціонер.

Встановивши датчик температури в окремих кімнатах, можна налаштувати власні сценарії, при яких кожному члену сім'ї буде комфортно.

### **Датчик вологості повітря**

Комфорт у будинку тісно пов'язаний із температурою та вологістю. Домогтися оптимального мікроклімату приміщення можна за допомогою датчиків температури та вологості. Вони можуть бути як 2 в 1 так і продаватися окремо.

Бездротові датчики живляться від батарей і кріпляться в непомітних місцях. Можуть вимірювати вологість від 0 до 100%, точність виміру до 5%.

### **Датчик рівня освітлення**

Датчик освітленості використовують для вимірювання рівня (інтенсивності) освітлення у житловому приміщенні або на вулиці. Завдяки установці датчика світло буде з'являтися автоматично, коли стемніє, або вимикатися, коли стане світло. Вночі датчик може відключатися на кілька годин для економії електрики.

Крім автоматизації, прилад дозволяє заощадити до 10-15% на споживанні електроенергії.

Чутливість датчика можна регулювати самостійно через налаштування. Прилади освітленості працюють від батарейки, а керують сенсорами автоматично за сценарієм. Сенсори можуть бути вологостійкими, із виносним фотоелементом.

### **Датчик відчинення дверей**

Цей сенсор встановлюють на одвірок і стулку. Датчик допомагає запобігти злову житла злодіям, допоможе контролювати дітей та людей похилого віку з розладами. Сенсор зручно ставити не тільки на входні, а й на міжкімнатні двері, вікна, дверцята холодильників, шаф з хімікатами, ліками, алкоголем.

При несанкціонованому відкритті автоматика надсилає власнику push-повідомлення, SMS, дзвонить чи подає сигнал охороні (якщо підключено послугу охоронної компанії).

### **Датчик протікання води**

Контроль протікання води важливий для будь-якого будинку. Встановивши датчик протікання, можна вчасно помітити несправність водопровідних з'єднань чи побутової техніки — пральної, посудомийної машини. Таким чином можна попередити затоплення сусідів поверхом нижче в багатоповерхівці, не допустити псування речей/сусідних приладів, підлоги.

Встановлюють датчики протікання у всіх місцях, де може статися текти. Сигнали від датчика фіксує спеціальний контролер, який дає команду перекриття води електроприводу шарнірного крана.

### **Відеокамера**

Відеокамери є невід'ємною частиною підсистеми відеоспостереження. Найпростіший варіант — домофон із відеокамерою, який допоможе розглянути незнайомця, не відчиняючи йому вхідні двері або не пускаючи його на територію.

Відеокамери стоять на варті безпеки, сигналізуючи власнику дзвінком або SMS під час злому житла злодієм.

Вартість пристрою залежить від функціональних можливостей не лише однієї камери, а й усієї підсистеми відеоспостереження.

### **Датчик диму та витоку газу**

Встановлення датчиків диму та витоку газу дозволяє убезпечити мешканців від пожежі, задушення чадним газом, вибуху. Датчик працює у парі із пристроєм автоматичного перекриття газу. Час закриття газового клапана – 3 секунди. При аварійній ситуації датчик видає світловий та звуковий сигнал, інформує власника push-повідомлення, дзвінка або SMS.

Часто ці пристрої бездротові, живлення від батарейки. Якісний прилад може бути до 5 років. Дизайни датчиків диму вписуються у будь-який інтер'єр.

### **Актuatorи**

Нагадаємо, що актуатори чи виконавці — це елементи автоматики, які роблять певні дії. Актuatorи працюють за сигналом, що входить від датчика або контролера, виконуючи певну дію сценарію. Виконавці бувають універсальними та спеціалізованими. До простих актуаторів відносять розетки, димери,

вимикачі, розумні патрони для освітлення. Реле Реле - це найпростіший пристрій для дистанційного керування освітленням, опаленням, водопостачанням, кондиціонером, різними побутовими електроприладами. Малі габарити реле дозволяють встановлювати його на електропроводку в монтажний короб за розеткою.

Пристрій можна програмувати або керувати вручну. Реле є одним із виконавців сценарію. За командою власника або за певної ситуації (потопу, злому) відбувається змикання або розмикання контактів передачі сигналу іншим пристроям.

### **Розетки**

За допомогою "розумних розеток" можна керувати електроживленням приладу. У разі потреби вмикати/вимикати одну розетку або все, за графіком, за командою користувача через заданий час.

Крім цього, така розетка може контролювати напругу в мережі, кількість споживаної електроенергії, заряджати інші прилади і навіть імітувати присутність людей у будівлі. При тривалій відсутності власників можна налаштувати сценарій та підключити один із світильників/торшерів до «розумної розетки». Він включатиметься і вимикатиметься в заданому проміжку часу.

На розетку можна встановити датчик диму, який у разі займання знеструмить її.

### **Електровимикачі**

Тепер світло можна не вмикати вручну. Адже електровимикачі працюють дистанційно через додаток у смартфоні та Wi-Fi. Можна керувати освітленням не тільки в одній кімнаті, але й у всіх приміщеннях, налаштовувати різні функції, наприклад таймер або планування.

### **Електромеханічні двигуни**

Електромеханічні актуатори перетворюють електроенергію на механічне надходження. Завдяки цій здатності рушники допомагають відчиняти/зачиняти вікна, двері, віконниці, автоматично піднімати та опускати сходи, люки.

## **Лампочки та світильники**

«Розумні лампочки» та світильники – це енергозберігаюча альтернатива звичайним елементам освітлення. Основні функції смарт-лампочок:

- плавне включення та вимикання;
- зміна яскравості світла та кольору;
- використання різних видів освітлення, наприклад нічного;
- сигналізація власника про задимлення.

## **Висновки по розділу 2**

Було проведено дослідження таких систем як:

- Система вентиляції.
- Система опалення.
- Система охолодження.
- Система водо- та газ забезпечення.
- Система освітлення та електроживлення.
- Система безпеки та інші інженерні системи.

Також були наведені переваги та недоліки побудови децентралізованих систем управління будівлею. Наведена структура автоматизованої системи керування розумним будинком з використанням протоколу KNX.



## Розділ 3

# ЕЛЕМЕНТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БУДІВЛЕЮ

### 3.1 Загальна структура програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації котеджу

При побудові архітектури інтелектуальної системи автоматизації котеджу застосовуються інструментальні засоби введення виведення вимірювальних і управляючих сигналів, які розміщуються на загальній шині персонального комп'ютера. При цьому використовуються засоби, які мають відкриті протоколи структури даних, що забезпечує можливість використання різноманітних пристроїв, які не прив'язані до конкретного протоколу, і які не потребують застосування спеціалізованого, як правило, закритого програмного забезпечення, тобто тільки програмного забезпечення розробника електронних засобів.

При розміщенні інструментальних засобів введення виведення вимірювальних і управляючих сигналів на загальній шині персонального комп'ютера дозволяє проводити їх управління виключно програмними засобами. Це забезпечує широкі можливості перерозподілу функцій управління між програмними і електронними засобами системи. При цьому перерозподіл йде у бік застосування програмних засобів. Такий підхід приводить до гнучкості систем управління, відсутності обмежень їх розширення, проведення модифікації при збереженні архітектури електронних засобів і розширенні і модифікації програмних засобів [14].

У відповідності до архітектури інтелектуальної системи автоматизації котеджу і основних функцій, які виконуються в системі, на рис. 3.1 наведена загальна структура програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації котеджу.

Програмне забезпечення побудовано за модульним або блочним принципом. Головним блоком є блок для побудови графічного інтерфейсу управління, структура побудови якого буде розглянуто далі. Він забезпечує формування окремих програмних блоків (об'єктів) для управління всією системою. За допомогою цих об'єктів забезпечується доступ до окремих програмних блоків, які управляють різними операціями в загальній системі управління.

Доступ до графічних панелей інтерфейсу управління забезпечується за допомогою модуля управління доступом. При цьому доступ виконується через меню головного модуля управління. При виконанні доступу відбувається виклик модулів управління формування параметрів порту введення-виведення і параметрів конфігурування системи по читанню даних з аналого-цифрового перетворювача, а також параметрів управління аналого-цифровими перетворювачами.

В першому модулі відбувається формування параметрів для завдання режимів роботи портів введення-виведення по загальній швидкості (частоти) перетворення, чутливості порту на одиницю молодшого розряду, базового номеру кожного порту, кількості каналів вимірювання і управління тощо. Модуль будується за принципом введення даних і обміном даних з базою параметрів конфігурації, тобто їх читання, зміна і збереження. При цьому використовується додатковий модуль управління читанням і записом параметрів конфігурації в базу параметрів конфігурації.

База конфігурації параметрів системи оновлюється автоматично при виході з модуля управління параметрами порту введення-виведення. При цьому структура бази строго визначена в послідовності розташування кожного параметру і представлення типу даних – представлення даних в форматі з плаваючою точкою [18].

В модулі реалізується послідовність операції перетворення даних і їх запису в базу параметрів конфігурації системи (рис. 3.2).

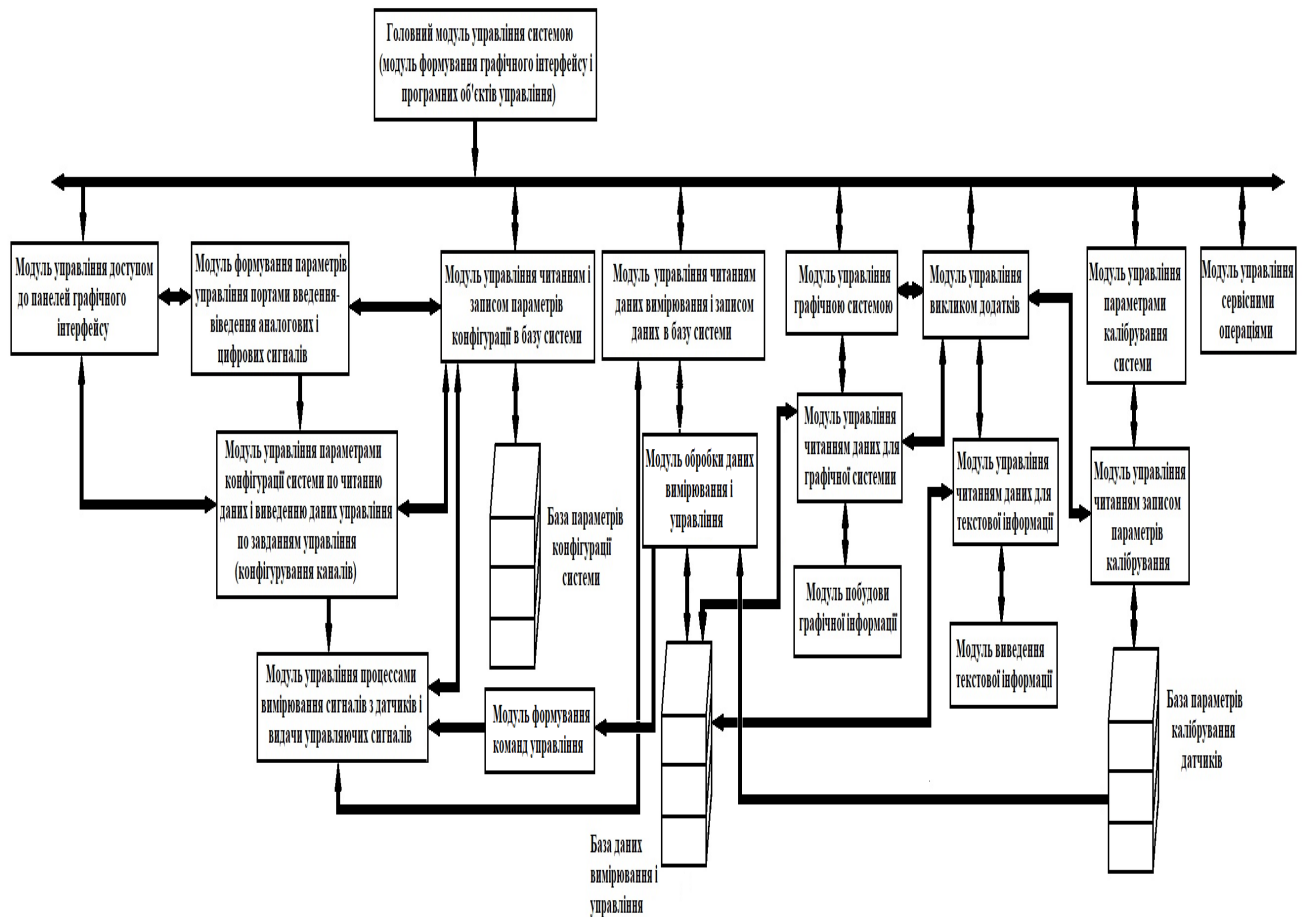


Рис. 3.1 Загальна структура програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації котеджу

Оскільки дані мають різний тип, то відбувається читання даних з пам'яті комп'ютера, проведення перетворення в тип з плаваючою точкою або приведення до типу з плаваючою точкою, і послідовний запис даних в базу параметрів з прив'язкою номера в базі до змістовного значення параметра. Така строго визначена структура даних запобігає не однозначному трактуванню параметрів і виникненню помилок при управлінні.

Аналогічним чином формується і модуль управління параметрами конфігурації системи по читанню даних і введенню даних по управлінню системою. При цьому також організуються доступ до відповідних блоків формування завдань вимірювання і управління по типу управління – вимірювання і управління температурою, вимірювання і управління освітленням, управління використання живлення з мережи або сонячної батареї,



команд управління по режимам роботи портів введення-виведення, у відповідності до послідовності програмних операцій, які реалізуються при роботі портів введення-виведення.

Сформовані команди управління використовуються в модулі управління читанням даних вимірювання і записом даних в базу системи, записом даних в базу вимірювання. В модулі відбувається послідовне завантаження команд управління в порти введення виведення для формування режимів роботи портів, запуск портів на реалізацію команд управління.

Для роботи з даними по режимам роботи портів використовується модуль обробки даних вимірювання і управління. Модуль забезпечує читання даних з портів по результатам вимірювання сигналів з відповідних датчиків, проведення їх обробки з визначенням значень вимірюваних параметрів та збереження даних в базі даних вимірювання і управління.

Для проведення обробки результатів вимірювання в модулі проводиться читання даних з бази параметрів калібрування вимірювальних датчиків, тобто калібрувальних залежностей, та проводяться розрахунки дійсних значень вимірювальних величин (температури, освітленості тощо). Після проведення розрахунків відбувається автоматичне збереження даних в базі даних вимірювання і управління [11].

У модулі обробки даних вимірювання і управління додатково проводиться порівняння результатів вимірювання з датчиків з даними уставок, які введені і зберігаються в базі параметрів конфігурації системи. За результатами обробки даних формуються дані (відхилення від уставок, дані з датчиків присутності, сигналізації, протікання води тощо), які передаються в модуль формування команд управління.

У модулі формування команд управління відбувається формування команд управління по даним відхилення від уставок, дані з датчиків присутності, сигналізації, протікання води і іншим, які передаються в модуль управління процесами вимірювань сигналів з датчиків і видачі управляючих сигналів. У даному модулі відбувається завантаження простих команд управління в порти

введення виведення для їх реалізації – завантаження в цифро-аналогові перетворювачі сигналів, які поступають на відповідні актуатори для їх реалізації – включення освітлення, перемикання мережи живлення, перекриття протікання води, управління освітленням, включення повідомлення по сигналізації тощо. Такий процес управління відбувається постійно.

Загальний алгоритм реалізації процедур управління наведений на рис. 3.2. При реалізації алгоритму використовуються різні операції, які реалізуються в різних модулях програмного забезпечення. При цьому зорганізується обмін необхідними потоками даних між модулями для реалізації загального алгоритму управління.

У процедурі реалізації загального алгоритму управління в процесі обробки даних використовуються калібрувальні залежності по датчиках, які використовуються в інтелектуальній системі автоматизації котеджу. Калібрувальні залежності зберігаються в базі даних калібрування. В залежності від типу використовуваного датчика формується база, яка зберігає математичні вирази, що описують конкретний тип калібрувальної залежності – прив'язка вимірюваної напруги з фізичним параметром (залежність температури від напруги на виході датчика, залежність освітлення від напруги на виході датчика, рівні спрацювання датчиків присутності, датчиків сигналізації, датчиків протікання води тощо).

Робота з калібрувальними залежностями забезпечується окремим модулем програмного забезпечення. У модулі реалізується формування окрема процедура, яка дозволяє для конкретного типу використаного датчика вводити значення коефіцієнтів апроксимуючого виразу. При цьому в базі параметрів калібрування датчиків зберігаються як параметри апроксимуючого виразу, так і забезпечується прив'язка до номеру використаного датчика. Дані параметри аналізуються в модулі обробки даних вимірювання і управління з прив'язкою до параметрів, які зберігаються в базі конфігурації параметрів системи. Така процедура забезпечує контроль на виникнення можливих похибок управління і забезпечення точності управління [9].

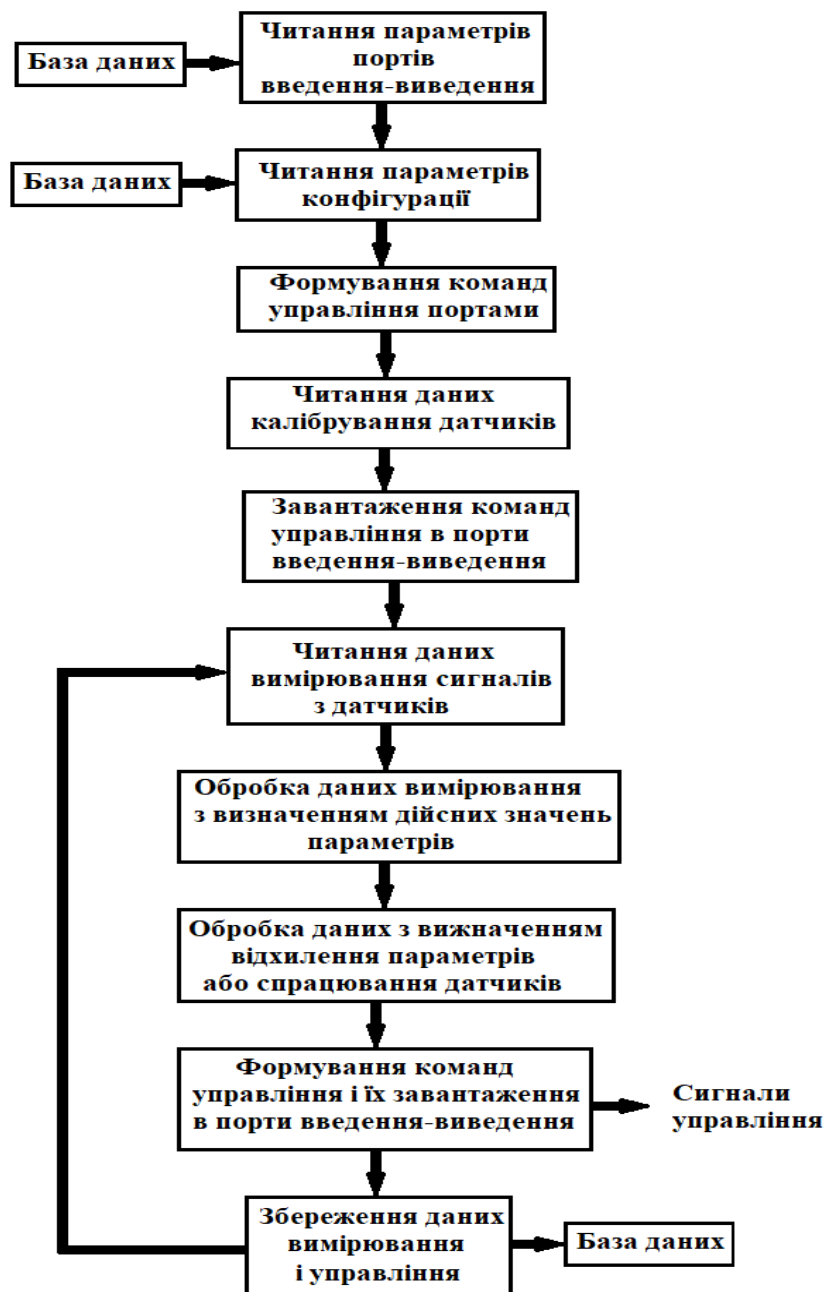


Рис. 3.3 Загальний алгоритм реалізації процедур управління

За результатами роботи системи і сформованими даними, що зберігаються в базі системи можливо проводити представлення як графічної, так і текстової табличної інформації о стану системи управління. При цьому можливо представляти дані у поточному часі або на будь якому проміжку часу.

Реалізації процедур представлення даних проводиться за рахунок виклику додатків, які виконуються в модулі програмного забезпечення – модулі управління виклику додатків. Даний модуль може управляти як графічною інформацією, так і текстовою інформацією у вигляді таблиць даних.

Додаток представляє собою окремий програмний модуль, який формує свій незалежний інтерфейс управління для представлення даних. При цьому він працює з базами збережених даних за результатами вимірювання інформації з датчиків для проведення управління з підключенням окремого модуля управління графічною системою. Існування окремого модуля управління графічною системою необхідно для можливості розширення програмного забезпечення з реалізацією графічних процедур в різних модулях загального програмного забезпечення, наприклад, додатково в головному інтерфейсі управління. В даному модулі реалізуються загальні процедури управління елементами при побудові графіків по даним результатів вимірювання.

Для реалізації побудови графіків використовується модуль управління читання даних для графічної системи і модуль побудови графічної інформації. В даних модулях проводиться читання даних із бази даних результатів вимірювання і їх перетворення в графічні координати точок для побудови графіків, а також процедура побудови графіків з управлінням елементами графіків – осями, надписами, видом графіків, кольорами, шрифтами і іншими. При цьому реалізуються процедури управління графіками з можливістю їх більш детального аналізу – збільшення розмірів, визначення значень параметрів на графіках, збереження графіків, друк графіків і інше.

Для реалізації виведення текстової інформації по даних результатів вимірювання використовується модуль управління читання даних для текстової інформації і модуль виведення текстової інформації. В даних модулях проводиться читання даних із бази даних результатів вимірювання і їх перетворення в текстові формати для виведення у відповідні текстові компоненти графічних інтерфейсів управління. При цьому реалізуються процедури управління текстовими даними з можливістю формування кількості строк і стовпчиків інформації, що виводиться, формування прокруток при виході даних за межі компонента виведення даних, перегляд значної кількості даних, переміщення по даних за визначеними координатами по часу тощо, збереження виведених даних у вигляді окремого файлу, або їх друк тощо.



Модуль управління викликом додатків забезпечує гнучкість побудови програмного забезпечення і дозволяє проводити розширення програмного забезпечення для реалізації будь яких окремих додаткових алгоритмів обробки даних для управління інтелектуальною системою автоматизації котеджу або представлення результатів управління, або аналізу у графічному та табличному вигляді без зміни всього програмного забезпечення [6].

При цьому зберігається загальна структура програмного забезпечення, алгоритми його роботи, алгоритми представлення результатів аналізу, структура бази даних, яка може доповнюватися додатковими параметрами з прив'язкою до їх змістовного значення, а також забезпечується можливість формування додаткових інтерфейсів управління з розширенням контрольованих параметрів в котеджі і параметрів управління. Крім того забезпечується можливість і формування різних незалежних сценаріїв управління, наприклад, формування сценаріїв управління освітленням, сценаріїв управління опаленням тощо в залежності від часу доби, періоду року.

У програмному забезпеченні окремо виділений модуль управління сервісними операціями, який призначений для формування підказки користувачеві по призначенню і опису параметрів і команд управління, послідовності виконуваних операцій, їх завантаження і виконання, представлення даних тощо.

У той же час, вся система управління інтелектуальною системою автоматизації котеджу контролюється за допомогою головного модуля управління, який реалізує графічний інтерфейс управління. При цьому всі команди і переходи для реалізації процедур в програмних модулях будуються на формуванні і передачі повідомлень через командні панелі або діалогові вікна.

### **3.2. Загальна структура програмного графічного інтерфейсу управління інтелектуальною системою автоматизації котеджу**

Найважливішим елементом інтелектуальної системи управління котеджу є програмний графічний інтерфейс або інтерфейс користувача системи управління.

Інтерфейс користувача встановлює правила для елементів інтерфейсу та інтерактивної технології, що дозволяють користувачеві ефективно вирішувати професійне завдання. Саме через зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувач судить про можливості системи управління в цілому, приймає рішення про її відхилення, порядок та зручність використання.

Інтерфейс користувача призначений для забезпечення взаємодії між користувачем і процесом, що виконує деяке завдання в інтелектуальній системі управління котеджу [3].

Як правило, завданнями даної взаємодії є передача інформації від користувача прикладній програмі, а також результатів роботи користувача.

У більшості випадків графічний програмний інтерфейс повинен забезпечувати:

- набір завдань користувача, що він вирішує з допомогою системи;
- використовувана системою метафора (наприклад, робочий стіл у MS Windows);
- елементи управління системою;
- навігація між блоками системи;
- візуальний (і не лише) дизайн екранів програми;
- засоби відображення інформації, інформація, що відображається (таблиці, графіки, текст) та формати;
- пристрої та технології введення даних;
- діалоги, взаємодія та транзакції між користувачем та комп'ютером;
- зворотній зв'язок з користувачем;
- підтримка прийняття рішень у конкретній предметній галузі;

- порядок використання програми та документація на неї.

При розробці графічних програмних інтерфейсів використовується ряд підходів у побудові його архітектури, до яких належать:

- багат шарова архітектура (Layered Architecture);
- багаторівнева архітектура (Tiered Architecture);
- сервіс-орієнтована архітектура (Service Oriented Architecture—SOA);
- мікросервісна архітектура (Microservice Architecture).

Багат шарова архітектура (рис. 3.4) – цей підхід працює за принципом поділу реалізованого програмного забезпечення на шари, що лежать один на одному. У цьому кожен шар виконує певні функції.

У цьому випадку архітектура програми поділяється ділить на такі шари:

- шар представлення (Presentation Layer) містить сам інтерфейс користувача з його графічною реалізацією та системою управління;
- шар бізнес-логіки (Business Logic Layer), як випливає з назви, містить бізнес-логіку програми, тобто. відокремлює сам інтерфейс від обчислювальних процедур. Це дозволяє легко змінювати логіку, яка не впливає на інші шари;
- шар передачі даних (Data Link Layer) відповідає за взаємодію з постійними сховищами, такими як бази даних та іншу обробку інформації.

У такій архітектурі дані та елементи управління проходять через кожен шар у дизайні та передаються від одного до іншого. Ця система також підвищує рівень абстракції та певною мірою навіть стабільність роботи всього програмного забезпечення.

Переваги такої архітектури:

- простіша реалізація порівняно з іншими підходами;
- пропонує абстракцію завдяки поділу завдань між рівнями;
- ізолювання захищає одні верстви від змін інших;
- підвищує керованість програмного забезпечення за рахунок слабого зв'язку.

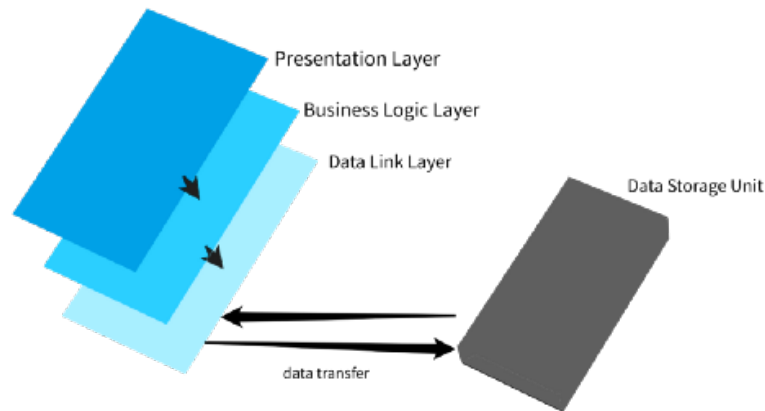


Рис. 3.4. Багатошарова архітектура побудови програмного забезпечення при реалізації інтерфейсу управління

Серед недоліків багатошарової архітектури виділяю такі:

- не пропонує великої масштабованості;
- уся архітектура матиме монолітну структуру, яка ускладнює внесення модифікацій;
- дані повинні проходити по кожному шару, навіть якщо немає необхідності передавати їх із певних шарів.

Багаторівнева архітектура – цей архітектурний підхід поділяє комплекс забезпечення на рівні за певним принципом взаємодії. Архітектура може мати один, два і більше рівнів, що розділяють засоби постачання всіх даних та засоби їх використання.

Цей підхід використовує певний шаблон (Request Response) зв'язку між рівнями. На відміну від багатошарової архітектури, він пропонує масштабованість, яка може бути як горизонтальною, так і вертикальною.

Сервіс-орієнтована архітектура (SOA) – ця архітектурна модель складається з компонентів та додатків, що зв'язуються один з одним за допомогою чітко визначених сервісів. Ця архітектура використовується при побудові Веб-додатків.

Мікросервісна архітектура (рис. 3.5) – додаток розробляється як набір невеликих сервісів, кожен з яких працює у власному процесі та зв'язується з іншими процесами через певні логічні механізми

При цьому сервіси можуть розгортатися незалежно один від одного за допомогою повністю автоматизованого механізму, централізоване управління між сервісами може бути мінімальним.

Архітектура працює за принципом компонентизації сервісів. Вона поділяє програмне забезпечення на різні ізольовані компоненти (сервіси), кожен із яких вирішує чітко певну задачу. При цьому зміни в одному сервісі не повинні торкатися інших.

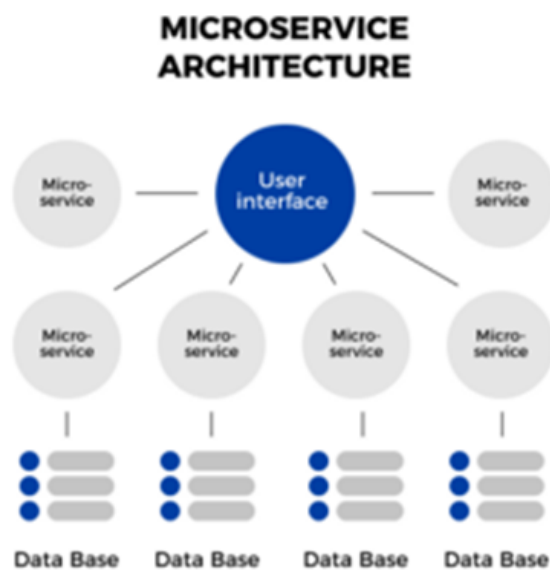


Рис. 3.5 Мікросервісна архітектура побудови програмного забезпечення при реалізації інтерфейсу управління

Переваги такого підходу:

- Пропонує слабку пов'язаність завдяки високому ступеню ізоляції;
- підвищує модульність;
- збій в одному сервісі не торкнеться всієї системи, оскільки вони ізольовані;
- пропонує високу гнучкість та масштабованість;
- простота модифікації може прискорити ітерацію;
- дозволяє реалізувати покращену систему обробки помилок;
- вирішує проблеми з даними, які бувають у багатоваріантній архітектурі.

Недоліки багатосервісного підходу:

- підвищений ризик збою під час обміну даними між сервісами;
- великою кількістю сервісів важко керувати;
- на реалізацію буде потрібно набагато більше часу.

Виділяю також монолітну архітектуру. На відміну від багатосервісної архітектури, це означає, що програма написана, як одна одиниця коду, чії компоненти призначені для спільної роботи, використовують одні й ті самі ресурси. Сервіси в таких додатках тісно пов'язані, і при зміні однієї з них проблеми можуть виникнути в інших.

Реалізація програмного забезпечення інтерфейсу користувача як системи здійснюється з використанням об'єктно-орієнтованого програмування.

Об'єктно-орієнтоване проектування поєднує процес об'єктної декомпозиції та подання з використанням моделей даних проекрованої системи на логічному та фізичному рівнях, у статиці та динаміці. Головна одиниця об'єктно-орієнтованого програмування є об'єкт. Цей термін означає логічно виділену частину системи, з якою можна взаємодіяти та обмінюватися повідомленнями. Кожен об'єкт — це сутність із значимими параметрами, якою можна керувати через інтерфейс.

Об'єктно-орієнтований підхід до проектування програмних продуктів ґрунтується на:

- виділення класів об'єктів;
- встановлення характерних властивостей об'єктів та методів їх обробки;
- створення ієрархії класів, успадкування властивостей об'єктів та методів їх обробки.

При цьому структура системи описується термінах об'єктів і зв'язків між ними, а поведінка системи описується термінах обміну повідомленнями між об'єктами. Кожен об'єкт системи при цьому має власну поведінку, яка моделює поведінку об'єкта реального світу. Об'єкт має такі характеристики, як: стан, поведінка, індивідуальність, властивості, події, методи; структура і поведінка подібних об'єктів визначають загальний їм клас [10].

Кожен об'єкт поєднує як дані, і програму обробки цих даних і належить до певного класу (рис. 3.6).

При цьому загальні принципи управління будуються на формуванні подій, передачі подій, прийомі подій та реалізації на їх основі певних процедур (рис. 3.4).

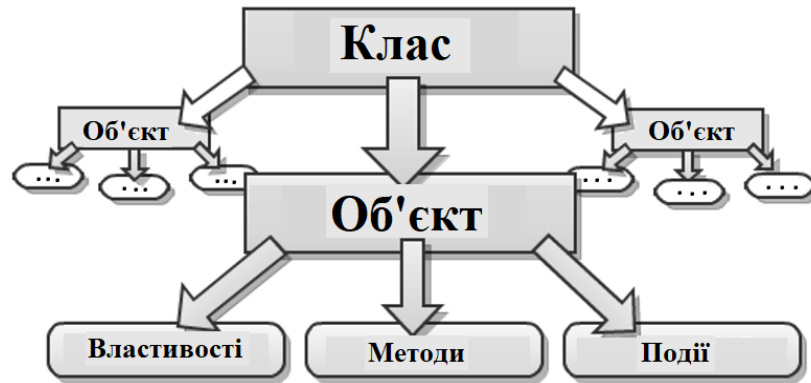


Рис. 3.6 Відношення об'єктом до певних класів

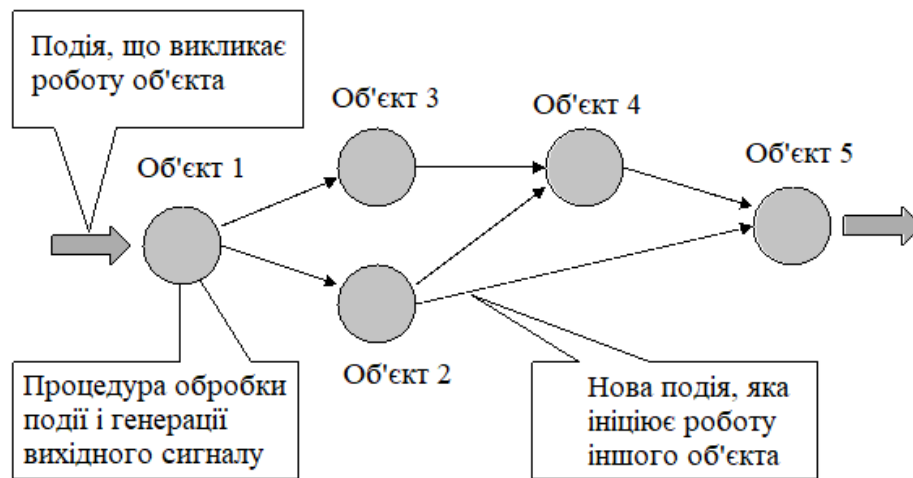


Рис. 3.7 Принципи управління з використанням об'єктно-орієнтованого підходу

Як видно (рис. 3.7) об'єкт 1 породжує дві події, які впливають на два незалежні об'єкти (об'єкти 2 і 3), усередині цих об'єктів відбувається перетворення інформації за різними алгоритмами, для яких можна розробляти та налагоджувати програмні модулі у будь-якій послідовності. Дія об'єкта 4 визначатиметься наявністю двох подій, які згенерують за підсумками роботи об'єкти 2 та 3, це означає, що заздалегідь можна визначити порядок поведінки

об'єкта 4, та проводити розробку алгоритму його роботи незалежно від готовності попередніх програмних модулів.

Приналежність об'єктів до певних класів означає, що один і той же програмний код можна використовувати для різних об'єктів, що відносяться до нього.

Таким чином, забезпечується внутрішня організація або внутрішня структура, утворена взаємопов'язаними програмними модулями. Це справедливо для складних та багатофункціональних програмних продуктів, до яких належать і системи керування котеджем.

При створенні програмних продуктів на основі об'єктно-орієнтованого підходу виділяються багаторазово використовувані модулі з їх типізацією. При цьому використовують модулі готових бібліотек стандартних підпрограм, процедур, функцій, об'єктів, методів обробки даних. Широко застосовуються звані шаблони (патерни) проектування. Під шаблоном розуміється іменована пара «проблема/рішення», яка містить готове узагальнене вирішення певної типової проблеми.

У більшості випадків шаблон, крім текстового опису, може також включати одну або кілька діаграм (наприклад: діаграми класів, послідовності та/або комунікації), які графічно ілюструють склад та структуру класів, та, крім того, особливості їхньої взаємодії при вирішенні певної проблеми.

Відповідно до об'єктно-орієнтованого підходу, на рис. 3.5 наведено загальну структуру побудови інтерфейсу інтелектуальної системи управління котеджем.

У структурі виділяються окремі об'єкти та модулі. Серед безлічі модулів розрізняють:

- головний модуль, керує окремими об'єктами та забезпечує виклик інших керуючих модулів на обробку;
- робочі модулі, виконують певні функції, включаючи та обробки даних;
- сервісні модулі та бібліотеки, утиліти, які здійснюють функції обслуговування.



У роботі інтерфейсу активізуються необхідні об'єкти та програмні модулі. Керуючі модулі задають послідовність виклику виконання чергової модуля. Інформаційна зв'язок модулів забезпечується з допомогою використання загальної бази даних чи міжмодульної передачі через змінні обміну.

Кожен модуль може оформлятися як у єдиному програмному коді, так і самостійно, у вигляді файлу, що окремо зберігається.

Структура інтерфейсу є ієрархічною. Складається з головного модуля у вигляді головного меню управління, що складається з об'єктів, що реалізують певні групи команд. При виклик команди здійснюється перехід на наступний рівень управління 1, що представляє собою набір модулів, кожен з яких являє собою міні інтерфейси управління. Кожен модуль містить свої об'єкти, які реалізують певні команди керування. При цьому об'єкти, що можуть містити набір процедур, які входять до бібліотек процедур, можуть містити свої об'єкти, реалізовувати методи обробки, реалізовувати та керувати властивостями об'єктів, формувати та передавати події або вирішувати конкретні функціональні завдання [14].

Виклик будь-якої команди управління даного рівня забезпечує перехід на наступний рівень управління – рівень 2. Цей рівень також реалізується у вигляді окремих модулів, кожен з яких є міні-інтерфейсами управління. На цьому рівні формується організація архітектури, аналогічна до першого рівня управління. Кожен модуль містить свої об'єкти, які реалізують певні команди керування. При цьому об'єкти, що можуть містити набір процедур, що входять до бібліотек процедур, можуть містити свої об'єкти, реалізовувати методи обробки, реалізовувати та керувати властивостями об'єктів, формувати та передавати події або вирішувати конкретні функціональні завдання.

За аналогією зорганізується архітектура наступного рівня управління – рівня 3 тощо.

Така ієрархічна структура забезпечує можливість організації переходів в інтерфейсі як по вертикалі, так і по горизонталі з постійним контролем переходів

та запобігання можливості виникнення помилок. При цьому чітко контролюється зміна стану об'єктів, формування та передача подій різним об'єктам в окремих модулях.

Також здійснюється контроль прямих та зворотних переходів, що запобігає виникненню виняткових ситуацій та переривання роботи системи управління.

При цьому роботу інтерфейсу користувача або програмного інтерфейсу можна описати у вигляді діаграми на малюнку 3.8.

Кожна дія користувача веде до зміни стану графічного інтерфейсу (візуально – це виставлення прапорців, затискання кнопок та інші операції, програмно здійснюється звернення до відповідного обробника даного стану), що у свою чергу веде до виконання певного модуля програми та подальшої зміни стану графічного інтерфейсу (візуалізація відповіді програми на дію користувача).

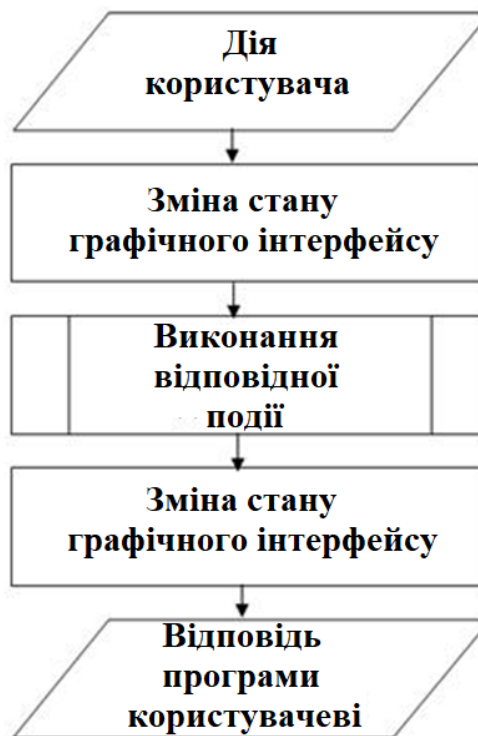


Рис. 3.8 Діаграма роботи інтерфейсу користувача

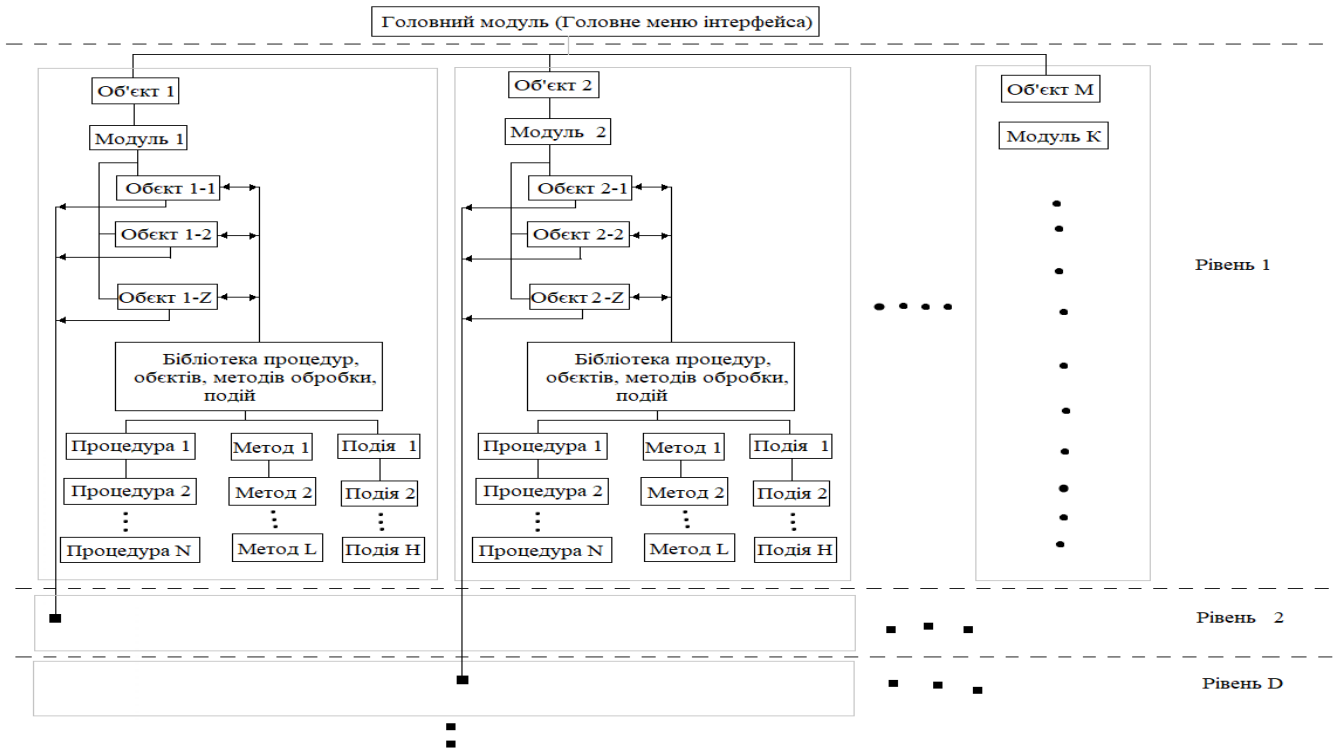


Рис. 3.9 Загальна структура побудови інтерфейсу управління інтелектуальною системою управління котеджем

У разі презентації логіки роботи графічного інтерфейсу набагато простіше проводити тестування окремих станів і переходів. Оскільки на діаграмі помітні всі можливі вхідні дані, а переходи показують, як мають розвиватися події. При цьому виходить граф станів інтерфейсу користувача, який досить легко створювати («малюючи»).

Також покращується наочність презентації логіки роботи графічного інтерфейсу (за суттю роботи обробників подій), з'являється можливість застосування шаблонів.

Практично така побудова інтерфейсу забезпечує широке використання діалогових режимів. У діалоговому режимі здійснюються запуск функцій (методів) обробки, зміна властивостей об'єктів, проводиться налаштування параметрів, ведеться обмін повідомленнями, що впливають на обробку даних, видачі інформації та інше.

Діалоговий процес управляється згідно зі створеним сценарієм, для якого визначаються:

- точки (момент, умова) початку діалогу;

- ініціатор діалогу – людина чи програмний продукт;
- параметри та зміст діалогу – повідомлення, склад та структура меню, екранні форми та інше;
- реакція програмного продукту завершення діалогу.

Діалогові процеси та інтерфейси легко реалізуються в об'єктно-орієнтованих інструментальних середовищах розробки програм.

При цьому можна будувати систему управління як групового управління елементами котеджу, так індивідуального управління елементами котеджу.

Відповідно до структури інтерфейсу на рис. 3.10 показано головний графічний інтерфейс інтелектуальної системи індивідуального управління котеджем.

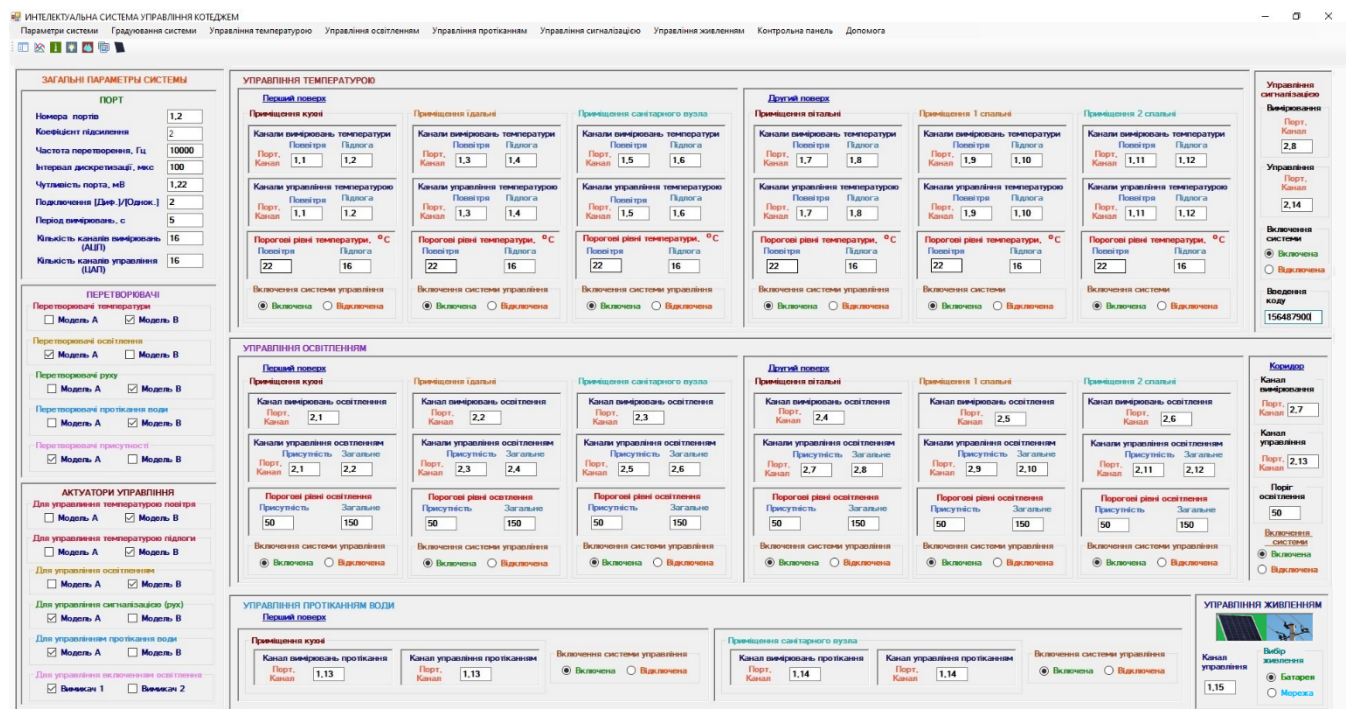


Рис. 3.10 Головний графічний інтерфейс інтелектуальної системи керування котеджем

Головний графічний інтерфейс забезпечує конфігурацію системи інтелектуального керування котеджем. Він включає головне меню команд управління, графічні інструменти управління і панелі що забезпечують конфігурування системи управління.

Команда параметри системи забезпечує доступ до панелі керування загальними параметрами пристроїв, що входять до інтелектуальної системи

керування. Такими параметрами є номери портів введення-виводу, режим включення портів – одиночні канали або диференціальне включення для придушення наведень, частота опитування каналів (частота дискретизації аналого-цифрового перетворювача), чутливість аналого-цифрового перетворювача, інтервал дискретизації, інтервал часу послідовного вимірювання (період опитування датчиків), кількість каналів для проведення вимірювань та кількість каналів для керування. Також у загальних параметрах системи проводиться вибір типів датчиків для вимірювання температури в приміщеннях котеджу, вимірювання освітлення, датчиків руху, датчиків присутності та датчиків протікання води. Відбувається і вибір актуаторів для керування температурою повітря та підлоги, освітленням, включенням освітлення, проточкою води, сигналізації.

Вибір типу датчика прив'язаний до його калібрувальної характеристики, яка вводиться та змінюється для конкретного типу датчика за допомогою виклику окремої програми за командою головного меню Градування системи. У цьому додатку вводяться математичні вирази для опису калібрувальної залежності конкретного типу датчика з оголошенням його моделі, прив'язаної до панелі головного інтерфейсу управління.

Команда головного меню керування температурою забезпечує доступ до панелі керування температурою для конфігурування системи керування. При цьому для кожного приміщення системи визначаються канали вимірювання температури повітря та підлоги, визначаються канали управління температурою підлоги та повітря, забезпечується вибір порогових значень температури для повітря та підлоги (при керуванні), а також здійснюється включення системи на реалізацію режиму управління [17].

За аналогією команди головного меню «Управління освітленням», «Управління протіканням води» та «Управління сигналізацією» забезпечують доступ до панелей управління освітленням, протіканням води та сигналізації для конфігурування системи управління. Панелі керування для відповідних приміщень та входу в котедж (сигналізації) забезпечують вибір каналів

вимірювання та керування (присутності та освітленості), необхідних порогів керування та включення (для освітлення за датчиками освітлення та присутності), введення коду для сигналізації, включення або вимкнення системи керування для кожній панелі керування.

Для забезпечення контролю поточного стану в котеджі за його приміщеннями використовується команда «Контрольна панель», яка забезпечує виклик програми у вигляді графічного інтерфейсу, що забезпечує відображення поточних параметрів приміщення котеджу, а також можливість зміни порогових значень параметрів управління.

На рис. 3.11 показаний фрагмент Контрольної панелі з виведенням параметрів поточного стану системи вимірювання та керування температурою у приміщеннях котеджу.

При відображенні параметрів стану в приміщеннях котеджу в Контрольній панелі відображаються встановлені пороги керування та поточні виміряні значення параметрів.

Для можливості оперативного керування контрольною панелі передбачається можливість зміни параметрів управління. При цьому формуються часові панелі керування для зміни параметрів керування та передачі та збереження їх значень у головному інтерфейсі керування системою.

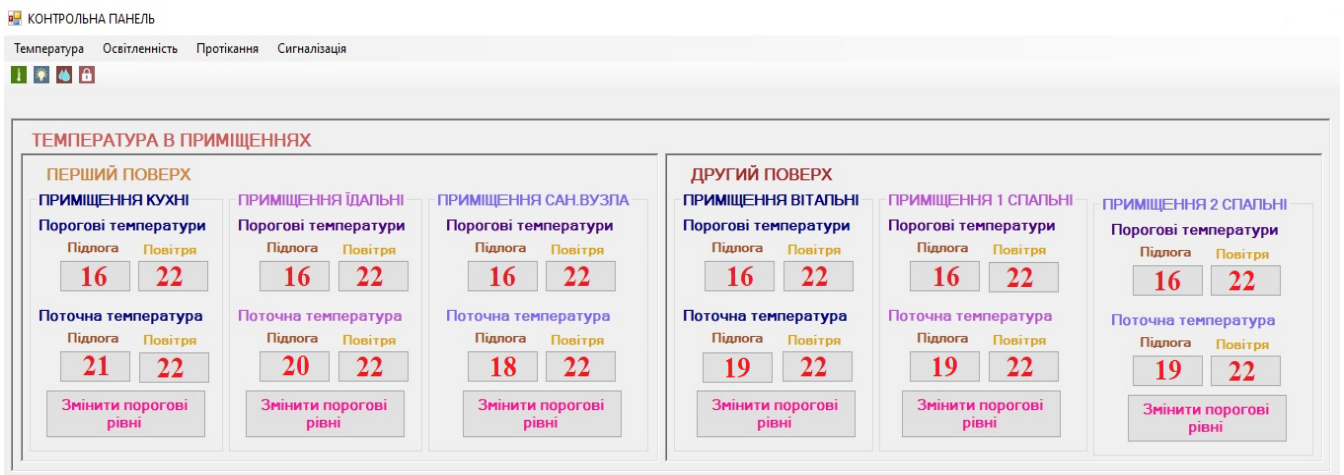


Рис. 3.11 Фрагмент представлення Контрольної панелі для відображення поточних параметрів стану контролю та керування системою

У контрольній панелі аналогічно організовано відображення та інших параметрів вимірювання та управління – освітленості, протікання та сигналізації.

Також у контрольній панелі можна проводити відображення графіків зміни в часі параметрів управління та відображення поточного стану, наприклад, напруги мережі, зміни температури, зміни освітленості, що забезпечує можливість контролю енергоспоживання.

Команда головного меню керування живленням забезпечує доступ до панелі керування живленням котеджу для конфігурування системи керування живленням. При цьому в панелі керування визначається і задається канал порту вводу-виводу для керування мережним інвертором, а також здійснюється управління переходом на живлення котеджу від сонячних батарей або від загальної мережі [7].

Команда допомога використовується для виведення підказки користувачеві з операцій управління та налаштування графічного інтерфейсу управління.

Меню графічних команд керування (графічних піктограм) забезпечує швидкий доступ та реалізацію команд головного меню керування.

### **3.3. Приклад реалізації виведення даних стану температури в приміщеннях котеджу в контрольну панель**

Як зазначено вище, контрольна панель використовується для виведення параметрів поточного стану параметрів вимірювання та управління в приміщеннях котеджу.

Одними з таких параметрів є параметри стану керування температурою в приміщеннях котеджу – температура підлоги і температура повітря.

У контрольну панель виводяться значення параметрів керування температурою та параметрів стану в цифровому вигляді. Забезпечується можливість перегляду параметрів поточного стану температури у приміщеннях котеджу (температури підлоги та температури повітря) у часі у графічному вигляді. При цьому процедура організована таким чином, що можливий перегляд даних зміни температури в реальному масштабі часу або перегляд даних по

температурі з бази даних, що зберігає значення температури за результатами вимірювання та управління у вигляді файлових структур.

На рис. 3.12 показаний загальний алгоритм управління графічною системою при виведенні графічної інформації зміни температури в приміщеннях котеджу в часі (підлоги та повітря), яка виводиться в контрольну панель за командами управління в контрольній панелі (графічні піктограм контрольної панелі).

Алгоритм реалізує строгу послідовність необхідних процедур. Залежно від режиму виведення даних здійснюється завантаження одного з режимів роботи.

Перший режим – перегляд та виведення даних зміни температури в часі у приміщеннях за певний період часу. При цьому проводиться читання даних з бази даних, що зберігаються. Читання даних реалізується за допомогою стандартних діалогових вікон – з використанням стандартного браузера (рис. 3.13). Після читання даних виконуємо їх збереження в пам'яті комп'ютера і здійснюється перехід до загальної процедури управління графіками.

Другий режим – перегляд та виведення даних зміни температури у часі у приміщеннях у реальному масштабі часу. При цьому проводиться читання даних каналами вимірювання температури через аналого-цифровий перетворювач, який працює в безперервному режимі в часі з періодичністю, заданої в головному інтерфейсі управління. Після кожного результату читання дані зберігаються у пам'яті комп'ютера і відбувається перехід до загальної процедури керування графіками.

Загальна процедура управління графіками здійснює визначення панелі для побудови графіків з подальшим визначенням її атрибутів. Визначення шрифтів для всіх елементів графіка – підписів шкал, підписів міток, підписів самого графіка, підписів легенди (опис приналежності графіка конкретному приміщенню котеджу).



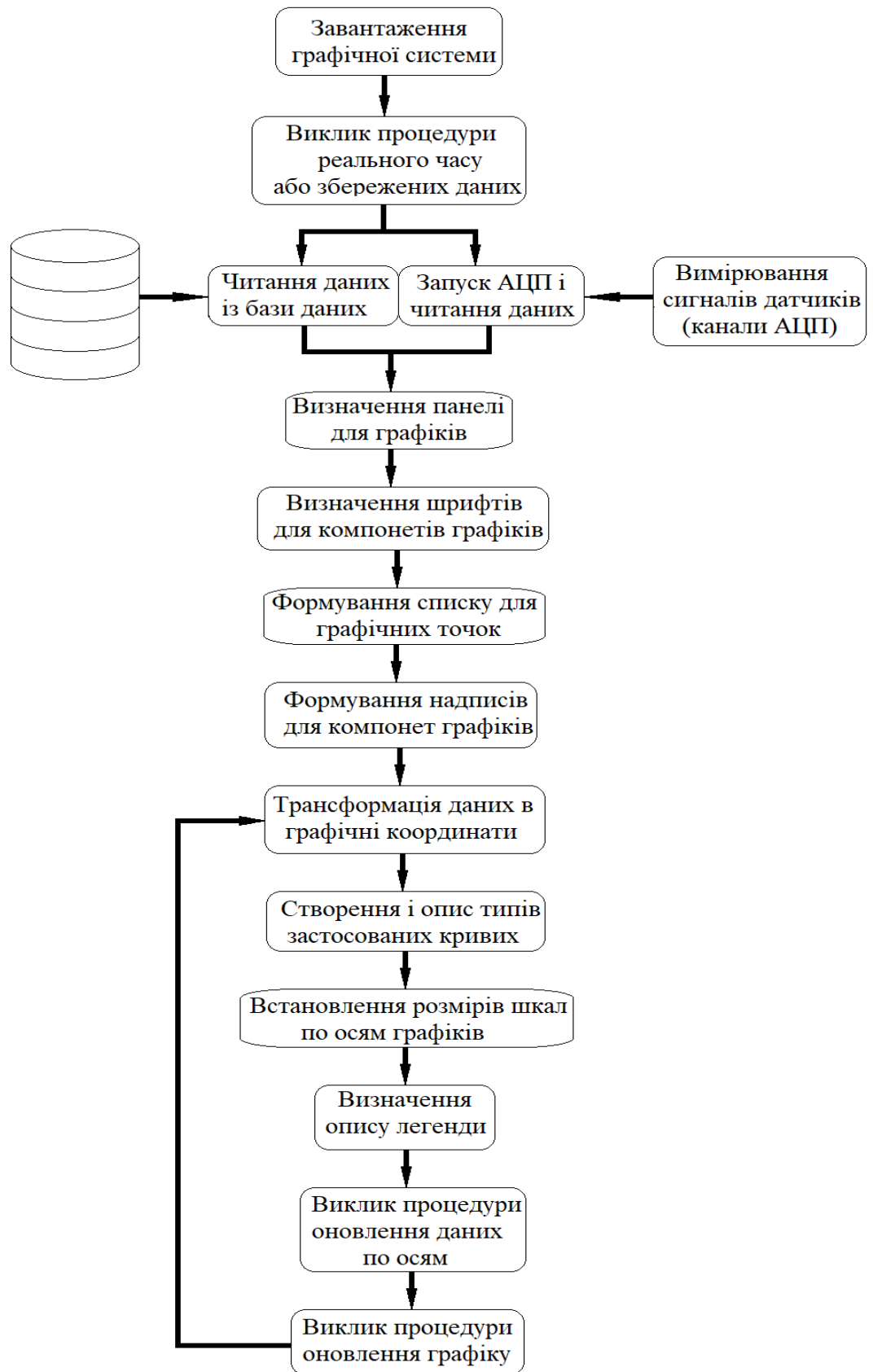


Рис. 3.12 Загальний алгоритм управління графічною системою при виведенні графічної інформації зміни температури в приміщеннях котеджу в часі

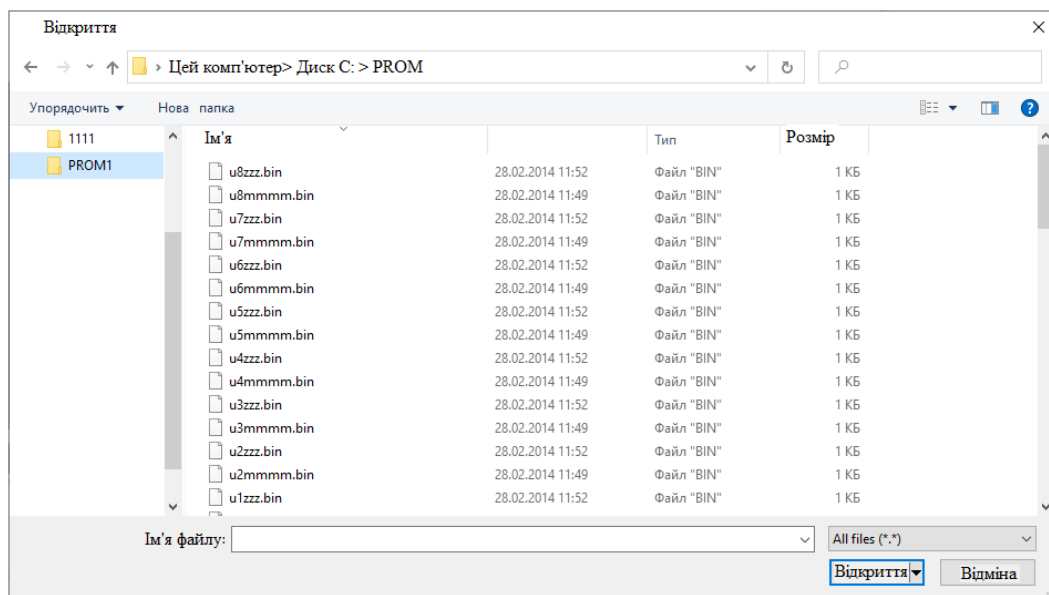


Рис. 3.13 Стандартне діалогове вікно для читання даних

Далі відбувається перетворення даних за осями часу і температури в графічні точки (в координати), які будуть виводитися на загальний графік. Процедура здійснює формування внутрішнього масиву даних для представлення графічних координат.

Здійснюється перехід до формування та опису типу кривих, які будуть використовуватися для побудови графіків – визначення виду кривої – лінія, точка з лінією або лише точка – колір графіка, товщина ліній, використання різної графіки та інше. Ця процедура є кольоровим оформленням графічної інформації.

Після завершення опису типу кривих проводиться визначення та встановлення розмірів шкал для виведення графіків – прив'язка до максимальних та мінімальних значень даних, що використовуються. Також проводиться налаштування легенди, яка використовується для прив'язки конкретного графіка, що виводиться, до конкретного приміщення котеджі. Ця процедура необхідна для розрізнення даних у прив'язці до приміщень котеджу.

Управління графічною системою закінчується обов'язковими процедурами оновлення даних про осі та оновлення самих графіків. Після побудови графіків відбудеться формування переходу до оновлення даних та їх повторна обробка.

Алгоритм роботи графічної систем реалізований у вигляді готельного модуля програмного забезпечення інтелектуальної системи управління котеджем. На

рис. 3.14 показаний фрагмент програмного забезпечення, що реалізує алгоритм побудови графіків зміни температури при їх виведенні у контрольній панелі.

Реалізації алгоритму та програмного забезпечення виведення даних поточного стану температури у приміщеннях котеджу в контрольну панель інтелектуальної системи управління котеджем показано на рис. 3.15 для трьох вибраних приміщень котеджу.

При керуванні графічною системою в інтелектуальній системі управління котеджем використовується зовнішня бібліотека графічного пакету `zedGraph`, яка підключається до проекту системи управління і дозволяє використовувати її графічні можливості.

`ZedGraph` — це бібліотека класів, елемент управління та веб-елемент управління для `.net`, написаний на `C#`, для малювання двомірних лінійних, стовпчастих і кругових діаграм. Він має повні та докладні можливості налаштування, але більшість параметрів мають значення за замовчанням для простоти використання.

`ZedGraph` також включає інтерфейс `UserControl`, що дозволяє редагувати за допомогою перетягування в редакторі форм `Visual Studio`, а також отримувати доступ з інших мов програмування.

Після побудови графіків автоматично підключаються засоби бібліотеки `ZedGraph` для аналізу виведеної інформації (рис. 3.16, а).

Такими можливостями є

- збільшення масштабу виведення графічної інформації для проведення детального аналізу залежностей зміни температури в часі на тимчасовій ділянці аналізу (рис. 3.16, в);
- виведення у необхідній точці графіка значення точки графіка за координатами осей абсцис та ординат (рис. 3.16, с);
- робота з масштабуванням (збільшення та зменшення масштабу);
- збереження графіка в необхідному форматі графічного файлу;
- копіювання графіка з можливістю його передачі в графічні програми під `Windows`; друк графіка та інші.

```

private void DrawGraph1()
{
    zedGraph.Visible = true;
    GraphPane pane = zedGraph.GraphPane;
    int labelsXfontSize = 10;
    int labelsYfontSize = 10;
    int titleXFontSize = 10;
    int titleYFontSize = 10;
    int legendFontSize = 10;
    int mainTitleFontSize = 10;
    pane.XAxis.Scale.FontSpec.Size = labelsXfontSize;
    pane.YAxis.Scale.FontSpec.Size = labelsYfontSize;
    pane.XAxis.Title.FontSpec.Size = titleXFontSize;
    pane.YAxis.Title.FontSpec.Size = titleYFontSize;
    pane.Legend.FontSpec.Size = legendFontSize;
    pane.Title.FontSpec.Size = mainTitleFontSize;
    pane.CurveList.Clear();
    pane.Chart.Fill.Type = FillType.Solid;
    pane.Chart.Fill.Color = Color.WhiteSmoke;
    pane.Title.Text = "Графік: Температура в часі";
    pane.XAxis.Title.Text = "Час (Секунди)";
    pane.YAxis.Title.Text = "Температура (*C)";
    PointPairList list = new PointPairList();
    for (ulong i = 0; i < Length; i++)
    {
        float x = masDat[i, 0];
        float y = masDat[i, 1];
        list.Add(x, y);
    }
    LineItem myCurve = pane.AddCurve("Sinc", list, Color.Blue,
SymbolType.None);
    myCurve.Line.IsVisible = true;
    pane.XAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
    pane.YAxis.MajorGrid.IsVisible = true;
    pane.XAxis.Scale.Min = Xmin;
    pane.XAxis.Scale.Max = Xmax;
    pane.YAxis.Scale.Min = Ymin;
    pane.YAxis.Scale.Max = Ymax + 0.1f * Ymax;
    zedGraph.AxisChange();
    zedGraph.Invalidate();
}

```

Рис. 3.14 Фрагмент програмного забезпечення, що реалізує алгоритм побудови графіків зміни температури у контрольній панелі системи

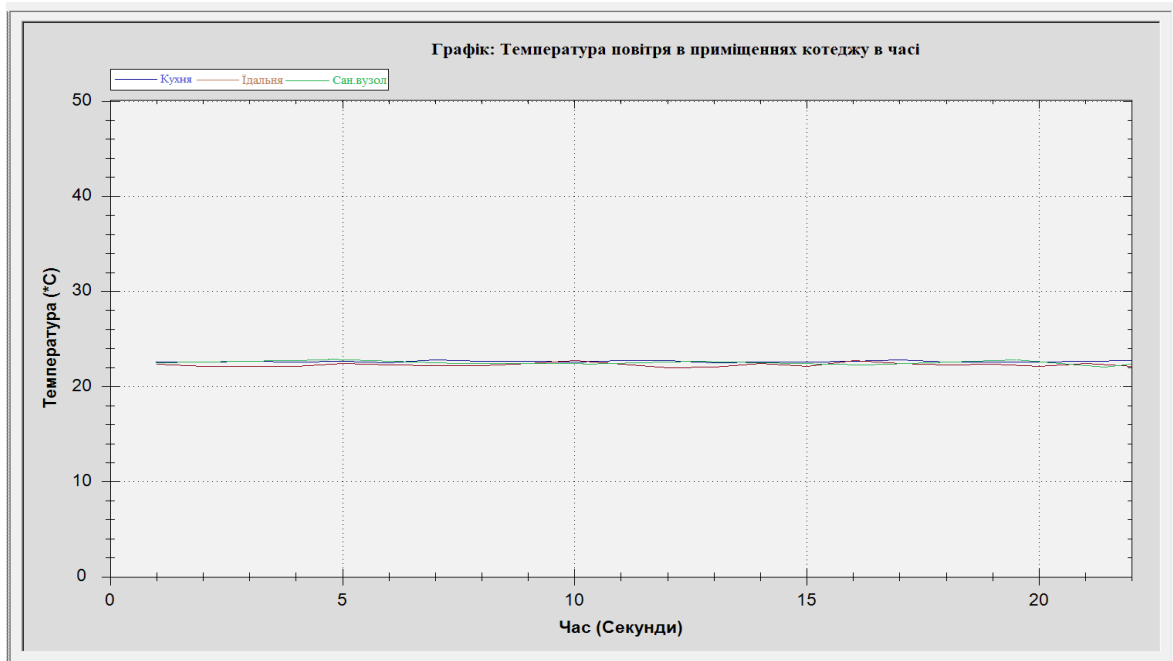
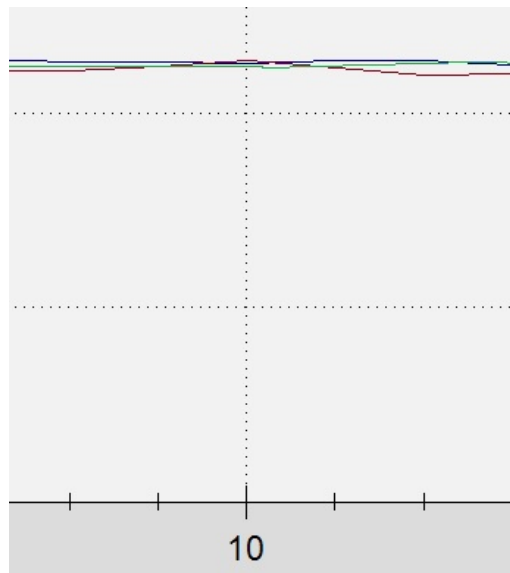


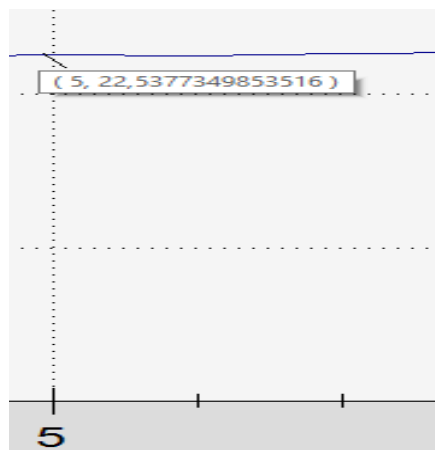
Рис. 3.15 Реалізації алгоритму та програмного забезпечення виведення даних поточного стану температури у приміщеннях котеджу в контрольну панель



а



б



в

Рис. 3.16 Меню роботи з графічною інформацією (а), збільшення масштабу виведення графіка для детального аналізу (б), виведення значення необхідної точки графіка (в)

### Висновки по розділу 3

Була розроблена загальна структура програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації котеджу.

Наведено приклад реалізації виведення даних стану температури в приміщеннях котеджу в контрольну панель.

Також реалізований алгоритм та програмне забезпечення виведення даних поточного стану температури у приміщеннях котеджу в контрольну панель інтелектуальної системи управління котеджем.

## РОЗДІЛ 4

# ПРОГНОЗУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ КОТЕДЖЕМ

### 4.1 Види альтернативних джерел енергії в індивідуальному використанні виробництва електроенергії

Альтернативні джерела енергії – це відновлювані енергетичні ресурси, які отримують завдяки використанню гідроенергії, енергії вітру, сонячної енергії, геотермальної енергії, біомаси та енергії припливів та відливів. На відміну від копалин видів палива — наприклад, нафти, природного газу, вугілля та уранової руди, ці джерела енергії не виснажуються, тому їх називають відновлюваними.

З усіх існуючих видів альтернативної енергетики, які можуть застосовуватися в індивідуальному використанні при виробництві та споживанні електроенергії в котеджі є: енергія сонця, енергія повітря та енергія біомаси.

#### Сонячна енергія

Сонце – головне джерело енергії на Землі, адже близько 173 ПВт (або 173 млн ГВт) сонячної енергії потрапляє на нашу планету щорічно, а це більш ніж у 10 тис. разів перевищує загальносвітові потреби в енергії. Різні геліоустановки використовують сонячне випромінювання як альтернативне джерело енергії. Випромінювання Сонця можна використовувати як потреб теплопостачання, так отримання електрики. Існують різні способи перетворення сонячного випромінювання на теплову та електроенергію і, відповідно, різні типи сонячних електростанцій. Найбільш поширеними є станції, що використовують фотоелектричні перетворювачі (фотоелементи), об'єднані в сонячні батареї.

Основним елементом сонячних електростанцій є сонячна батарея (панель). Принцип роботи такого пристрою (панелі) заснований на перетворенні сонячного випромінювання на електричну енергію, що відбувається при

попаданні світла на фотоелементи, з яких вона складається (рис. 4.1). Електричний струм утворюється рахунок створення різниці потенціалів всередині фотоелемента і зумовлений фізичними процесами, пов'язаними з «р-п» провідністю кремній містять матеріалів.

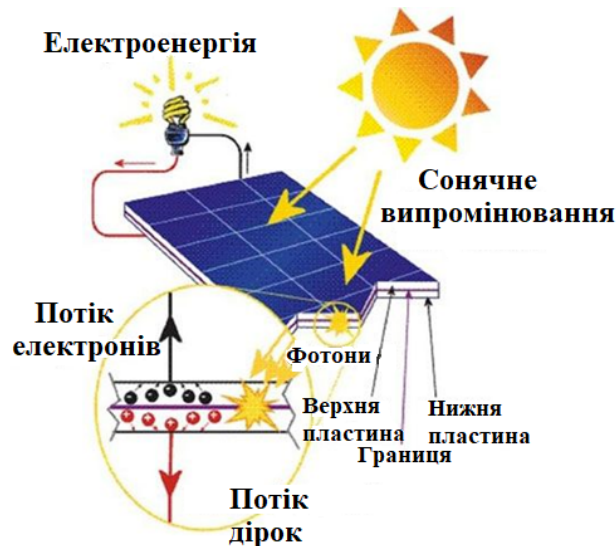


Рис. 4.1 Принцип роботи сонячної батареї

Сонячна батарея є не одним приладом, а включає кілька елементів, які в сукупності дозволяють перетворювати сонячну енергію в електричну. Такими основними елементами є:

- Панелі, вони батареї - головний елемент пристрою. Їх основною функцією є накопичення та перетворення сонячного світла. Панелі виготовляють із фотоелектричних елементів, які здатні довго утримувати ультрафіолетові промені в батареї, доки інвертор не перетворить сонячну енергію;
  - Акумуляторна батарея є накопичувачем енергії, виробленої сонячної панелі. Акумулятор накопичує надлишки сонячних променів, і передає їх в інвертор в тому випадку, якщо панелі не можуть отримувати світло сонця;
  - Інвертор – перетворює постійну напругу на змінну, що використовується для підключення побутових приладів;
- З'єднувальні дроти, а також прилади захисту та автоматики.



Для отримання теплової енергії, яку можна використовувати для опалення та гарячого водопостачання, потрібна наявність технічних пристроїв, які називаються сонячними колекторами.

Функція подібних пристроїв полягає в поглинанні енергії сонця та перетворенні її на теплову енергію, яка, у свою чергу, передається теплоносію в контурі опалення або воді, що йде для гарячого водопостачання споживачів. Для роботи даної системи знадобиться також циркуляційний насос і бак-накопичувач (бойлер), запірні та регулювальні арматури, а також системи автоматики та контролю.

Переваги сонячних станцій:

- Значна економія грошей витрат на електроенергію. Забезпечує споживання набагато менше електроенергії від мережі;
- незалежність від роботи електростанції та можливість споживання електроенергії за її відсутності в мережі;
- Довговічність. Всі елементи конструкції виготовляються з надійних металів, пісок розжарюється до максимальної температури, поки не стане твердим, як сталь. Експерти зазначають, що сонячні батареї обходяться без технічного обслуговування десятки років;
- Дозволяє зберегти чистоту атмосфери. Електростанції роблять непоправну шкоду навколишньому середовищу, тоді як сонячні батареї – це екологічно чистий пристрій, який ніяк не впливає на навколишнє середовище.

До недоліків варто віднести наступне:

- Безперервний доступ до електрики не завжди можливий. Влітку користування сонячними батареями цілком доцільно, тоді як у зимовий час пристрій навряд чи виявиться ефективним;
- Висока вартість.

Енергія вітру

Вітер також може бути джерелом отримання електричної енергії, оскільки він дме практично завжди і скрізь, то й запаси його невичерпні.

Складності отримання електричної енергії з кінетичної енергії вітру полягають у його мінливості, різноспрямованості та різної величини сили повітряних потоків.

Для одержання електрики за допомогою енергії вітру потрібна наявність вітрогенератора (вітрової енергетичної установки). Принцип роботи вітрогенератора елементарний. Сила вітру використовується для того, щоб привести в рух вітряне колесо. Це обертання своєю чергою передається ротору електричного генератора. При цьому потужність вітрогенератора залежить від потужності повітряного потоку, яка визначається швидкістю вітру, і площі лопатей, що обдувається. Найбільш поширені конструкції – це лопатевий чи гребний гвинт із горизонтальною віссю, ротор Савоніуса та турбіна Дар'є (рис. 4.2).

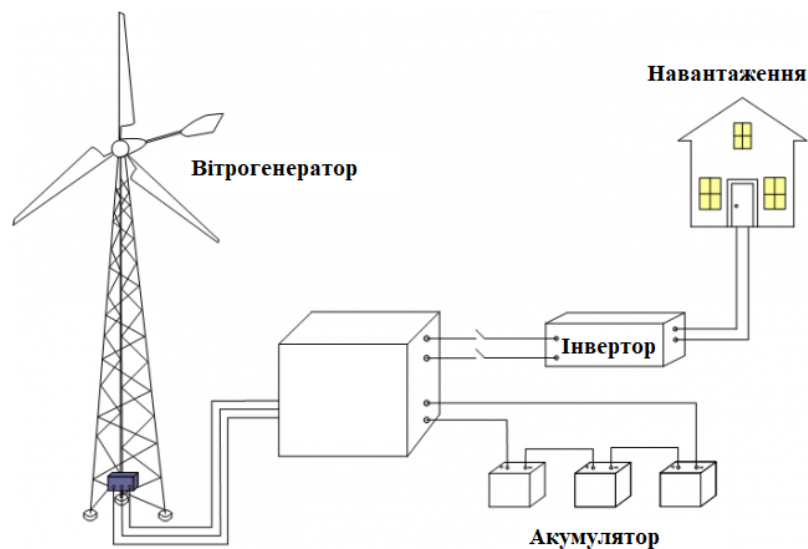


Рис. 4.2 Принцип використання енергії вітру

Усі вітроенергетичні установки працюють за єдиним принципом, але можуть відрізнятися за кількома ознаками:

1. За кількістю лопатей, яких буває від 1 до 3-х, або вони відсутні зовсім, і замість них встановлено вітрило.
2. За складом матеріалів вітряки можуть бути металеві, вітрильні та виготовлені зі склопластику. Чим міцніший матеріал, тим дорожчий пристрій.

3. За кроковою ознакою. Тобто швидкість руху лопатей може бути фіксованою або змінюваною. Ціна другого різновиду підвищується за рахунок більш складної та дорогої установки.

4. У напрямку обертання осі вітряки поділяються на вертикальні та горизонтальні. Вертикальні не залежать від напрямку та швидкості вітру, але відрізняються меншою потужністю. До того ж вони більш громіздкі та дорогі. Горизонтальні мають більший ККД, але повністю залежать від погодних умов. Встановлювати їх можна тільки на відкритих майданчиках і подалі від житлових будівель, так як ці пристрої роблять багато шуму.

Різні моделі відрізняються за швидкістю обертання лопатей (тихохідні та швидкісні) і барабанів, висотою установки та технічними характеристиками. Для роботи вітрової установки в системі електропостачання необхідний комплект обладнання, аналогічний тому, що використовується із сонячними батареями, наприклад акумуляторна батарея, інвертор.

Переваги вітряних електростанцій полягають у наступному:

- Вони не виробляють шкідливих викидів та відходів.
- Повністю автономні.
- Енергія вітру практично нескінченна.

До недоліків можна віднести:

- Вимагають безперервного повітряного потоку.
- Обладнання станцій коштує дорого.
- Через високий рівень шуму та електромагнітного поля вимагають розміщення у віддалених місцевостях.
- Велика територія, що займається.

Біопаливо

Всім відомим видом біопалива є дрова, але через те, що ліси є не в усіх регіонах, та й використовувати їх треба дуже обережно, то їх у чистому вигляді не варто розглядати як альтернативне паливо, яке легко відновлюється.

До альтернативних та відновлюваних видів джерел енергії відносяться такі види біопалива:

- тверде – паливні брикети та гранули (пелети), що виготовляються з тирси та відходів деревообробних виробництв, торф;
- рідке – біоетанол і біобутанол, біометанол і біодизель;
- газоподібне – біогаз та біоводень.

Паливні брикети та пелети виготовляються на спеціальному устаткуванні, а для їх спалювання використовуються твердопаливні котли, обладнані спеціальними колосниковими ґратами, про Рідке паливо отримують на спеціальних підприємствах шляхом переробки вихідної рослинної сировини. Біогаз також виробляється за допомогою переробки органічних відходів і може бути використаний для виробництва електричної та теплової енергії. Для цього отриманий газ спалюється, а отримане тепло витрачається на тепlopостачання та ГВП, а також на отримання пари, що забезпечує роботу спеціальної турбіни, що виробляє е. Принцип отримання біопалива заснований на переробці органічних продуктів за допомогою спеціальних установок (рис. 4.3).

Основними деталями такої установки є:

- Місткість герметичної конструкції.
- Для змішування вмісту потрібна мішалка або шнековий пристрій.
- Колектор, що подає, для сировини та води.
- Газовідведення для виробленого біогазу.
- Трубопровід для видалення відпрацьованого сміття.

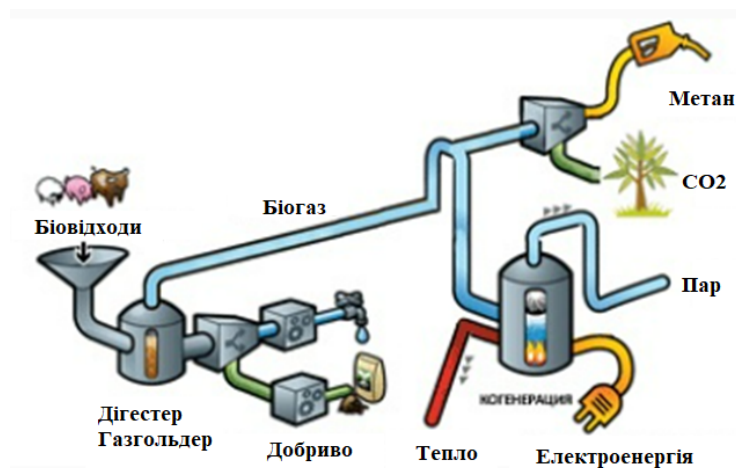


Рис. 4.3 Принцип використання біотехнології в енергетиці

Дуже часто це обладнання знаходиться під землею у герметичному бункері. Для запобігання руйнуванню контроль внутрішнього тиску має бути постійним, відкачування газу своєчасним. Побічним продуктом є добриво для ґрунту, застосування якого благотворно позначається на врожаї.

Використання таких установок пов'язане з підвищеною вибухонебезпечністю через одержувані газоподібні продукти. До того ж, біогаз небезпечний для людини при вдиханні.

Продукти виробництва із застосуванням біотехнологій широко використовуються для опалення приватних та промислових приміщень, замінюють природний газ на кухні, можуть застосовуватися як паливо на ТЕЦ. Це відновлюваний та доступний природний ресурс.

Недоліками цього метода є:

- Токсичність продуктів згоряння.
- Висока вартість установки для отримання біогазу.

#### **4.2. Вихідні дані для прогнозування виробництва енергії з використанням сонячних батарей**

Використання сонячних батарей у котеджі є одним із найбільш зручних та економічних методів отримання електроенергії у вигляді альтернативного джерела енергії.

Існує три варіанти включення батарей у загальний ланцюг. Це послідовне, паралельне та змішане (послідовно-паралельне) з'єднання.

Паралельне з'єднання (рис. 4.4). У цьому випадку однойменні клеми двох модулів з'єднуються між собою (плюс з плюсом, мінус з мінусом). Далі від клем одного з фотомодулів виводяться дроти, які підключаються або до контролера заряду, або безпосередньо до акумулятора.

Таким чином, можна поєднувати будь-яку кількість сонячних батарей, головне – з'єднувати один з одним лише однойменні клеми.



Рис. 4.4. Схема паралельного з'єднання сонячних батарей

Послідовне з'єднання (рис. 4.5). Ця схема має на увазі з'єднання "плюсу" першого модуля з "мінусом" другого, і виведення зовнішніх проводів від "мінуса" першого фотомодуля і "плюсу" другого. Тут також немає значення, скільки сонячних панелей буде об'єднано в одну батарею. Провід від незадіяних клем (мінус першого модуля і плюс останнього) виводяться на контролер або акумулятор.

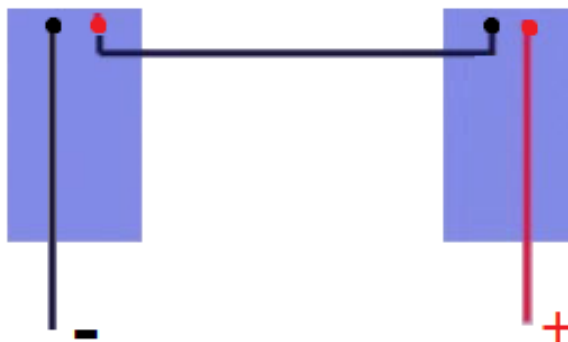


Рис. 4.5. Схема послідовного з'єднання сонячних батарей

Послідовно-паралельне з'єднання (рис. 4.6). Нерідко використовується змішана схема підключення. У цьому випадку збираються дві групи паралельно з'єднаних модулів (об'єднавши однойменні клеми), а потім з'єднують їх між собою послідовно так, ніби це одиничні модулі, а не групи. Кількість груп (як і кількість батарей у яких) може бути будь-яким.

Різні способи комутації необхідні для отримання потрібних вихідних параметрів. Наприклад, якщо потрібно забезпечити потужність 160 Вт і напругу 12 В, а потужність однієї сонячної батареї тільки 80 Вт при необхідних 12 В, це означає, що потрібно паралельно з'єднати 2 батареї. У підсумку напруга системи не зміниться (12 В), а сумарна вихідна потужність стане 160 Вт. Якщо ж

необхідно отримати вихідну напругу не 12В, а, скажімо, 24В, то в цьому випадку застосовується послідовне з'єднання двох модулів.

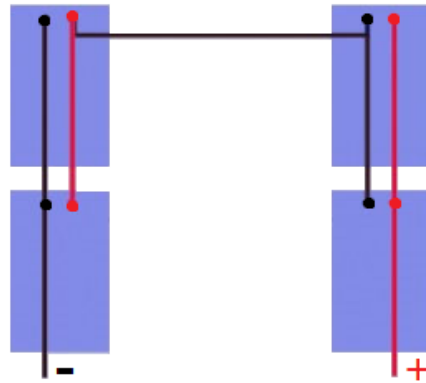


Рис. 4.6. Схема послідовно-паралельного підключення сонячних батарей

Змішана схема дозволяє регулювати обидва параметри одночасно. Таким чином, використовуючи різні типи комутації збирається сонячна електростанція з оптимальними для роботи характеристиками.

У найпростішому виконанні (без використання зовнішньої мережі в котеджі) схема підключення сонячних батарей до контролера, акумулятора, інвертора та навантаження не становить складнощів. Така схема показано на рис. 4.7.

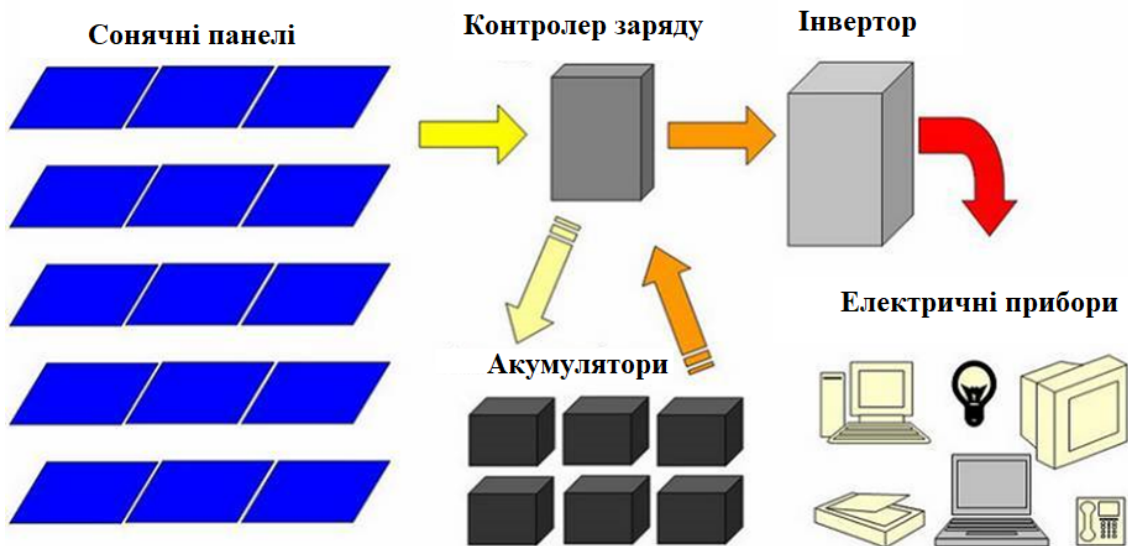


Рис. 4.7 Схема увімкнення сонячних батарей без використання зовнішньої енергетичної мережі

Для інтеграції сонячної батареї до енергосистеми котеджу існує кілька варіантів.

Перша схема (рис. 4.8). Схема з використанням контролера заряду, батарейного інвертора та акумуляторних батарей. У цій схемі напруга від батареї спочатку спрямовується на заряд акумулятора і після цього передається на навантаження.

Навантаження, як правило, поділяють на 2 категорії:

- резервоване (холодильники, газові котли, аварійне освітлення тощо)
- нерезервоване (звичайне освітлення, комп'ютер та ін.).

Споживана потужність приладів, що резервуються, може бути будь-який, але тривалість їх автономної роботи визначається ємністю акумулятора.

Друга схема (рис. 4.9). Завдяки наявності особливого інвертора батареї стає можливою передача електрики на навантаження в тому випадку, якщо напруга на акумуляторі перевищує задане значення. При цьому споживачі можуть запитуватись від сонячних батарей навіть за наявності напруги в центральній електромережі. Таким чином, суттєво зменшується зовнішнє енергоспоживання будинку.

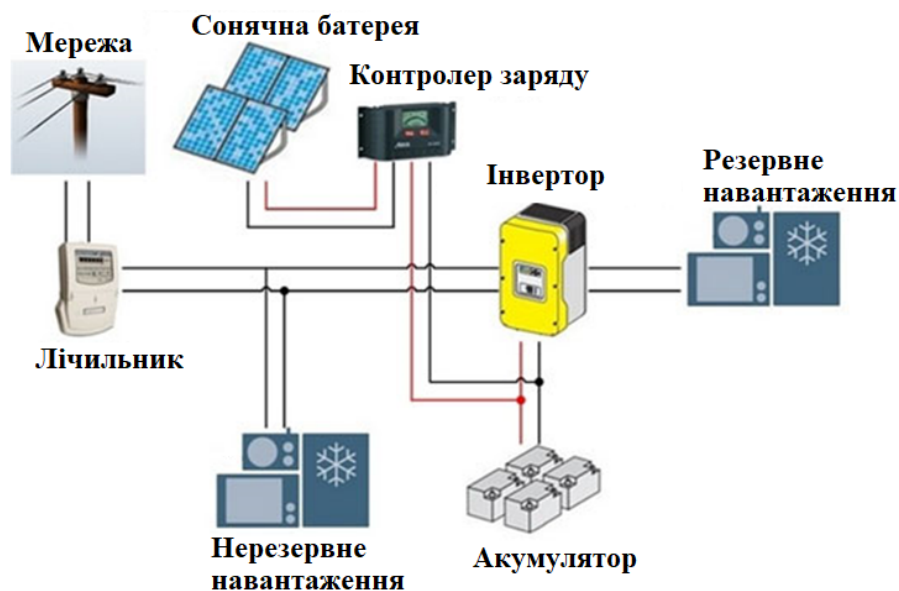


Рис. 4.8 Схема з безпосереднім напрямком на заряд акумулятора та подальшою передачею на навантаження





Рис. 4.9 Схема з безпосереднім напрямом енергії на навантаження

При відключенні центральної мережі інвертор запитає резервоване навантаження від акумулятора. Якщо сонячна батарея в цей час виробляє енергію, інвертор використовує і її. Надлишки сонячної енергії, які не витрачаються на навантаження, підуть на зарядку акумулятора.

Ця схема дуже підходить для забезпечення автономного енергопостачання, вона працює і за відсутності центральної напруги живлення. Але при цьому не резервоване навантаження буде запитуватися тільки від сонця (за залишковою технологією), пріоритетними є споживачі, що резервуються.

Для виробництва електроенергії у котеджі можна використовувати монокристалічні панелі JA Solar серії JAM60S10/PR потужністю 330 Вт (рис. 4.10).



Рис. 4.10 Фотоелектричні модулі JA Solar JAM60S10-330/PR

Фотомодуль преміум-класу. Являє собою панель з 120 половинчастих фотоелементів (технологія Half Cell). Матеріал напівпровідникових пластин - монокристалічний кремній. У кожній клітинці п'ять струмознімальних шин (технологія 5BB). Тильна поверхня фотоелементів покрита шаром перфорованого діелектрика, завдяки чому контакт з металевою підкладкою відбувається локально, а не повсюдно. Дана технологія називається PERC, або пасивація заднього контакту емітера. З лицьового боку пластини, що перетворюють сонячне випромінювання в постійний електричний струм, захищені загартованим склом з низьким вмістом заліза. Повністю герметична конструкція, стійка до сніжної навантаження, впливу вітру, вологи, пилу, граду. Поміщена в корозостійку раму з алюмінієвого сплаву.

Основні технічні характеристики JA Solar JAM60S10-330/PR:

- максимальна потужність - 330 Вт;
- напруга холостого ходу - 40,84 В;
- напруга при максимальній потужності - 34,13 В;
- струм короткого замикання - 10,30 А;
- струм при максимальній потужності - 9,67 А;
- ефективність модуля - 19,6%.

Сонячна батарея розроблена для домашніх, комерційних і промислових фотоелектричних систем. Підходить як автономних, так і мережевим, гібридних установок. Може використовуватися при будівництві сонячних електростанцій під "зелений" тариф. Висока якість і надійність сонячного модуля гарантовані репутацією JA Solar.

У якості інвертора можна використовувати сонячний інвертор HUAWEI SUN 2000-60KTL-M0 для мережевих електростанцій (рис. 4.11).



Рис. 4.11 Інвертор Huawei SUN2000-60KTL M0

Потужний трифазний стринговий перетворювач струму для великих комерційних і промислових сонячних електростанцій. Підходить як наземним, так і даховим фотоелектричних установок. Розрахований на спільну роботу з загальною електричною мережею. Основне завдання сонячного інвертора - перетворювати постійний електричний струм, що надходить від сонячних панелей, в змінний струм для подачі в мережу або до кінцевого споживача. Крім того, пристрій відстежує параметри і підвищує продуктивність фотоелектричних полів, забезпечує базову безпеку обладнання всієї системи.

Основні характеристики HUAWEI SUN 2000-60KTL-MO:

- ефективність перетворення струму - 98,5-98,7% (за стандартами ЄС);
- максимальна вхідна напруга - 1100 В;
- стартова напруга - 200 В;
- 6 MPPT (трекерів відстеження точки максимальної потужності) і 12 входів;
- максимальний струм для MPPT - 22;
- струм холостого ходу для MPPT - 30 А;
- діапазон напруги роботи MPPT - 200-1000 В;
- номінальна активна потужність - 60 кВт;
- максимальна активна потужність - 66 кВт.

Конструкційно мережевий інвертор представляє собою металеве корпусне пристрій білого кольору. Складається з двох секцій, які при необхідності можна відкрити імбусовим ключем (додається до комплектації). Ширина перетворювача - 107,5 см, висота - 55,5 см, довжина - 30 см Вага - 73 кг Ззаду знаходиться радіатор для природного охолодження в процесі роботи. Ступінь захисту IP65 дозволяє навішувати інвертор як всередині, так і поза приміщеннями. Пристрій захищений від перевантаження, перегріву, короткого замикання, переполюсовки. Завдяки шести незалежним трекерам з широким діапазоном потужності забезпечує високу продуктивність станції в умовах різноорієнтовності масивів сонячних батарей.

За даними компанії "АУРУМ ЕНЕРДЖІ" використання фотоелектричної модулі JA Solar JAM60S10-330/PR потужністю 330 Вт в кількості 824 шт і інверторів Huawei SUN2000-60KTL M0 потужністю 60 кВт в кількості 4 шт дозволяє реалізувати дахову фотоелектричну сонячну електростанцію із встановленою електрична потужність 240 кВт/год.

Дані з виробництва електроенергії такою фотоелектричною сонячною електростанцією у 2020 році наведено в табл. 4.1.

За результатами роботи такої сонячної електростанції, з урахуванням споживання електричної енергії в котеджі на місяць можна визначити кількість необхідних фотоелектричних модулів для забезпечення електропостачання в котеджі. Наприклад, якщо в місяць в котеджі відбувається споживання електричної енергії до 600 кВт, то при умові сонячного дня 14 годин потужність, яка виробляється за день, буде встановлювати 4,63 кВт. За місяць – 143,2 кВт. Тому необхідно мати 5 фотоелектричних панелей. З урахуванням розміру панелі (1689x996x35 мм) їх можна встановити на даху котеджу.

Таблиця 4.1.

Дані з виробництва електроенергії фотоелектричною сонячною електростанцією на базі фотоелектричного модулю JA Solar JAM60S10-330/PR у 2020 році

Номер місяця	Місяць	Кількість виробленої електроенергії, тис. кВт/год
0	Січень	1
1	Лютий	1.244
2	Березень	24.508
3	Квітень	39.551
4	Травень	31.010

5	Червень	36.956
6	Липень	39.497
7	Серпень	40.445
8	Вересень	30.005
9	Жовтень	11.811
10	Листопад	5.089
11	Грудень	2.620

За результатами виробництва електроенергії, які наведено в табл. 4.1 можна провести моделювання і прогнозування виробництва електроенергії на наступні періоди часу з використанням визначеної моделі.

#### 4.3. Аналіз даних виробництва електроенергії сонячної батареї

Проведемо аналіз даних виробництва електроенергії сонячної батареї, згідно з даними, наведеними в табл. 4.1. При цьому використовуватимемо дані компанії виробника. З урахуванням того, що в котеджі буде використовуватися менша кількість панелей, отримані результати будуть повністю відповідати результатам аналізу з використанням коефіцієнта прив'язки. Іншими словами, коефіцієнт прив'язки буде відповідати відношенню кількості реальних батарей при виробництві електроенергії, згідно з таблицею 4.1, та кількості батарей, що використовуються в котеджі (4.1). І далі всі отримані результати необхідно розділити на цей коефіцієнт прив'язки, що відповідатиме кількості панелей, які встановлюються в котеджі.

$$K_{\text{пр}} = \frac{N_1}{N_2}, \quad (4.1)$$

де N1, N2 – відповідно, кількість панелей для даних у таблиці 4.1 та кількість панелей, що використовуються в котеджі.

Цей коефіцієнт прив'язки становить 166.

Проведемо статистичний аналіз даних із побудовою X-R карти. Результати обробки даних з об'єднанням даних за два місяці показано на рис. 4.12.

Всі результати обробки та аналізу даних проводили у пакеті автоматизації обробки експериментальних даних Origin.

Графік на рис.4.12 представляє X-карту виробництва електроенергії (перша половина графіка – верхня) з об'єднанням по 2 місяці. При обробці результатів автоматично визначено рівні - середнє значення електроенергії (CL), відхилення від середнього значення, а також розрахункові значення верхньої (UCL) та нижньої (LCL) межі, які визначають порогові рівні даних виробництва електроенергії. Друга частина графіка – результати статистичного аналізу відхилень виробництва електроенергії від середнього значення чи R – карта (відповідає нижній частині графіка). Для неї також автоматично визначені - середнє значення відхилень за всіма відхиленнями (CL), а також верхня (UCL) та нижня (LCL) порогових рівнів для аналізованих відхилень.

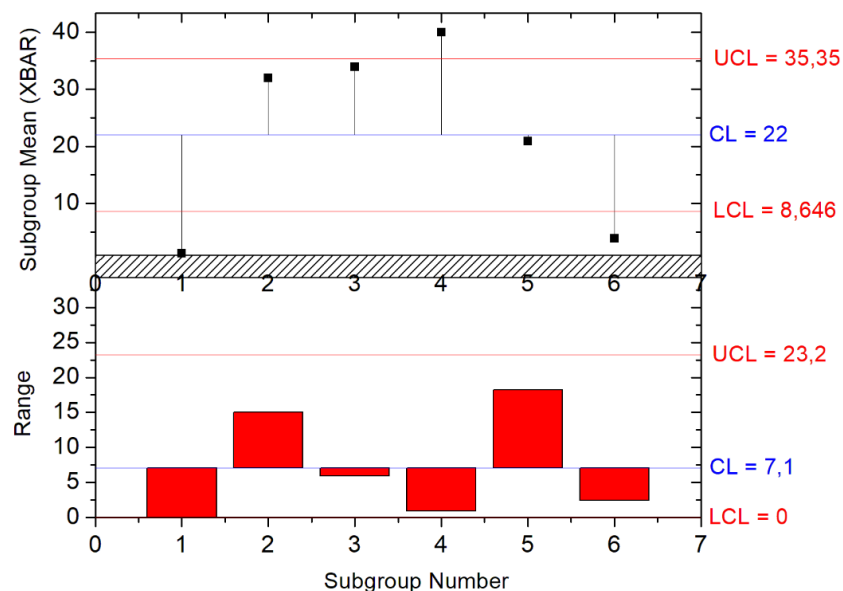


Рис. 4.12 X-R – картка виробництва електроенергії сонячною батареєю

На рис. 4.12 прийнято цифрові позначення, що відповідають місяцям виробництва електроенергії, згідно з табл. 4.1.

Отримані результати показують, що виробництво електроенергії відбувається по-різному з появою форми коливальних процесів. Однак спостерігається деяке усунення середнього значення у відхиленнях.

З рис. 4.12 також видно, що середнє виробництво електроенергії на рік становить 21,99833тис. кВт/рік.

Результати статистичної обробки виробництва електроенергії сонячною батареєю наведено у табл. 4.2. У табл. 4.2 наведено ряд статистичних параметрів, таких як – середнє значення, стандартне відхилення, дисперсія, коефіцієнт спотворення розподілу та ряд інших параметрів.

Для проведення прогнозування нам необхідно визначити тренд зміни виробництва електроенергії сонячною батареєю.

На рис. 4.13 показано загальну залежність зміни виробництва електроенергії протягом року.

Таблиця 4.2.

Результати статистичної обробки виробництва електроенергії  
сонячною батареєю

Col	Rows	Mean	sd	se	CIL	CIU	
<b>P25</b>							
B	[1:12]	21,99833	16,39467	4,73273	11,58163	32,41503	
		5,089					
<b>P75</b>	<b>IQR</b>	<b>P95</b>	<b>Min</b>	<b>Imin</b>	<b>Max</b>	<b>Imax</b>	<b>Range</b>
<b>Sum</b>							
		36,956	31,867	39,551	1,244	1	40,445
		263,98				8	39,201
<b>Median</b>	<b>Kurt</b>	<b>Var</b>	<b>N</b>				
		24,508	268,78526	-1,91789			12

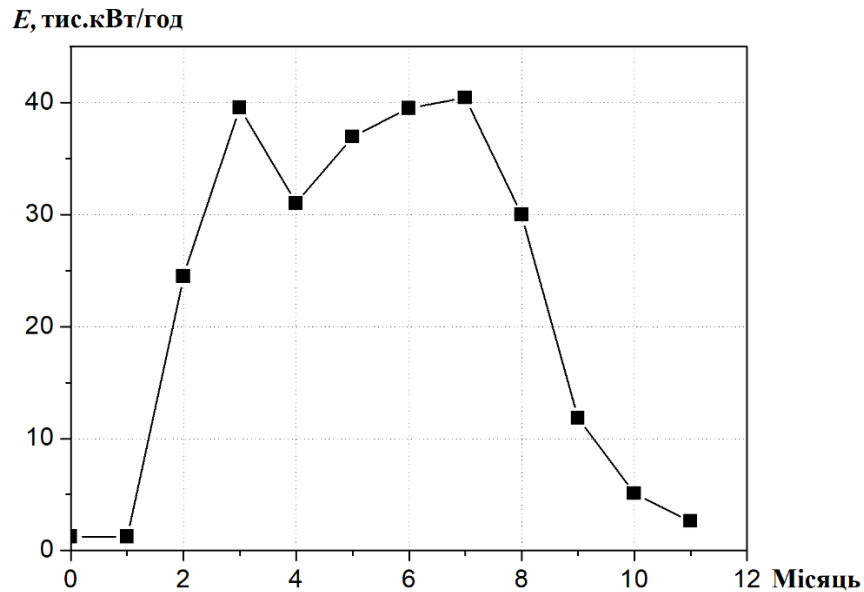


Рис. 4.13 Графік зміни виробництва електроенергії сонячною станцією за місяцями 2020 року

Проведемо апроксимацію даних тренд зміни виробництва електроенергії сонячною батареєю.

У табл. 4.3 – табл. 4.6 наведено статистичні дані з апроксимацією залежності на рис. 4.13 лінійною функцією, поліномом 3 порядку, косінусоїдальною та гаусівською амплітудною функціями.

Таблиця 4.3.

Статистичні дані з апроксимацією залежності на рис. 4.13 лінійною функцією

Linear Regression for Data1\_B:

$$Y = A + B * X$$

Parameter	Value	Error
A	23,07568	9,32851
B	-0,19588	1,43657
R	-0,04308	
SD	34,17891	
N	12	
P	0,69425	

Parameter	Value	Error
A	23,07568	9,32851
B	-0,19588	1,43657
R	-0,04308	
SD	34,17891	
N	12	
P	0,69425	



Таблиця 4.4.

Статистичні дані з апроксимацією залежності на рис. 4.13

поліноміальною функцією

Polynomial Regression for Data1\_B:

$$Y = A + B1 * X + B2 * X^2 + B3 * X^3$$

Parameter	Value	Error
-----------	-------	-------

---

A	-4,40733	6,06956
B1	18,05718	5,00052
B2	-2,11046	1,08553
B3	0,0443	0,06477

---

R-Square(COD)	SD	N	P
---------------	----	---	---

---

20,86854	6,97033	12	0.83434
----------	---------	----	---------

---

Таблиця 4.5.

Статистичні дані з апроксимацією залежності на рис. 4.13

синусоїдальною функцією

Model:  $E = A * \cos(\pi * (x - x_c) / w)$ ,

Chi <sup>2</sup> /DoF	R <sup>2</sup>
-----------------------	----------------

---

38.1628	0.88383
---------	---------

---

Parameter	Value	Error
-----------	-------	-------

---

x <sub>c</sub>	5034.13631	322.89579
w	5.97245	0.42596
A	20.79262	109.58727

---

Статистичні дані з апроксимацією залежності на рис. 4.13

гаусовською амплітудною функцією

GaussAmp вида  $y = y_0 + A e^{-\frac{(x-x_c)^2}{2w^2}}$

Chi<sup>2</sup>/DoF R<sup>2</sup>

-----  
41.53717 0.82761  
-----

Parameter Value Error

-----  
y0 -20.61909 31.96544  
xc 5.37114 0.22864  
w 3.65601 1.57598  
A 61.99969 30.24831  
-----

Оскільки із графіка рис. 4.13 видно, що зміна виробництва електроенергії має коливальний характер зі зміщенням середнього, близький до синусоїдального характеру, то для апроксимації даних використовували введення зміщення середнього значення. Після введення середнього характеру зміни виробництва електроенергії трансформується в косинусоїдальний сигнал (рис. 4.14). Тому при апроксимації даних на рис. 4.14 використовували функцію виду

$$E = A \cdot \cos(\pi \cdot (x - x_c) / w), \quad (4.2)$$

де  $\pi$  – константа,  $A$ ,  $x_c$ ,  $w$  – параметри апроксимуючого виразу, значення яких визначаються в ітераційному процесі апроксимації.

Для даної функції статистичні дані апроксимації наведені в табл. 4.5.

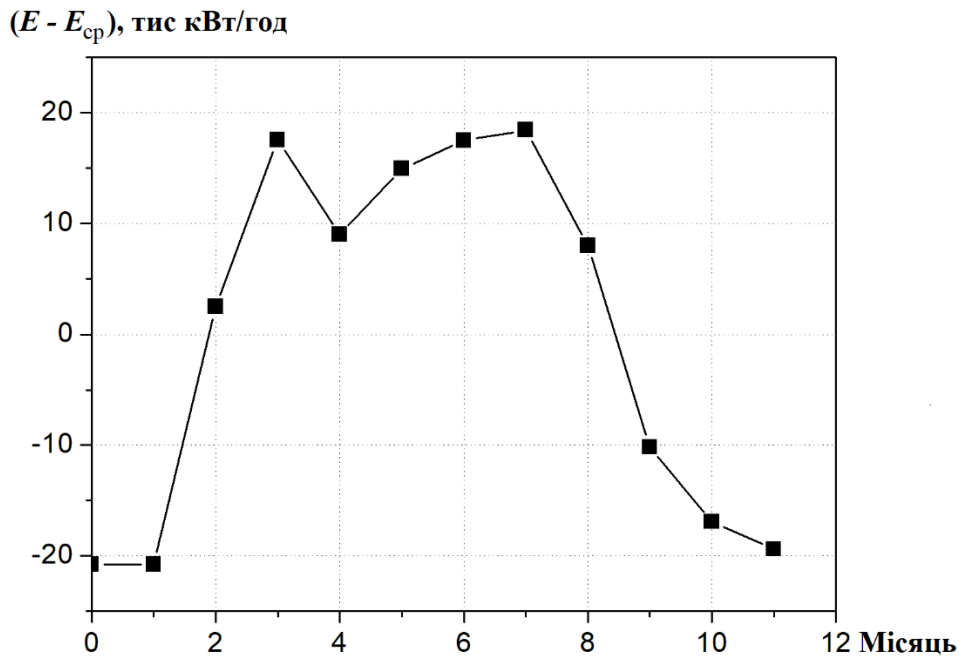


Рис. 4.14 Графік зміни виробництва електроенергії сонячною станцією за місяцями 2020 року зі зміщенням середнього значення

Дані статистичного аналізу показую (табл. 4.3 – табл. 4.6), що найбільше значення ймовірності опису даних виробництва електроенергії сонячною батареєю у 2020 році має косинусоїдальна функція. На рис. 4.15 наведено результат апроксимації даних виробництва електроенергії сонячною батареєю у 2020 році.

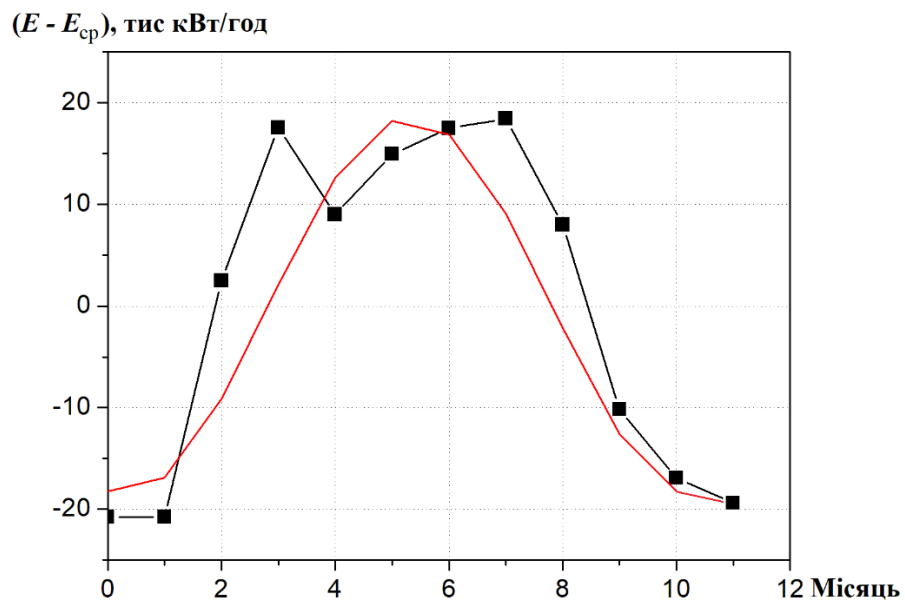


Рис. 4.15 Апроксимація косинусоїдальної функцією даних виробництва електроенергії у 2020 році сонячною електростанцією зі зміщенням середнього значення виробництва електроенергії

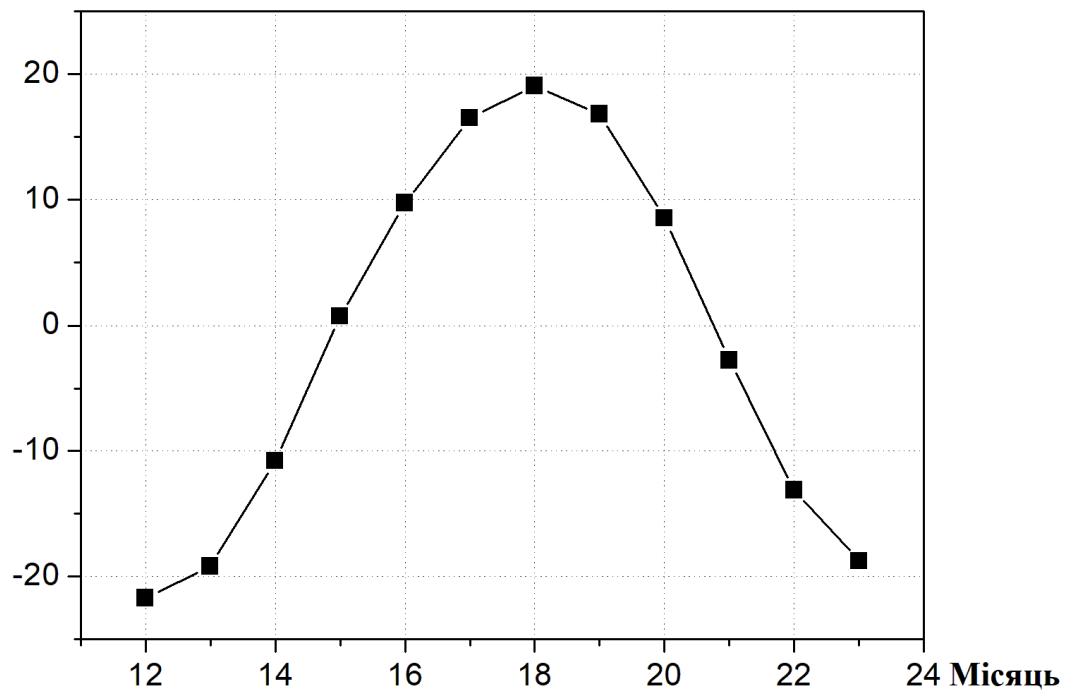
Тому як тренд для прогнозування виробництва електроенергії сонячною батареєю у 2020 році будемо використовувати вираз (4.2). При цьому значення коефіцієнтів апроксимуючого виразу братимемо з табл. 4.5.

Проведемо прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією у 2023 році за виразом (4.2).

Результати проведеного прогнозу виробництва електроенергії сонячною електростанцією у 2023 році показано на рис. 4.16 зі зміщеною оцінкою та без зміщеної оцінки прогнозу.

Результати проведеного прогнозу порівняємо з даними компанії "АУРУМ ЕНЕРДЖІ" з виробництва електроенергії у 2021 році, які наведені у табл. 4.7.

$(E - E_{cp})$ , тис кВт/год



а

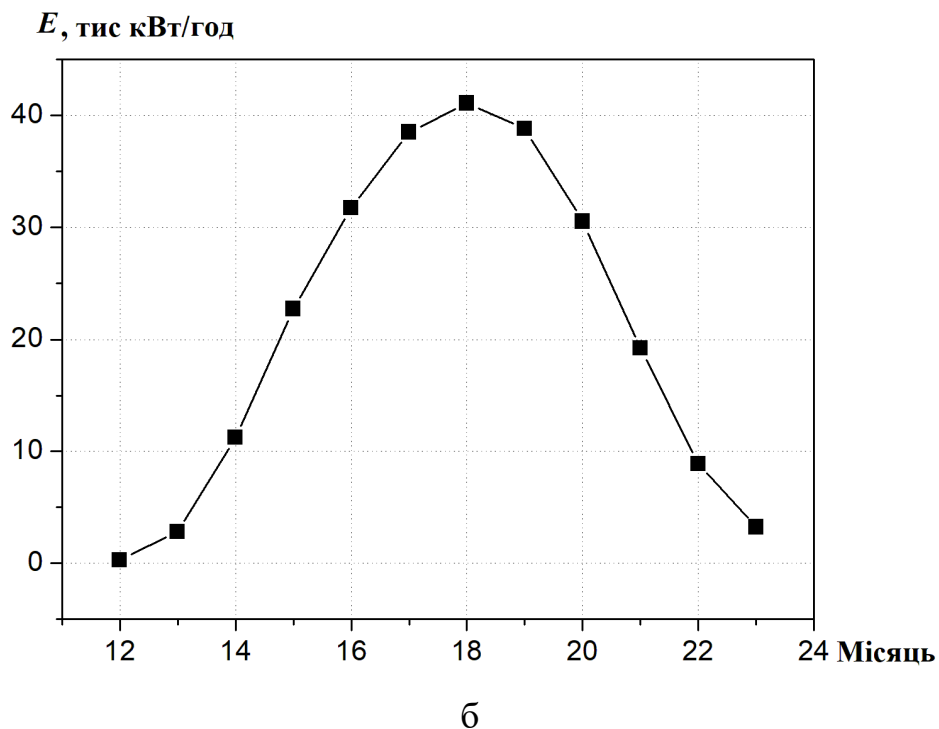


Рис. 4.16 Прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією у 2023 році: а – зі зміщеною оцінкою середнього; б – без зміщеної оцінки середнього

Таблиця 4.7.

Дані з виробництва електроенергії фотоелектричною сонячною електростанцією на базі фотоелектричного модуля JA Solar JAM60S10-330/PR у 2023 році

Номер місяця	Місяць	Кількість виробленої електроенергії, тис. кВт/год
0	Січень	1,501
1	Лютий	4,721
2	Березень	16,386
3	Квітень	30,023
4	Травень	37,795
5	Червень	42,185

6	Липень	41,933
7	Серпень	34,524
8	Вересень	24,997
9	Жовтень	17,108
10	Листопад	8,31
11	Грудень	0,916

Для проведення порівняння збудуємо спільні графіки прогнозованих значень та реальних значень виробництва електроенергії сонячною електростанцією у 2023 році. Дані графіки показано на рис. 4.17

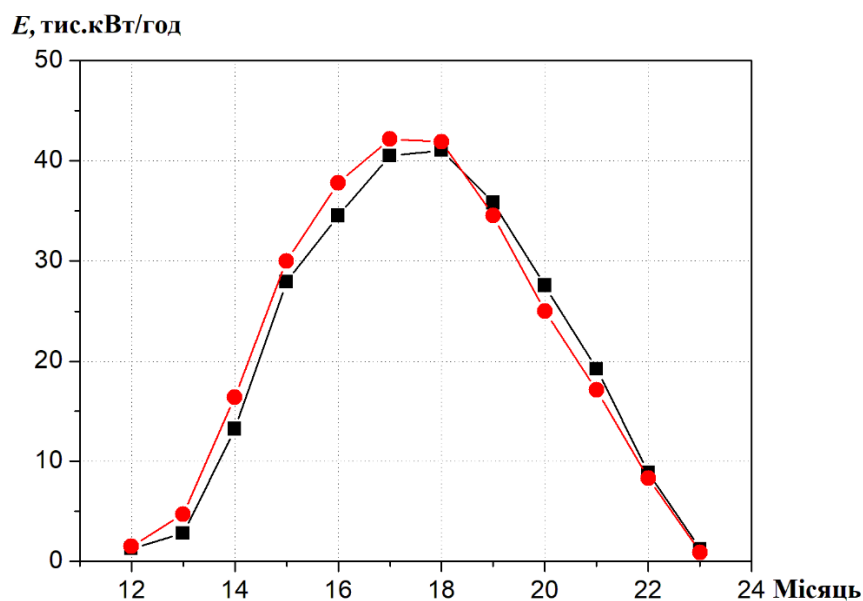


Рис. 4.17 Графіки прогнозованого виробництва електроенергії сонячною електростанцією у 2020 році (чорний колір) та фактичне виробництво електроенергії сонячною електростанцією у 2023 році (червоний колір)

Проведений аналіз даних із побудовою прогнозу виробництва електроенергії сонячною електростанцією у 2023 році показує гарний збіг отриманих результатів (рис. 4.17).

У той же час, з рис. 4.17 видно, що відхилення реальних даних від прогнозованих даних. Наявність такого відхилення може бути викликана низкою факторів, насамперед фактором зміни погодних умов. У той же час, результат прогнозу є прийнятним. Для його оцінки необхідно провести оцінку помилки прогнозу.

#### **4.4. Оцінка помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією**

Проведення оцінки помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією проводитиме відповідно до даних, наведених у таблиці. 4.8, де дано результати прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією та фактичне виробництво електроенергії сонячною електростанцією.

Таблиця 4.8 Дані щодо фактичного та прогнозованого виробництва електроенергії сонячною електростанцією у 2021 році

Номер місяця	Місяць	Кількість виробленої електроенергії, тис. кВт/год	Прогнозовані значення вироблення електроенергії, тис. кВт/год
0	Січень	1,501	1,28252
1	Лютий	4,721	3,61224
2	Березень	16,386	13,21232
3	Квітень	30,023	27,93143
4	Травень	37,795	34,52921
5	Червень	42,185	40,49909
6	Липень	41,933	41,07639
7	Серпень	34,524	35,822
8	Вересень	24,997	27,54321

9	Жовтень	17,108	19,20457
10	Листопад	8,31	8,86635
11	Грудень	0,916	1,23058

Проведемо статистичний аналіз даних із побудовою X-R карти помилки прогнозування. При цьому як помилку прогнозування використовуватимемо відхилення прогнозованих значень виробництва електроенергії сонячною станцією від фактичного виробництва електроенергії сонячною електростанцією.

Результати статистичної обробки даних з поєднанням помилки відхилення за двома місяцями показано на рис. 4.18, але в рис. 4.19 статистичні параметри статистичної обробки даних помилки прогнозування для побудови X-R карти.

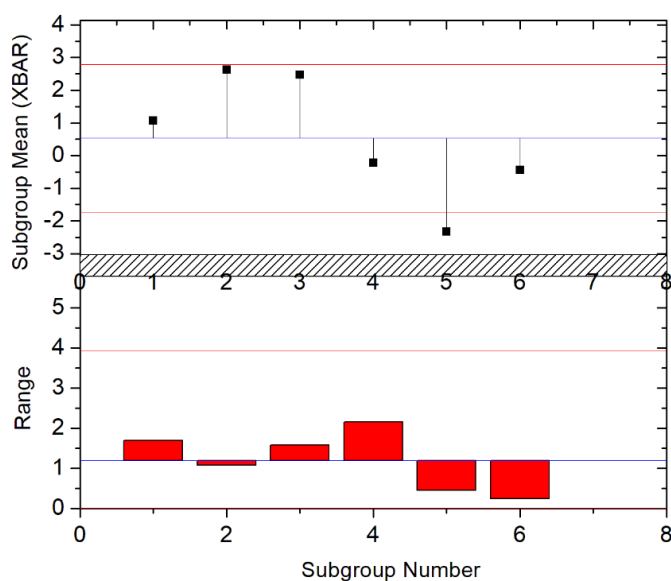


Рис. 4.18 X-R – карта помилки відхилення прогнозованих значень виробництва електроенергії сонячною станцією від фактичного виробництва електроенергії сонячною електростанцією



X bar R chart	
Worksheet	QC1
Column(s)	4
X Bar	0.5324
R Bar	1.199718
Sigma	0.7520
Num Points	15
Upper Control Limit	2.788543
Lower Control Limit	-1.723895
Range UCL	3.920583
Range LCL	0

Рис. 4.19. Статистичні параметри статистичної обробки даних помилки прогнозування для побудови X-R карти.

З рис. 4.18 видно, що помилка прогнозування не є рівномірною за місяцями виробництва електроенергії сонячною батареєю.

У табл. 4.9 наведено результати статистичної обробки абсолютної помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячною батареєю

Таблиця 4.9.

Результати статистичної обробки абсолютної помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячною батареєю

Col	Rows	Mean	sd	se	CIL	CIU	
<b>P25</b>							
B	[1:12]	0,53242	1,95285	0,56374	-0,70836	1,77321	-
							0,55635
<b>P75</b>							
	<b>IQR</b>	<b>P95</b>	<b>Min</b>	<b>Imin</b>	<b>Max</b>	<b>Imax</b>	<b>Range</b>
<b>Sum</b>							
		1,90876	2,46512	3,17368	-2,54621	9	3,26579
						5	5,812
							6,38908
<b>Median</b>							
	<b>Kurt</b>	<b>Var</b>	<b>N</b>				
		0,21848	3,81362	-1,14564	12		

У табл. 4.9 наведено низку статистичних параметрів абсолютної помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією, таких як – середнє значення, стандартне відхилення, дисперсія, коефіцієнт спотворення розподілу та ряд інших параметрів, які визначені при статистичній обробці гістограми розподілу абсолютного значення помилки виробництва електроенергії сонячних батарей у 2023 році (рис. 4.20).

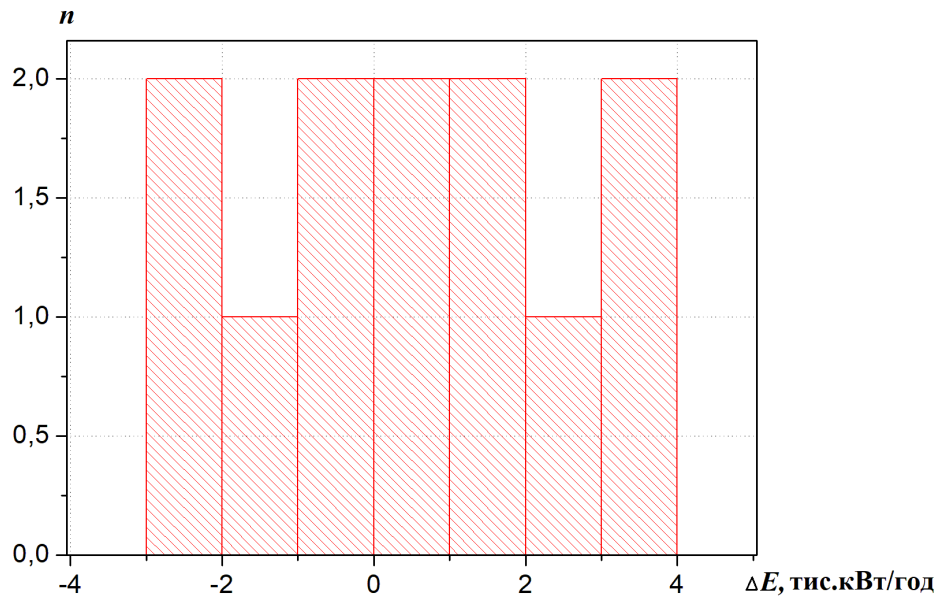


Рис. 4.20 Гістограма розподілу абсолютного значення помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячних батарей у 2023 році

Для проведення відносної оцінки прогнозування виробництва електроенергії сонячних батарей у 2021 році необхідно провести приведення даних щодо абсолютної помилки прогнозування у відсотковому відношенні до деякого обраного критерію. Слід зазначити, що з проведенні помилки до відносним чи відсотковим величинам можна вибирати різні умови (критерії). Ми будемо використовувати приведення до максимального значення фактичного виробництва електроенергії сонячною електростанцією у 2023 році.

Результати проведених розрахунків як залежності зміни помилки прогнозування у відсотковому відношенні до максимального фактичного виробництва електроенергії сонячної електростанції показано на рис. 4.21.

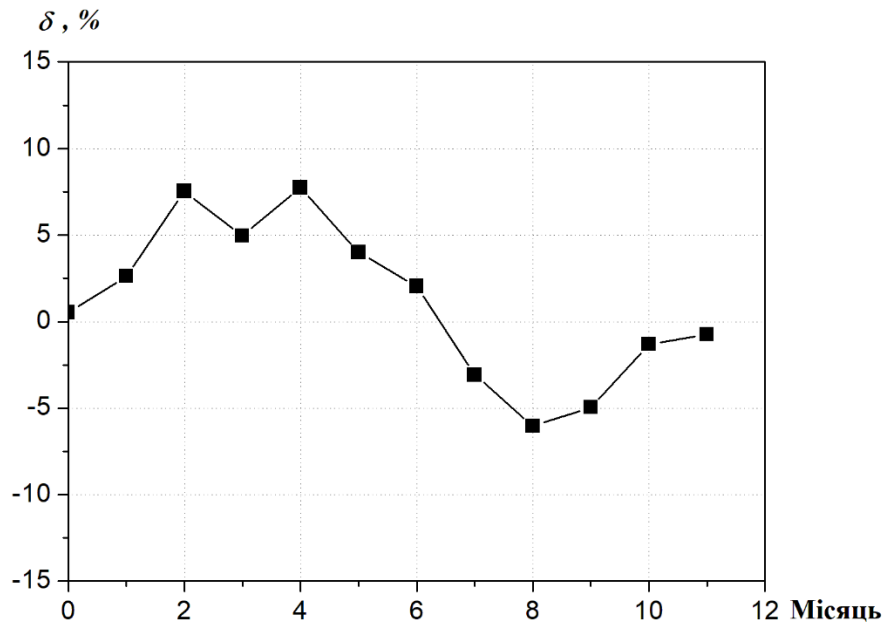


Рис. 4.21 Залежність зміни помилки прогнозування у відсотковому відношенні до максимального фактичного виробництва електроенергії сонячною електростанцією

Отримані результати показують, що помилка виробництва електроенергії сонячною електростанцією має коливальний характер, що зумовлений коливальним характером зміни виробництва електроенергії сонячною електростанцією протягом року. При цьому максимальна помилка прогнозування не перевищує 7,5% для обраного критерію приведення електроенергії до відносних величин.

Для оцінки достовірності отриманих результатів проводили статистичну обробку даних із побудовою довірчих та толерантних інтервалів.

На рис. 4.22 показано залежність зміни помилки прогнозування у відсотковому відношенні до максимального фактичного виробництва електроенергії сонячною електростанцією з довірчими та толерантними інтервалами.

З отриманих результатів видно, що не спостерігається викидів у наших даних через помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією. Усі дані перебувають у довірчих та толерантних інтервалах.

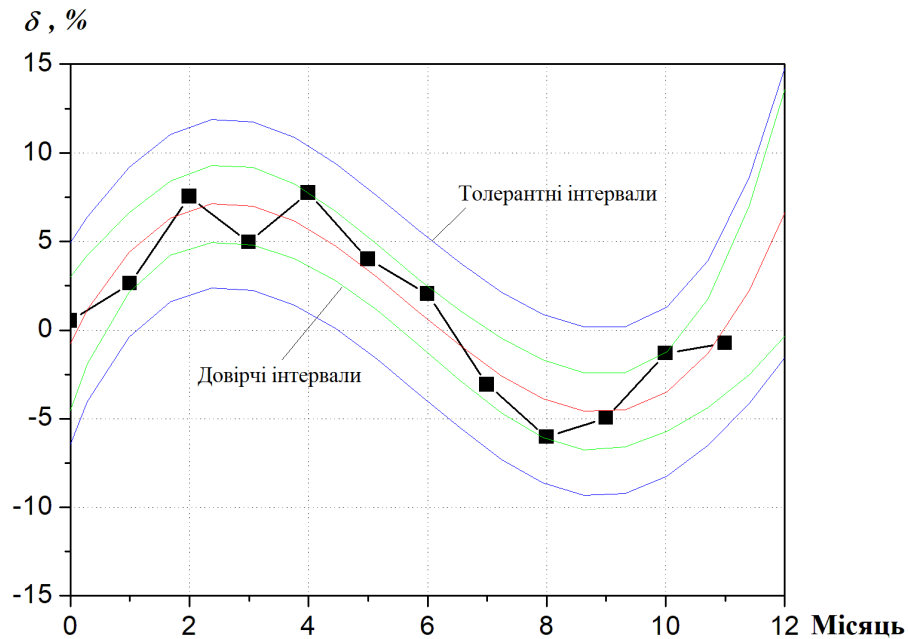


Рис. 4.22 Залежність зміни помилки прогнозування у відсотковому відношенні до максимального фактичного виробництва електроенергії сонячною електростанцією з довірчими та толерантними інтервалами

Слід зазначити, що можливий вибір іншого критерію оцінки результатів прогнозування. Тож якщо використовувати як критерій приведення до помісячних норм виробництва електроенергії сонячною батареєю, то будуть спостерігатися значні відхилення чи викиди за прогнозами у зимовий період. Це стосується місяців грудень, січень і лютий. Безумовно, це пов'язано виключно з високою нестабільністю погодних умов, оскільки у нашому випадку робота сонячних панелей дуже залежить від умов навколишнього середовища.

#### Висновки по розділу 4

Наведенні види альтернативних джерел енергії в індивідуальному використанні виробництва електроенергії. Також були перераховані переваги та недоліки вітряних електростанцій.

Проведена оцінка помилки прогнозування виробництва електроенергії сонячною електростанцією.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 5.1. Вступ

Безпека праці, як галузь практичної діяльності, спрямована на створення безпечних і нешкідливих умов праці. На сучасному етапі розвитку виробництва вона набуває все більш важливого значення.

Створення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві вимагає значних матеріальних витрат, впровадження знань і рішень науково-дослідних робіт в галузі охорони праці. Поки поміж тим, що ми знаємо про методи і засоби охорони праці, і тим, що реалізовано на виробництві, різниця все ще велика. Звести цю різницю до мінімуму повинні професійно підготовлені фахівці не тільки в галузі екології та охорони навколишнього середовища, але й в галузі забезпечення безпечних, нешкідливих, здорових умов праці на виробництві.

Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці. Це гарантує нам Конституція України (ч. 4 ст. 43). Одним із найважливіших елементів будьякого підприємства є робоче місце, в межах якого відбувається цілеспрямована діяльність (тобто праця) конкретного працівника. Робоче місце — це частина виробничого простору одного або групи працівників, оснащена основним і допоміжним технологічним обладнанням, інвентарем, інструментом, робочими меблями, необхідними для виробництва певного виду робіт. З розвитком виробничих процесів та інформаційні технології все частіше робочі місця працівників оснащуються персональним комп'ютером. Однак їх використання загострило проблеми збереження власного та суспільного здоров'я, вимагає удосконалення існуючих та розробки нових підходів до організації робочих місць, проведення профілактичних заходів для запобігання розвитку негативних наслідків впливу на здоров'я робітників [4].

## 5.2 Аналіз умов праці на робочому місці

Аналіз і оцінка стану умов та безпеки праці – це обов’язкова складова роботи керівництва адміністративно-територіальної одиниці, галузі, підприємства (підрозділу) щодо планування відповідних заходів з охорони праці. Аналіз і оцінка стану умов та безпеки праці здійснюється на підставі наступних загальних показників: - рівень виробничого травматизму; - рівень професійних захворювань пов’язаних з умовами праці; - кількість працівників, що працюють в умовах, які не відповідають санітарногігієнічним нормам; - кількість обладнання, що не відповідає вимогам нормативних актів про охорону праці; - кількість технологічних процесів, що не відповідають вимогам нормативноправових актів з охорони праці; - кількість будівель та споруд, технічний стан яких не відповідає будівельним нормам і правилам; - забезпечення працівників засобами індивідуального захисту; - забезпеченість працівників санітарно-побутовими приміщеннями; - витрати на покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища; - витрати на відшкодування збитків потерпілим від нещасних випадків та професійних захворювань, що пов’язані з умовами праці; - витрати на розслідування та ліквідацію наслідків аварій, нещасних випадків та професійних захворювань. Для ефективного вирішення питань, пов’язаних з обліком, аналізом та оцінкою стану умов та безпеки праці, необхідно, в першу чергу, впровадження єдиної державностатистичної звітності щодо обліку, аналізу та оцінки стану безпеки та умов праці на підприємствах як державної, так і недержавної форм власності. З цією метою відповідно до існуючого законодавства в галузі охорони праці для об’єктивної оцінки умов праці в обов’язковому порядку проводиться паспортизація виробництв та атестація робочих місць [4].

### 5.3 Розробка заходів з охорони праці

Комплексні заходи з охорони праці розробляють для запобігання випадкам виробничого травматизму на підприємстві, підвищення наявного рівня охорони праці.

Власник або уповноважений ним орган розробляє за участю професійних спілок і реалізує комплексні заходи з охорони праці відповідно до Закону про охорону праці. План заходів входить до колективного договору (ст. 161 КЗпП).

У колективному договорі сторони передбачають, зокрема, комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення рівня охорони праці, запобігання виробничому травматизму, професійному захворюванню, аваріям і пожежам; визначають обсяги та джерела фінансування цих заходів. Про це йдеться у ст. 20 Закону про охорону праці.

У розділі колективного договору «Охорона праці та здоров'я працівників» важливо закріпити обов'язок адміністрації виконувати комплексні заходи, які затверджуються наказом щорічно.

Затверджувати комплексні заходи на наступний рік краще наприкінці року, який минає. Роботу з підготовки пропозицій щодо включення у комплексні заходи бажано розпочинати заздалегідь, щоб був час їх систематизувати, обговорити з вищим керівництвом і розставити пріоритети.

У плані комплексних заходів мають бути передбачені, серед іншого, такі:

- приведення основних фондів у відповідність з вимогами нормативно-правових актів з охорони праці
- усунення впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів, або приведення їх рівня на робочих місцях до вимог нормативно-правових актів з охорони праці
- проведення атестації робочих місць
- проведення навчання і перевірки знань з охорони праці

- забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям або засобами індивідуального захисту відповідно до норм, передбачених законодавством, або до норм, визначених колективним договором; забезпечення працівників, зайнятих на роботах із важкими та шкідливими умовами праці, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, а також газованою соленою водою

- проведення медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах зі шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року.

#### **5.4. Пожежна безпека виробничого приміщення**

Заходи розглянуті згідно вимог ДБН В.1.1.7–2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Захист від пожежі, а також заходи згідно вимог ГОСТ 12.1.004-85 НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. Пожежна та вибухова безпека – це стан об'єкту, при якому виключається виникнення пожежі і вибуху, а у випадку появи запобігається дія на людей небезпечних факторів пожежі і вибуху. Згідно з ДСТУ 12.1.004-91, установка, що проектується, небезпечна у пожежному відношенні, тим, що електричний струм є джерелом виникнення пожежі і в установці використовуються горючі матеріали: лакофарбові покриття, вінілова ізоляція дротів, печатні плати схем. В приміщенні використані вогнегасники порошкового типу. Пожежна сигналізація — це комплекс технічних засобів, призначений для своєчасного виявлення вогню та оповіщення про точне місце його формування. Найбільш поширеними на ринку є охоронно-пожежні комплекси, що виконують одночасно дві функції. По всій будівлі встановлені спеціальні датчики реагування на дим, які подають звуковий сигнал для евакуації людей. При цьому автоматично вмикаються системи пожежогасіння. В систему пожежної сигналізації входить декілька



автоматичних програм: розпізнавання диму, ввімкнення звукового сигналу, передача тривоги на пульт охорони, гасіння осередку пожежі. Дані датчики формують сигнал «Пожежа» при виявленні вогнища загоряння за ознаками задимленості, швидкості збільшення температури та / або перевищення температури вище порогового значення. Основні види датчиків, які використані в приміщенні: димові, теплові, ручні. Пожежні приймально-контрольні прилади приймають сигнали від пожежних сповіщувачів, а також подають сигнали тривоги та попередження на пульт охорони. Спеціальні прилади сповіщають людей у разі виникнення пожежі. До оповіщувачів відносяться: аварійне освітлення, сирени (звукові оповіщувачі), покажчики евакуації і т.д. Джерела безперебійного живлення служать для забезпечення безперервної роботи сигналізації, навіть за відсутності електроживлення. Шлях евакуації - безпечний для руху людей шлях, який веде до евакуаційного виходу. Евакуаційний вихід - це вихід із будинку (споруди), безпосередньо назовні або вихід із приміщення, що веде назовні, до коридору чи сходової клітки безпосередньо або через суміжне приміщення.

### **5.5. Типовий розрахунок або питання охорони праці до детального опрацювання**

1) Розрахунок гранично допустимого рівня напруженості електростатичного поля при впливі на персонал більше однієї години за зміну за формулою (4.1):

$$E_{ГДР} = 60 / \sqrt{t}, \quad (4.1.)$$

де  $E_{ГДР}$  - гранично допустимий рівень напруженості поля, кВ / м;  $t$  - час впливу, год. Гранично допустимий рівень (ГДР) напруженості електростатичного поля ( $E_{ГДР}$ ) встановлюється рівним 60 кВ / м протягом 1 години.

$$\text{Розрахунок: } t = 8 \text{ год. } E_{ГДР} = 60 / \sqrt{8} = 21.28 \text{ кВ/м.}$$

2) Визначення допустимого часу перебування в ЕСП (електростатичному полі) за формулою (4.2.):

$$t_{\text{доп}} = (60 / E_{\text{факт.}}), (4.2.)$$

де  $E_{\text{факт}}$  - фактичне значення напруженості ЕСП, кВ / м. При напруженості ЕСП, що перевищує 60 кВ/м, робота без застосування засобів захисту не допускається, а при напруженості менше 20 кВ/м час перебування не регламентується.

Розрахунок:

$E_{\text{факт}} = 5$  кВ/м  $t_{\text{доп}} = (60 / 5) = 12$  кВ/м. При розрахованому значенні напруженості ЕСП перебування не регламентується.

3) Визначення гранично допустимого рівню ЕСП для засобів зв'язку і телевізійного мовлення за формулою (4.3):

$$E_{\text{ГДР}} = 21 \cdot f^{-0,37}, (4.3.)$$

де  $E_{\text{ГДР}}$  - значення гранично допустимого рівня напруженості електричного поля, В/м;  $f$  - частота, МГц. Розрахунок:  $f = 16$  МГц  $E_{\text{ГДР}} = 21 \cdot 16^{-0,37} = 7,53$  В/м Гранично допустимий рівень ЕСП в діапазоні частот 3 – 30 МГц не повинен перевищувати 10 В/м. Розрахований рівень ЕСП не перевищує норм.

## **Висновки по розділу 5**

Приведені рекомендації щодо організації робочого місця які дозволяють підвищити рівень безпеки праці, попередити виникнення надзвичайних ситуацій та надати першу медичну допомогу при виникненні надзвичайної ситуації. Служби охорони праці, а саме відповідні служби і структурні підрозділи повинні здійснювати постійний контроль за виконанням робіт у відповідності з вимогами з охорони праці, електро-, газо- і пожежобезпеки, не допускати до роботи осіб, які не пройшли інструктаж та не здали заліки по питаннях охорони праці. Роботодавець повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників.

## **РОЗДІЛ 6**

### **ЕКОЛОГІЯ**

#### **6.1. Виникнення поняття електромагнітного забруднення**

Інтенсивне використання електромагнітної і електричної енергії в сучасному інформаційному суспільстві призвело до того, що в останній третині ХХ століття виник і сформувався новий значущий фактор забруднення навколишнього середовища - електромагнітний. До його появи призвело розвиток сучасних технологій передачі інформації та енергії, дистанційного контролю і спостереження, деяких видів транспорту, а також розвиток ряду технологічних процесів. В даний час світова громадськість сприймуть визнано, що електромагнітне поле штучного походження є важливим значущим екологічним фактором з високою біологічною активністю. Проблема електромагнітної безпеки і захисту навколишнього природного середовища від впливу ЕМП придбала більшої актуальності і соціальну значимість, в тому числі на міжнародному рівні. Метою даного розділу роботи є вивчення впливу електромагнітного випромінювання сучасної електронної техніки на навколишнє середовище [5].

#### **6.2. Електромагнітне випромінювання**

Електромагнітне випромінювання (електромагнітні хвилі) - розповсюджується в просторі збудження електричних і магнітних полів. Основними характеристиками електромагнітного випромінювання прийнято вважати частоту і довжину хвилі. Довжина хвилі залежить від швидкості поширення випромінювання. Швидкість поширення електромагнітного випромінювання (фазова) в вакуумі дорівнює швидкості світла, в інших середовищах ця швидкість менше. Електромагнітні хвилі - це поперечні хвилі (хвилі зсуву), в яких вектора напруженостей електричного і магнітного полів

коливаються перпендикулярно напрямку поширення хвилі, але вони істотно відрізняються від хвиль на воді і від звуку тим, що їх можна передати від джерела до приймача, в тому числі і через вакуум. Електромагнітне випромінювання прийнято ділити по частотних діапазонах. Діапазонів немає різких переходів, вони іноді перекриваються, а кордони між ними умовні. Оскільки швидкість поширення випромінювання постійна, то частота його коливань жорстко пов'язана з довжиною хвилі в вакуумі.

Поширення електромагнітних хвиль, тимчасові залежності електричного  $E(t)$  і магнітного  $H(t)$  полів, що визначає тип хвиль (плоскі, сферичні і ін.), Вид поляризації та інші особливості залежать від джерела випромінювання і властивостей середовища. Діапазони електромагнітного випромінювання наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1.

Діапазони електромагнітного випромінювання

Вид випромінювання	Довжина хвилі, м	Частота хвилі, Гц
Радіохвилі	$10^3 - 10^4$	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^{12}$
Світлові хвилі:		
1) Інфрачервоні	$5 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{11} - 3,75 \cdot 10^{14}$
2) Видиме світло	$8 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$	$3,75 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{14}$
3) Ультрафіолетові	$4 \cdot 10^{-7} - 10^{-9}$	$7,5 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{17}$
Рентгенівське випромінювання	$2 \cdot 10^{-9} - 6 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{17} - 5 \cdot 10^{19}$
Гамма-випромінювання	$< 6 \cdot 10^{-12}$	$> 5 \cdot 10^{19}$

Електромагнітні випромінювання різних частот взаємодіють з речовиною також по-різному. Процеси випромінювання і поглинання радіохвиль можна описати за допомогою співвідношень електродинаміки; а для хвиль оптичного діапазону і жорстких променів необхідно враховувати їх квантову природу.

Електромагнітний фон був на планеті завжди. Він сприяє розвитку життя, але, надаючи природний вплив, що не завдає шкоди екології. Так, люди могли

піддаватися електромагнітному випромінюванню, використовуючи у своїй діяльності дорогоцінні й напівкоштовні камені. Після того, як в промисловому житті стали використовуватися прилади, що працюють від електроенергії, а в побутовому житті – електротехніка, інтенсивність випромінювання підвищилася. Це призвело до появи хвиль такої довжини, яких раніше в природі не існувало. У результаті будь-який прилад, який працює на електроенергії, є джерелом електромагнітного забруднення. З появою джерел забруднення антропогенного характеру, електромагнітні поля стали чинити негативний вплив і на здоров'я людей, і на природу в цілому. Так з'явилося явище електромагнітного смогу. Він буває як на відкритих просторах, в місті і за його межами, так і у приміщеннях. Електромагнітне забруднення становить небезпеку для екології, оскільки негативно впливає на навколишнє середовище. Як саме це відбувається, достовірно невідомо, але випромінювання впливає на мембранну структуру клітин живих організмів. Перш за все, забруднюється вода, змінюються її властивості, відбуваються функціональні порушення. Також випромінювання уповільнює регенерацію тканин рослин і тварин, призводить до зниження виживаності і підвищення смертності. Крім цього, опромінення сприяє розвитку мутації. В результаті забруднення цього типу у рослин змінюються розміри стебел, квіток, плодів, змінюється їх форма. У деяких видів фауни при впливі електромагнітного поля сповільнюється розвиток і зростання, підвищується агресія. У них страждає центральна нервова система, порушується обмін речовин, погіршується функціонування репродуктивної системи. Також забруднення сприяє порушенню чисельності видів різних представників в межах однієї екосистеми [5].

Щоб знизити рівень електромагнітного забруднення, застосовується нормативне регулювання роботи джерел випромінювання. У зв'язку з цим забороняється застосовувати прилади з хвилями, які вище або нижче дозволених діапазонів. За використання обладнання, яке випромінює електромагнітні хвилі, стежать національні та міжнародні інститути, контрольні органи і Всесвітня організація охорони здоров'я. В Україні нормативне регулювання відбувається

через «Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів (ДСНП 3.3.6.096-2002)». Висока інтенсивність ЕМП може призводити до теплової загибелі організму і тканин. Згадайте СВЧ піч! У ній біологічні тканини можна довести до обвуглювання. І це робить електромагнітне випромінювання! Але частіше ми знаходимося далеко від таких потужних джерел і не відчуваємо впливу ЕМП, так як вони не мають ні смаку, ні запаху, ні кольору і практично не реєструються органами почуттів. Десь років 30 тому при відповідях на питання про вплив ЕМП на організм людини звучали мотиви: «Питання не вивчений ...», «Багато що для науки незрозуміло ...», «Має бути багато досліджувати ...». Найдивніше, що і зараз, після 30 років, часто чуєш такі ж відмовки, особливо від людей, які зацікавлені в поширенні тієї чи іншої випромінює техніки. Весь цей час вчені всього світу безперервно проводять дослідження по всім тривожним населення земної кулі проблем електромагнітної екології. Особливої уваги удостоєні: випромінювання від стільникових телефонів, ЕМП промислової частоти від елементів енергетичних систем (ЛЕП, трансформаторні підстанції) і від побутової і офісної техніки, випромінювання комп'ютерів. Цілком очевидно, що ці технічні засоби найбільше турбують вчених і населення, так як вони розташовані в безпосередній близькості від людини, і він кожен день ними користується. Відповідаючи на питання про вплив ЕМП, я завжди кажу, що вони в принципі не можуть впливати на тканини і функціональні можливості живого організму. Ми вже говорили про кванти енергії ЕМП. Так ось, якщо ця дрібна частка електромагнітної енергії взаємодіє з будь-якої живої клітиною, то в клітці обов'язково що-небудь зміниться. У найпростішому випадку підвищиться температура клітини, а можуть змінюватися і хіміко-біологічні реакції з різними далеко наслідками. Реакції живого світу і людини на ЕМП можуть бути найрізноманітнішими. Вони можуть викликати біологічні ефекти, які не завжди, призводять до несприятливого впливу на здоров'я. Біологічний ефект має місце, якщо під дією ЕМП в біологічній системі відбуваються які-небудь помітні або виявляються фізіологічні зміни. Несприятливий вплив на здоров'я має місце,

якщо біологічний ефект виходить за межі норми і не може бути компенсований організмом, приводячи, таким чином, до розвитку згубних для здоров'я наслідків. Деякі біологічні ефекти можуть бути нешкідливими, як, наприклад, реакція організму на посилення шкірного кровотоку при слабкому нагріванні під дією ЕМП. Деякі ефекти можуть бути позитивними, наприклад, відчуття теплоти в холодних умовах, або навіть призводити до сприятливим наслідків для здоров'я, наприклад, вироблення в організмі під дією сонячних променів вітаміну Д. Однак виявлено ряд біологічних ефектів, які призводять до негативних наслідків для здоров'я. Між полем і біологічними об'єктами існують складні причинно-наслідкові зв'язки. Відповідна реакція організму на вплив ЕМП має місце на всіх рівнях: клітинному, системному і організовому. При цьому в якості критичних виділяються основні системи організму, відповідальні за його адаптивний відповідь - це нервова, імунна, ендокринна і статева. Звідси діапазон захворювань досить широкий – від функціональних розладів нервової системи до розвитку пухлин і лейкозів. Згідно з нещодавно отриманими даними саме ЕМП є головною причиною, так званого «синдрому хронічної втоми». Вперше подібний діагноз з'явився недавно, в кінці 80 років ХХ століття. На даний момент число хворих з таким діагнозом мільйони і буде прогресивно збільшуватися в усьому світі, особливо в розвинених країнах. Зазвичай зміни діяльності нервової і серцево-судинної систем оборотні і, як правило, зменшуються та зникають при знятті впливу ЕМП і поліпшенні навколишніх умов. Однак тривалий і інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійким порушень і захворювань. Самим значущими дослідженнями останніх років в області біологічної дії ЕМП можна вважати дослідження, проведені 12 науковими групами з 7 європейських країн при фінансуванні Європейського Союзу. Є ще один прояв негативного впливу ЕМП на людину – це з'явилися в суспільстві різні форми електромагнітної фобії. Нагадаємо, що під фобією розуміють нав'язливе почуття реальної чи уявної загрози. автору дуже часто доводиться стикатися з людьми, які панічно бояться антен, причому часто ці антени виконують функції прийому, наприклад, «тарілки» для прийому супутникового телебачення, тобто вони не

випромінюють. Іноді ЕМП приписують властивості радіаційного випромінювання і турбуються про необхідність дезактивації приміщень і територій. Деяким пристроям приписують властивості електромагнітних випромінювачів, що затаїлися і накопичують електромагнітну енергію. Всі ці сумніви і загрози зникають для людини, коли він для свого рівня освіти отримує грамотні відповіді на свої питання, кваліфіковану консультацію або роз'яснення. Таким чином, ЕМП розглядаються як хвороботворний фактор. Сукупність симптомів поразок, що виникають при впливі ЕМП, класифікують як специфічну хворобу, яку іноді називають «радіохвильової хворобою». Її тяжкість залежить від інтенсивності ЕМП, тривалості впливу, біологічної активності різних діапазонів частот, зовнішніх умов, а також від функціонального стану організму, його стійкості до дії електромагнітних полів, можливості адаптації.

### **6.3. Вплив ком'ютерної техніки на екологію**

У дипломній роботі використано багато різноманітних датчиків, у вигляді окремих модулів, поєднаних у системи. Ці системи відносять до комп'ютерної техніки. Деякі з цих систем взаємодіють між собою за допомогою радіозв'язку. Тому далі буде описано вплив сучасної комп'ютерної техніки на екологію [46]. Сучасний світ важко уявити собі без портативних і настільних комп'ютерів, планшетів і смартфонів. Відповідаючи на питання, що знаходиться у них всередині, користувачі найчастіше називають жорсткий диск, флешпам'ять, оперативну пам'ять або процесор. І лише далеко не всі згаданий миш'як, свинець і ртуть. Дійсно, більшість існуючих пристроїв містять хімічні елементи і речовини, що представляють серйозну небезпеку для людей і навколишнього середовища. При роботі комп'ютер утворює навколо себе електростатичне поле, яке деіонізує навколишнє середовище, а при нагріванні плати і корпусу монітору випускають в повітря шкідливі речовини. Все це робить повітря дуже сухим, слабо іонізованим, зі специфічним запахом і в загальному "важким" для дихання. Природно, що таке повітря не може бути корисний для організму і може



привести до захворювань алергічного характеру, хвороб органів дихання і інших розладів. Ваш комп'ютер, смартфон, телевізор та інші технічні іграшки, напевно, містять берилій, кадмій, миш'як, полівінілхлорид, ртуть, свинець, фталати, вогнезахисні склади на основі бромів і рідкоземельні мінерали. Але якщо ми володіємо необхідними знаннями про шкідливий вплив цих речовин, то можемо заздалегідь вжити необхідних заходів для того, щоб убезпечити свою техніку і себе. Якщо є можливість, ремонтуйте вийшли з ладу пристрої, а не купуйте нові, продавайте і просто даруйте застарілу техніку, придбайте товари з мінімальним обсягом пакувальних матеріалів, уникайте занадто дешевої продукції з коротким терміном служби, з відповідальністю підходите до утилізації зламаних або вичерпали свій ресурс пристроїв. Думаю, що якщо у вас з'явиться смартфон, що дозволяє отримувати інформацію з Інтернету в одну мить, навряд чи вам захочеться позбавлятися від нього навіть при появі чергової прекрасної новинки. Життєвий цикл продукту: три найбільш небезпечні моменти.

**Видобуток.** Видобувні виробництва руйнують поверхню Землі і часто забруднюють навколишнє повітря і воду. Видобуток рідкоземельних мінералів неможлива або нерентабельна без використання процесів, які завдають серйозної шкоди навколишньому середовищу.

**Виробництво.** Ви фактично не стикаєтеся з основними компонентами, що знаходяться всередині вашого обладнання. Але деякі люди вступають з ними в прямий контакт. Причому найчастіше це відбувається при високій температурі, внаслідок чого в повітря потрапляють токсичні речовини. Видобуток рідкоземельних елементів робить смартфони серйозним джерелом забруднення навколишнього середовища. Полівінілхлорид поширений повсюдно - кабелі, що підключаються до електронних пристроїв, виготовляються з ПВХ і фталатів. Свинець. Шкідливий вплив цього елемента призводило до виникнення у людей різних захворювань ще з часів стародавнього Риму. У наші дні виробники використовують свинець для пайки електронних схем. Потрапляючи в організм людини, свинець пошкоджує нервову систему і нирки, порушує функціонування

репродуктивних органів. Вкрай негативний вплив він робить на дітей, у яких починає сповільнюватися мозковий розвиток.

Ртуть. Компактні флуоресцентні лампи, помітно скорочують енергоспоживання і викид парникових газів, стали справжнім символом екологічно чистих технологій. Але в таких лампах міститься ртуть, і якщо вони розбиваються, навколишні піддаються серйозному ризику. Не менш небезпечні і флуоресцентні лампи, які використовуються для підсвічування ЖК-екранів. Велика кількість ртуті, перейнявшись в організм, чинить деструктивний вплив на центральну нервову систему, систему травлення та нирки. На щастя, зараз все більше і більше рідкокристалічних екранів оснащуються світлодіодним, а не флуоресцентної підсвічуванням. Разом з тим в різних продуктах харчування залишається ще досить велика кількість ртуті, і частина з них цілком може потрапити до вас на стіл. Миш'як. Цей елемент вже давно асоціюється з отрутами, і історії загадкових отруєнь досить часто пов'язані з миш'яком. Навіть в кількостях, яким далеко до дози, що викликає миттєву смерть, миш'як може завдати непоправної шкоди. Проникаючи в організм людини, цей елемент, що відноситься до неметалів, послаблює імунну систему і пошкоджує нирки. Крім того, він викликає рак легенів, шкіри та сечового міхура.

Берилій – токсичний, канцерогенний рідкоземельні компонент електронних друкованих плат. Додайте трохи берилію до міді, і ви отримаєте сплав, який в 6 разів міцніше чистої міді. Такі властивості роблять його придатним для виготовлення пружин, з'єднувачів і друкованих плат. На для людей, які працюють з берилієм (зайнятих на видобувних виробництвах рідкоземельного металу), він нагадує скоріше радіоактивний криптоніт з творів фантастів. В процесі дроблення і подрібнення утворюється берилієва пил, що осідає в легенях у робітників. Пил, що потрапляє на одяг і взуття, в результаті отруює всіх членів сім'ї. Вам, напевно, добре відомо, що не варто викидати телефон, комп'ютер на смітник. Їх потрібно утилізувати, чи не так? Але у що це виливається на практиці? Найчастіше відслужив своє техніка просто відправляється в якунебудь країну, що розвивається (наприклад, в Гану), де його розбирають, витягуючи всі

цінні компоненти. А все інше, як правило, досить токсична, в результаті все одно осідає на відкритій сміттєзвалищі.

## **Висновки по розділу 6**

Електромагнітне забруднення навколишнього середовища входить до числа найбільш актуальних проблем людства. Кожен день ми включаємо мікрохвильову піч, говоримо по мобільному телефону, їздимо в метро, працюємо за комп'ютером, не замислюючись про те, що кожне з цих технічних винаходів чинить на нас свій негативний вплив. Сигнали про підвищений рівень забрудненості електромагнітними хвилями можна також отримати без допомоги спеціальної техніки. Люди, що страждають захворюваннями серцево-судинної системи, краще за інших знають, де забруднення підвищено. Наприклад, у вагоні метро. Учені припускають, що низькочастотні поля, які супроводжують нас у метрополітені, провокують загострення серцево-судинних захворювань. Низькочастотні електромагнітні поля можуть також сприяти розвитку жіночого безпліддя. До такого висновку прийшли італійські вчені, що вивчали вплив низькочастотних полів на мишах. Здоровою залишалася лише одна з трьох піддослідних. Однак достеменно невідомо, чи буде вплив полів таким же і на людину. Досліди на людях поки що не проводяться з етичних міркувань. Потужним генератором шкідливого випромінювання є комп'ютер, за яким багато людей проводять більшу частину свого дня. Випромінювачами в даному випадку є і процесор, і монітор. Випромінювання останнього значно вищі, особливо його бічні і задні стінки, адже вони не мають спеціального захисного покриття, як у лицьовій частині монітора. Захистити своє здоров'я в цьому випадку нескладно. Досить виходити на прогулянки і робити перерви в роботі з комп'ютером. Дітям не варто проводити за комп'ютером більше 2-3 годин без перерви, адже вони особливо піддаються шкідливому впливу. Ще один масовий шкідник - мобільний телефон. При дії цього апарата прийнято виділяти два ефекти: термічний (тобто тепловий) і нетермічний. Тепловий ефект виявляється, коли електромагнітна

енергія поглинається організмом і перетворюється в тепло. Від цього можна спостерігати нагрівання деяких органів, наприклад вуха, від довгої розмови. Але, з огляду на безпосередню близькість телефону до голови, деякі ділянки мозку також нагріваються. Другий же ефект, нетермічний, виявляється в тому, що низькочастотне випромінювання телефону впливає на власну біоелектричну активність головного мозку, що може призвести до порушення його функцій. Зауважимо, що для людей, які оточують розмовляючого по мобільному телефону, ніякої шкоди від електромагнітних полів немає. А найпростіший спосіб убезпечити себе і своїх дітей від негативного впливу мобільного телефону - використовувати гарнітуру. Також не варто користуватися мобільним телефоном без особливої необхідності і розмовляти безперервно більше 3-4 хвилин. Відмовлятися від винаходів, що полегшують життя, звичайно ж, не варто. Але, щоб технічний прогрес не став з помічника ворогом, слід лише дотримуватися деяких правил і розумно використовувати технічні нововведення.

## ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було сформовано методологію побудови інтелектуальної системи енергоуправління котеджем.

Для реалізації цієї мети було поставлено та виконано ряд завдань:

- Проведений загальний аналіз концепції інтелектуальної автоматизації будівель.
- Наведено основні засоби побудови інтелектуальних систем енергоуправління котеджу.
- Розроблена структура програмного забезпечення інтелектуальної системи автоматизації котеджу.
- Наведено приклад реалізації виведення даних стану температури в приміщеннях котеджу в контрольну панель.
- Було проведено прогнозування використання альтернативних джерел енергії в енергоспоживання інтелектуального управління котеджем.

## СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Моніт Я. В. Система «Розумний будинок» з відкритим програмним забезпеченням / Я. В. Моніт // Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки: матеріали XIX наук.-техн. конф. студентів та молодих учених, 15-16 лют. 2016 р., Київ, Україна / НТУ «Київський політехнічний університет ім. Ігоря Сікорського». – К., 2016. – С. 43-44.
2. Котунова Д. Г. Огляд DIY елементів для систем «Smart Home» / Д. Г. Котунова, О. М. Павловський // Погляд у майбутнє приладобудування: збірник праць XIII наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 13-14 трав. 2020 р., Київ, Україна / НТУ «Київський політехнічний університет ім. Ігоря Сікорського». – К., 2020. – С. 35–38.
3. Полякова О. В. Класифікація функціональних складових елементів системи інтелектуального керування середовищем при проектуванні житла / О. В. Полякова // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Технічні науки. – 2016. – № 4. – С. 133–141.
4. Закон України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ від 14 жовтня 1992 р. із змінами та доповненнями у редакції від 19.07.2022 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
5. Джишрей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навч. посібник. – 3-є вид. – К.: Знання, 2004. – 309 с.
6. Crouch C. L. New method of determining illumination required for tasks / C.L. Crouch. – I.: Enging., 53, 416-422 (1958).
7. Domb M. Smart Home Systems Based on Internet of Things. – 2018. – 117 с.
8. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-beingforcedinto-botnet-slavery/>

9. Kodali, R. K., Jain, V., Bose, S., & Voppana, L. (2016, April). IoT based smart security and home automation system. In 2016 international conference on computing, communication and automation (ICCCA) (pp. 1286-1289). IEEE.
10. Power Load Event Detection and Classification Based on Edge Symbol Analysis and Support Vector Machine [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.hindawi.com/journals/acisc/2012/742461/>
11. An Overview of Home Automation Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/>
12. Розумне освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://milight.com.ua/ua/umnoe-osveshchenie/>
13. Що таке розумний будинок? Все що потрібно знати про систему Розумний Дім [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bron.ua/article/schotake-rozumnij-budinok-vse-scho-potrбно-znati-pro-sistemu-rozumnij-dm/5/>
14. Технологія розумного будинку: як AI створює простір, комфортний для життя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.everest.ua/tehnologiya-rozumnogo-budynku-yak-ai-stvoryuye-prostirkomfortnyj-dlya-zhyttya/>
15. Кращі системи «Розумний будинок» в 2021 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://yanashla.com/luchshie-sistemy-umnyj-dom/#i-3>
16. Arduino Leonardo [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Leonardo>
17. Детектор руху [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80\\_%D1%80%D1%83%D1%85%D1%83](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80_%D1%80%D1%83%D1%85%D1%83)
18. Компанія IDOMUS Intellegent house. Протоколи Розумного Будинку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://idomus.company/>

[2]