

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2021-42-09>

УДК 681.518, 681.513

Ковівчак Ярослав Васильович., доцент кафедри автоматизованих систем управління

<https://orcid.org/0000-0003-3562-4924>

Дубук Василь Іванович, доцент кафедри автоматизованих систем управління

<https://orcid.org/0000-0002-6339-1032>

Слюсар Василь Володимирович, магістр

Національний університет "Львівська політехніка"

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ У РОЗУМНОМУ БУДИНКУ

Ковівчак Я., Дубук В., Слюсар В. Розробка інформаційної системи управління електроспоживанням у розумному будинку. Стаття присвячена дослідженню та розробці інформаційної системи управління електроспоживанням у розумному будинку. У статті проведено аналіз основних існуючих систем та програмних засобів управління електроспоживанням у розумному будинку. Приведено їх переваги та недоліки. Запропоновано структурну схему системи з урахуванням визначених інформаційних потоків. Розроблено програмні модулі та інтерфейс користувача системи управління електроспоживанням у розумному будинку.

Ключові слова: система управління, електроспоживання, енергоефективність, розумний будинок.

Ковивчак Я., Дубук В., Слюсар В. Разработка информационной системы управления электропотреблением в умном доме. Статья посвящена исследованию и разработке информационной системы управления электропотреблением в умном доме. В статье произведен анализ основных существующих систем и программных средств управления электропотреблением в умном доме. Приведены их преимущества и недостатки. Предложено структурную схему системы с учетом определенных информационных потоков. Разработаны программные модули и интерфейс системы управления электропотреблением в умном доме.

Ключевые слова: система управления, электропотребление, энергоэффективность, умный дом.

Kovivchak Ya., Dubuk V., Slusar V. Development of an information system for power consumption management in a smart home. The article is devoted to the research and development of information system for electric power consumption management in a smart home. The article analyzes the main existing systems and software for electric power consumption management in a smart home. Their advantages and disadvantages are given. The structural scheme of the system taking into account the definite information flows is offered. Software modules and user interface of the electric power consumption management system in a smart home have been developed.

Keywords: control system, electric power consumption, energy efficiency, smart home.

Вступ

Сучасний стан технічного розвитку інформаційних технологій дає змогу значно спростити виконання необхідних завдань у домашньому побуті. Наприклад, здійснювати управління автоматичним освітленням у будинку, а саме: вмикати світло у кімнаті, коли в неї заходить людина і вимикати його, коли кімната стає порожньою, управляти побутовими електричними пристроями (кавоваркою, пароваркою, телевізором і т.д.). Всіма цими функціями володіють системи домашньої автоматизації, які отримали назву «розумний будинок». Такі системи, безумовно, підвищують рівень комфорту життя, але, одночасно, створюють додаткові проблеми, такі, як збільшення споживання електроенергії та загрозу інформаційної безпеки, оскільки вони здебільшого мають низький рівень захисту при підключенні до мережі Інтернет.

Повсякденний темп життя людини сприяє активній автоматизації більшості простих процесів, таких як прибирання в будинку чи квартирі, приготування кави чи сніданку, підтримки температурного режиму, провітрювання оселі, контроль вологості повітря у помешканні. Всі ці процеси виконуються без участі людини, завдяки використанню систем домашньої автоматизації. Такі системи створені для підвищення комфорту життя та рівня безпеки, що для сучасної людини є вагомим чинником для придбання та встановлення цих систем. Але враховуючи те, що конкуренція на ринку систем домашньої автоматизації зараз не надто висока, далеко не кожен виробник дбає про збільшення енергоефективності таких систем. Існуючі на ринку системи, які забезпечують високий рівень безпеки і низький рівень енергоспоживання, є дорогими. Бюджетні варіанти існуючих системи домашньої автоматизації є більш енергозатратні і менш захищені інформаційно.

В той час, як рівень безпеки в сучасних системах домашньої автоматизації стає все вищим, на

проблему неефективного використання електроенергії більшість виробників не звертають уваги. Можна виділити два основні способи вирішення проблеми неефективного використання електроенергії. Перший спосіб - це збільшення енергоефективності, який полягає в зменшенні використання електроенергії без зниження рівня енергетичного забезпечення. Простим прикладом збільшення енергоефективності є заміна звичайних ламп розжарювання на більш економічні люмінесцентні, світлодіодні або галогенні лампи. Другий спосіб вирішення проблеми неефективного використання електроенергії - це енергозбереження. Цей спосіб полягає у зменшенні споживання електроенергії за рахунок зменшення у необхідності використання електричних пристроїв.

Актуальність запропонованої роботи полягає в тому, що існує можливість розробити інформаційну систему управління електроспоживанням у розумному будинку, яка дасть змогу одночасно як здійснити економію електроенергії, так і підвищити рівень комфорту і безпеки у помешканні.

Огляд існуючих систем та програмних засобів.

На сьогоднішній день розвиток та виготовлення систем домашньої автоматизації стрімко розвивається і набирає популярності. З ростом попиту і збільшенням конкуренції між компаніями виробниками ціни на такі системи знижуються, а їх якість, енергоефективність та безпека зростає. Виробники систем домашньої автоматизації передбачили можливість керування такими системами віддалено, що дає змогу користувачам керувати практично всіма приладами в будинку за допомогою смартфона.

Зазвичай системи "розумний будинок" можна умовно поділити на декілька типів: системи, які розроблені і виготовлені спеціалізованими компаніями (забезпечений високий рівень безпеки та енергоефективності, встановленням і налаштуванням таких систем займаються фахівці) та системи, які виробляє велика компанія, як набір компонентів для побудови розумного будинку (можливість самостійного встановлення і вибору потрібних компонентів із доступних для цього ж виробника, забезпечують достатній рівень безпеки) й програмне забезпечення, або апаратні рішення, які використовують велику кількість сумісних пристроїв різних виробників (дає змогу самостійно налаштувати систему та вибрати необхідні пристрої, не обмежуючись одним виробником, - в загальному це призводить до меншого рівня безпеки, але відкриває можливість створення такої конфігурації розумного будинку, яка буде максимально ергономічною і комфортною у використанні).

Система керування приміщенням CLAP.

CLAP (Clever Apartment) - це система розумного будинку, розроблена в Україні [4, с.215; 7]. Система дає змогу ефективно використовувати наявні ресурси для підтримки вибраного температурного режиму, забезпечує високий рівень безпеки (у випадку несанкціонованого проникнення - блокуються двері та вікна, спрацьовує сигналізація і автоматично викликається охорона), здійснює інформування про пожежу та затоплення у приміщенні (у випадку затоплення - перекидає крани, а в разі пожежі - викликає пожежну службу). Управління системою може здійснюватись як за допомогою центру керування, так і за допомогою додатку на ПК чи смартфоні [6, 8, 9]. Система CLAP складається з стандартного набору пристроїв, які зображені на рисунку 1.



Рисунок 1- Складові системи CLAP

До стандартного набору системи CLAP належать наступні компоненти: координаційний центр (хаб); мультидавачі (камери, які встановлюються в кімнатах та в коридорі); давач руху; давач диму; давач антипотопу; давач відкриття дверей та вікон; терморегулятор; центр керування (сенсорний дисплей, який дає змогу керувати всіма приладами в будинку).

За допомогою центра керування можна отримати доступ до домофона, керуванням кліматом, інформації про безпеку та можливістю переглянути та оплатити комунальні

послуги.

Перевагами системи є: високий рівень захисту при відносно низькому енергоспоживанні;

можливість керування системою як за допомогою центру керування, так і за допомогою додатку на ПК чи смартфоні; можливість вибрати мову інтерфейсу з 3 доступних: українська, російська та англійська. Недоліки системи: для установки та налаштування системи потрібен спеціаліст; висока ціна; відсутність можливості підключення пристроїв іншого виробника.

Система Xiaomi Smart Home Suite.

Xiaomi Smart Home Suite - це набір компонентів, який дає змогу будь-якому користувачу власноруч побудувати систему "Smart Home" у своїй квартирі чи будинку та повністю налаштувати її [10]. Підключення та керування всіма пристроями та датчиками виконується за допомогою застосунку Mi Home.

До стандартного набору, який зображений на рисунку 2, входять: координаційний пристрій (хаб), який потрібен для підключення та керування всіма пристроями та датчиками; датчик руху; датчик відкриття дверей та вікон; розумна розетка; безпроводна кнопка.

Xiaomi Smart Home Suite це базовий набір пристроїв для побудови свого розумного будинку, тому для нормального функціонування такої системи ще необхідні: датчик диму та газу, аналізатор забрудненості повітря, відеокамери та інші пристрої на вибір користувача, яких представлено більше сотні. Робота більшості цих пристроїв базується на технології зв'язку ZigBee, але при спробі підключення до хабу пристроїв інших виробників, які теж використовують цю технологію зв'язку, у користувачів виникнуть додаткові проблеми, оскільки виникає необхідність при їх інтегруванні в єдину систему використовувати спеціалізоване програмне забезпечення.

До переваг системи Xiaomi Smart Home Suite можна віднести: низька ціна у порівнянні із подібними спеціалізованими системами; можливість самостійного встановлення та індивідуального налаштування системи; можливість керування системою дистанційно за допомогою застосунку Mi Home. Недоліками цієї системи є: орієнтованість на китайський ринок, тому для під'єднання пристрою доведеться використовувати перехідник; відсутність інтерфейсу українською мовою; складність у налаштуванні системи, особливо якщо є необхідність у підключенні пристроїв інших виробників.

Система на основі голосового асистенту Amazon Echo.

Система Amazon Echo це розумний динамік, який керується голосом і відгукується на ім'я Алекс (голосовий асистент) [6]. Він здатен відтворювати музику, відповідати на запитання, а також керувати освітленням, кондиціонером, опаленням, телевізором, системою охорони та іншими пристроями, які до нього підключені. Керування відбувається за допомогою голосових команд, які починаються словом «Алекс...», наприклад, «Алекс, увімкни світло у вітальні» [6]. За допомогою Smart Home Hubs або Samsung SmartThings Hub відбувається підключення пристроїв до Amazon Echo. Завдяки можливості взаємодії системи з практично будь-якими центрами керування, вибір пристроїв, які можна підключити не обмежується певним стандартом зв'язку і немає прив'язки до бренду виробника системи, що дає змогу користувачам вибрати ті пристрої, які їм до вподоби.



Рисунку 3 - Amazon Echo, Amazon Echo Dot та контролер Z-Wave Plus POPP

На рисунку 3 зображено Amazon Echo, Amazon Echo Dot та контролер Z-Wave Plus POPP, яких достатньо для створення своєї системи розумного дому.

Переваги цієї системи: сумісність з великою кількістю пристроїв; голосове керування; простота в установці і налаштуванні системи. Недоліками системи є: висока вартість; відсутність розпізнавання української мови; для підключення пристроїв до системи необхідно модуль керування (хаб).

Структурна схема системи "розумний будинок" з врахуванням інформаційних потоків

На рисунку 4 приведено структурну схему системи "розумний будинок" із врахуванням інфор-



Рисунку 2 - Стандартний набір Xiaomi Smart Home Suite

маційних потоків. Вона відображає взаємозв'язки між окремими модулями інформаційної системи управління використанням електроенергії у розумному будинку.

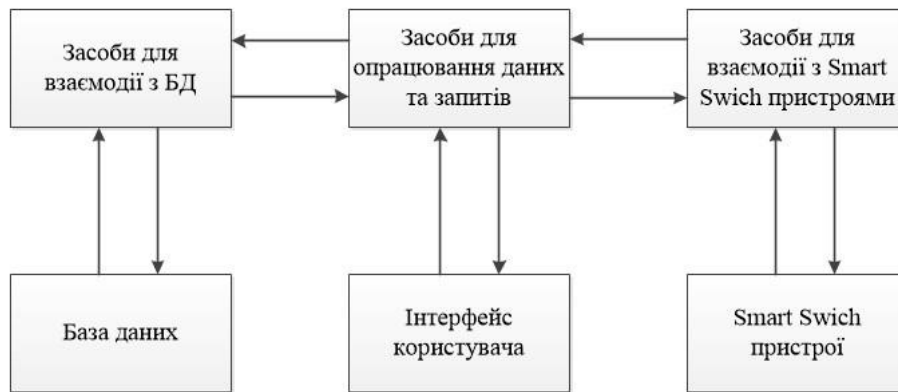


Рисунок 4 - Структурна схема системи з урахуванням інформаційних потоків.

Основним модулем запропонованої системи є блок засобів опрацювання даних та запитів. За допомогою цього компонента відбувається обмін інформацією між засобами для взаємодії з базою даних та засобами для взаємодії з Smart Switch пристроями, а також з користувацьким інтерфейсом. Інтерфейс користувача відповідає за взаємодію користувача з системою шляхом виведення на інформаційну сторінку даних про стан системи в реальному часі, а також за вибір налаштувань системи. Засобом для взаємодії з базою даних є модуль, який забезпечує запис даних в базу даних, та при потребі надає доступ до архіву даних для їх перегляду. Модуль засобів для взаємодії з Smart Switch пристроями дає змогу підключати Smart Switch пристрої, отримувати дані з давачів та сенсорів та обмінюватись цими даними з основним модулем.

Розробка компонентів системи

Контекстна діаграма, яка показує призначення системи "розумний будинок" і її взаємодію з зовнішнім світом зображена на рисунку 5.

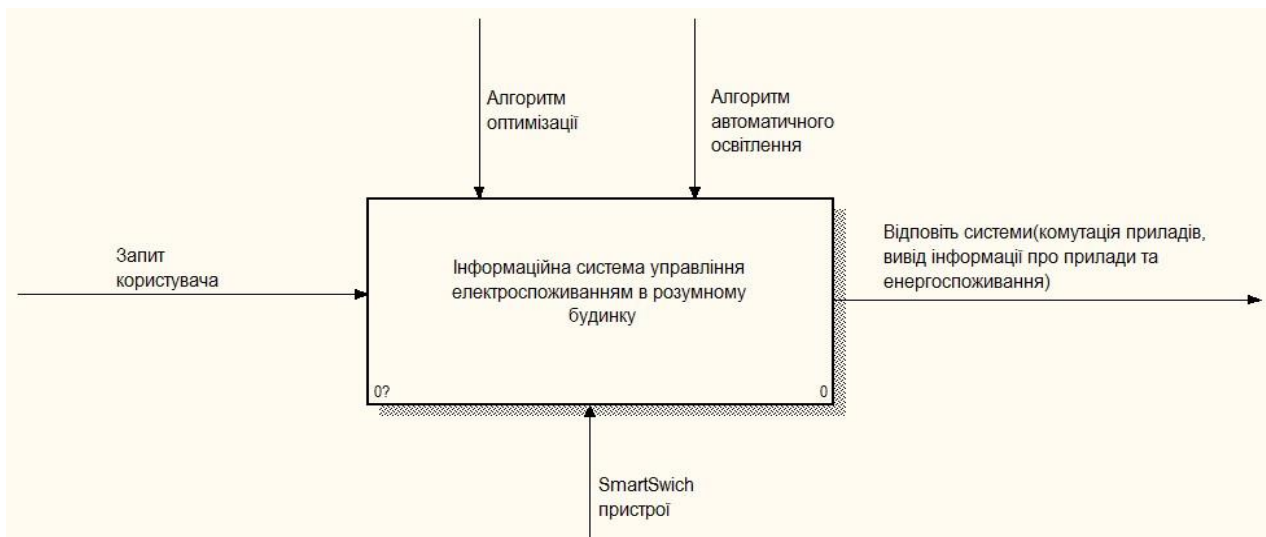


Рисунок 5 - Контекстна діаграма системи "розумний будинок".

Як показано на рис. 5, на вході система отримує запит від користувача, а на виході, після обробки даних з Smart Switch пристроїв за допомогою алгоритмів оптимізації та автоматизації освітлення, виводить інформацію про прилади та їх електроспоживання.

Діаграму потоку даних в системі зображено на рисунку 6.

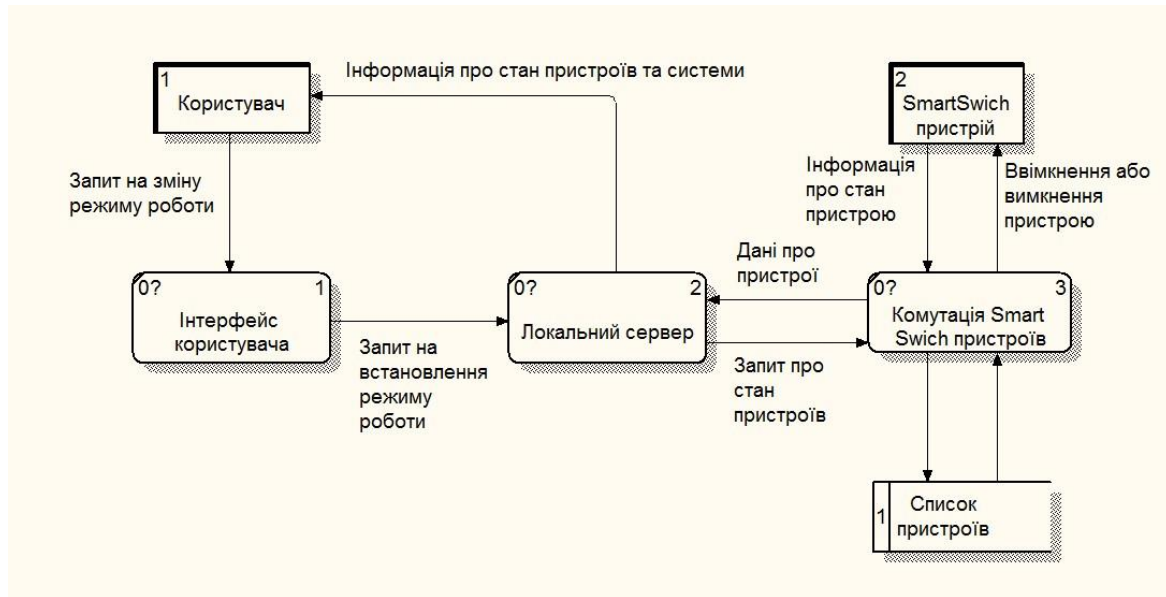


Рисунок 6 - Діаграма потоку даних.

На цій діаграмі зображені наступні зовнішні сутності: користувач та Smart Switch пристрої. Сутність “користувач” взаємодіє з блоком інтерфейс користувача та блоком локальний сервер, а сутність “Smart Switch пристрої” взаємодіють з блоком комутація Smart Switch пристроїв. Робота інтерфейса користувача полягає у відправленні запитів, сформованих користувачем, на локальний сервер, де відбувається обробка цих запитів. Робота локального сервера полягає у взаємодії з роботою Smart Switch пристроїв, надсилаючи запити на встановлення режимів роботи, отримуючи дані про стан пристроїв та виведення інформації про них користувачу. Робота комутації Smart Switch пристроїв полягає у взаємодії з сутністю “Smart Switch пристроїв”, відправляючи запити на підключення і відключення пристроїв, також отримує інформацію про стан пристроїв.

Діаграма компонентів зображена на рисунку 7.

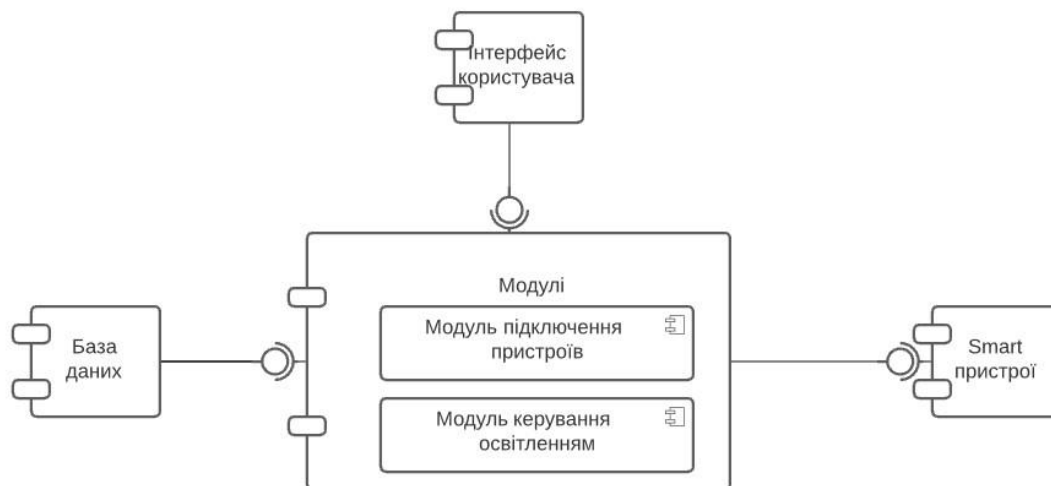


Рисунок 7 - Діаграма компонентів.

На діаграмі зображено основні компоненти системи “розумний будинок” та їх зв’язки між собою. Система складається з наступних компонентів:

- компонент системи, який відповідає за підключення пристроїв керування освітленням, також цей компонент взаємодіє зі всіма іншими компонентами системи;
- інтерфейс користувача відповідає за взаємодію системи з користувачем, таку як виведення інформації про підключені пристрої та зміну режимів роботи;
- Smart-пристрої взаємодіють з основним модулем, передаючи дані про свій стан;
- база даних відповідає за збереження даних про пристрої, їх стан та енергоспоживання.

Користувачський інтерфейс системи зображено на рисунку 8.

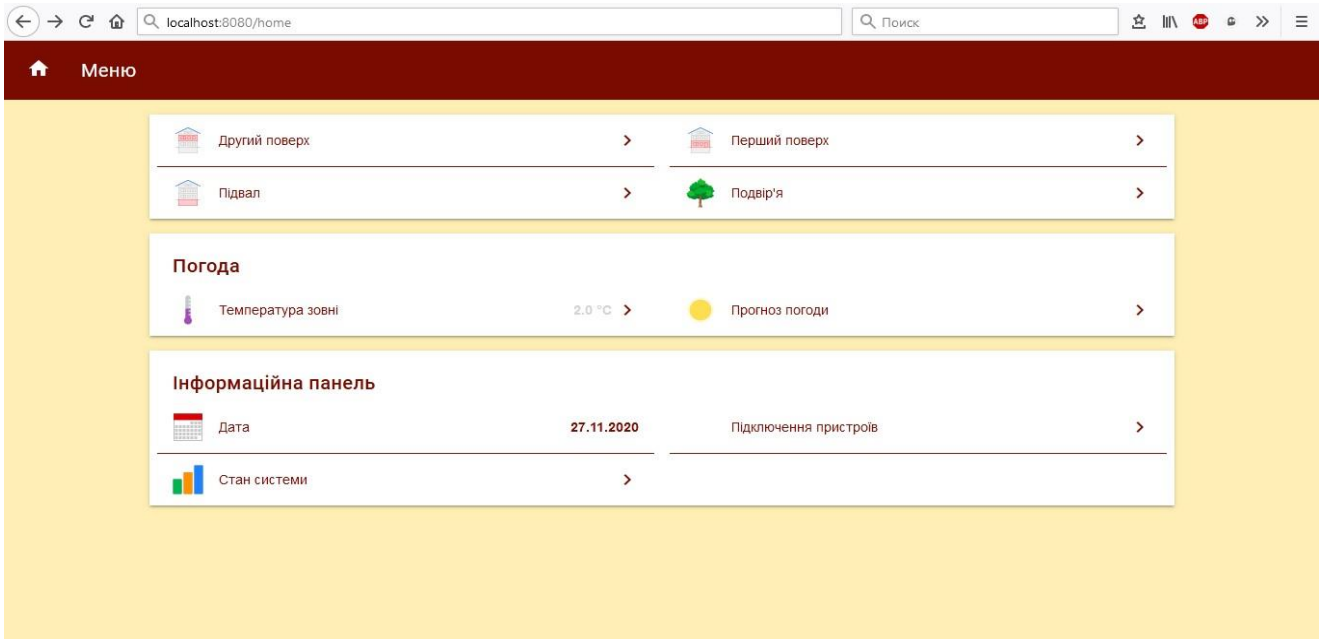


Рисунок 8 - Користувачський інтерфейс

Користувачський інтерфейс поділений на декілька інформаційних блоків, кожен з яких виконує свої функції.

Перший інформаційний блок дає змогу користувачу оглянути всі пристрої, які вже підключені до системи та, за потреби, керувати кожним пристроєм окремо. Цей блок поділений на 4 умовні області для надання можливості сортування пристроїв по кімнатах або поверхах. Такий підхід усуває плутанину при перегляді списку підключених пристроїв та керуванні ними. При ситуації, коли підключених пристроїв невелика кількість - можна використувувати тільки ті, які розміщені на одному поверсі, а решту - залишити без уваги.

Другий інформаційний блок відповідає за надання даних про зовнішню температуру в реальному часі та відображає прогноз погоди на наступний день.

Третій інформаційний блок дає змогу користувачу виконувати підключення нових пристроїв, містить інформацію про загальний стан системи та передбачає керувати всією системою (ввімкнення та вимкнення системи).

Висновок

У результаті виконання роботи було розроблено інформаційну систему управління електроспоживанням. Запропонована система дасть змогу зменшити витрати електроенергії без зниження комфорту користування електроприладами в будинку чи квартирі. Розроблену систему можна буде використувувати на більшості існуючих платформ розумного будинку.

Список бібліографічного опису

1. Теслюк В. М. Методи проектування мікроелектромеханічних систем / В. М. Теслюк // АСУ и приборы автоматики: Всеукраинский межведомственный научно – технический сборник. – Вып. 134. – Харьков : ХТУРЭ, 2006. – С. 82-89.
2. Теслюк В. М. Моделі та інформаційні технології синтезу мікроелектромеханічних систем / В. М. Теслюк // Монографія. – Львів : Вежа і Ко, 2008. – 192 с.
3. Теслюк В. М. Використання технологій розумного будинку для поліпшення енергетичної ситуації в Україні / Теслюк В. М., Денисюк П. Ю., Береговська Х. В. // Матеріали XIII-го міжнародного наукового семінару "Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці, освіті". – Київ, 2014. – С. 215-219.
4. Экосистема Amazon Alexa [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://habr.com/ru/post/407371/>.
5. Розумний дім – це CLAP [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://ub.com.ua/clap>.
6. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM (Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi). [Електронний ресурс] Режим доступу: http://www.wireless-e.ru/articles/technologies/2011_4_6.php.

References

1. Grynyk O. System for Automation Testing Components of the Smart Home /Grynyk O., Denysyuk P., Teslyuk V. // Proceedings of the 7th International Conference of Computer Science & Information Technologies (CSIT'2012), April 14-19, 2012. – Lviv: Publishing House Vezha&Co, 2012. – P. 44-46.
2. Teslyuk V. System for Building and Studying of Models Based on Artificial Neural Networks / Vasyl Teslyuk, Vasyl Beregovskyy, Andriy Kernysky, Tatyana Teslyuk, Pavlo Denysyuk, Oleksandr Moryshko // Proceedings of the 7th International Conference of Computer Science and Information Technologies (CSIT'2012), April 14-19, 2012. – Lviv : Publishing House Vezha&Co., 2012. – P. 169-171.
3. Industrial control system. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_control_system.
4. Xiaomi Smart Home Suite [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://xiaomi-mi.com/sockets-and-sensors/xiaomi-mi-smart-home-kit/>