

## 4. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ



Науковий вісник НЛТУ України  
Scientific Bulletin of UNFU

<http://nv.nltu.edu.ua>

<https://doi.org/10.15421/40280122>

Article received 20.02.2018 р.

Article accepted 28.02.2018 р.

УДК 004.942

ISSN 1994-7836 (print)

ISSN 2519-2477 (online)

@ ✉ Correspondence author

R. V. Sydorenko

roman.v.sydorenko@lpnu.ua

*І. Г. Цмоць, Р. М. Карпинець, Р. В. Сидоренко*

*Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна*

### СТРУКТУРИ ТА АЛГОРИТМИ РОБОТИ ПІДСИСТЕМ УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ І ОСВІТЛЕННЯМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Сформовано вимоги до підсистем управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку, основними з яких є: забезпечення комфортного мікроклімату проживання, освітлення та зменшення споживання енергоресурсів. Визначено, що забезпечити такі вимоги можна шляхом використання сучасних телекомунікаційних технологій та мікроконтролерних систем управління опаленням, кондиціонуванням, вентиляцією, температурою підлоги, внутрішнім і зовнішнім освітленням. Проаналізовано апаратно-програмні засоби, які пропонує ринок для синтезу систем управління розумним будинком, і показано, що недоліком таких засобів є необхідність їх адаптації до вимог конкретного застосування та відносно висока ціна, яка обмежує їх використання. Запропоновано для синтезу підсистем управління мікрокліматом і освітленням використовувати готові компоненти, які реалізуються у вигляді готових модулів. Показано, що підсистеми управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку зв'язують в єдиний комплекс різне обладнання та інженерні системи будинку. Розроблено, з використанням платформи Arduino, структури підсистем управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку, які адаптуються до вимог конкретного користувача та забезпечують підвищення комфортності проживання, зменшують споживання енергоресурсів і мають невисоку вартість. Основними компонентами розроблених підсистем управління мікрокліматом і освітленням є платформа (плата) Arduino, яка складається з мікроконтролера Atmel AVR, елементів обв'язки для програмування та інтеграції з іншими пристроями, давачів освітленості, руху, температури, вологості та сили вітру, засобів забезпечення мікроклімату – обігрівачі, підігрів підлоги, газовий котел, зволожувач повітря, витяжки та жалюзі. Розроблено блок-схеми алгоритмів роботи підсистем управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку. Запропоновано для управління розумним будинком використовувати як дротові (існуючі комунікації), так і бездротові (мережа Internet, мобільний зв'язок) засоби зв'язку. Показано, що контроль і встановлення необхідних параметрів у розроблених підсистемах управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку можна здійснювати за допомогою як сенсорних пультів, так і мобільних додатків.

**Ключові слова:** розумний будинок; підсистема управління; освітлення; мікроклімат; давачі; платформа Arduino; апаратно-програмні засоби.

**Вступ.** Сучасний будинок – це складний набір різних систем та комунікацій, які управляються з використанням технологій розумного будинку, забезпечують комфортне проживання його мешканців і зменшують енерговитрати. В основі інтелектуального управління будинком лежить принцип нерозривного зв'язку всіх діючих у приміщенні функціональних систем: управління мікрокліматом, водопостачанням та водовідведенням, газопостачанням, електропостачанням та освітленням. Інформаційні технології розумного будинку повинні зв'язати в єдиний комплекс різне обладнання та інженерні підсистеми житла, керувати ними так, щоб забезпечувати високу енергоефективність і створювали максимально комфортний стан для проживання.

Розвиток телекомунікацій та мікропроцесорної техніки забезпечує вдосконалення роботи засобів управ-

ління розумним будинком, які відповідають за підвищення зручності та комфорту проживання. Перспективним є розроблення сучасного розумного будинку, який має вміти розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються у приміщенні та відповідно на них реагувати. Це означає, що більшість процесів у будинку виконує не людина, а інтелектуальні інформаційні компоненти, які є невід'ємними складовими частинами розумного будинку.

Тому *актуальною проблемою* є розроблення апаратно-програмних засобів управління розумним будинком, які повинні зв'язати в єдиний комплекс різне обладнання та інженерні підсистеми будинку, забезпечити підвищення комфортності проживання та зменшення споживання енергоресурсів.

#### Інформація про авторів:

**Цмоць Іван Григорович**, д-р техн. наук, професор кафедри автоматизованих систем управління. **Email:** [ivan.tsmots@gmail.com](mailto:ivan.tsmots@gmail.com)

**Карпинець Роман Михайлович**, магістр кафедри автоматизованих систем управління. **Email:** [roman.karpinec@gmail.com](mailto:roman.karpinec@gmail.com)

**Сидоренко Роман Вікторович**, асистент кафедри автоматизованих систем управління. **Email:** [roman.v.sydorenko@lpnu.ua](mailto:roman.v.sydorenko@lpnu.ua)

**Цитування за ДСТУ:** Цмоць І. Г., Карпинець Р. М., Сидоренко Р. В. Структури та алгоритми роботи підсистем управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку. Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 1. С. 108–111.

**Citation APA:** Tsmots, I. G., Karpinets, R. M., & Sydorenko, R. V. (2018). The Structure and Algorithms of the Operation of Climate Control and Lighting of the Smart House. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(1), 108–111. <https://doi.org/10.15421/40280122>

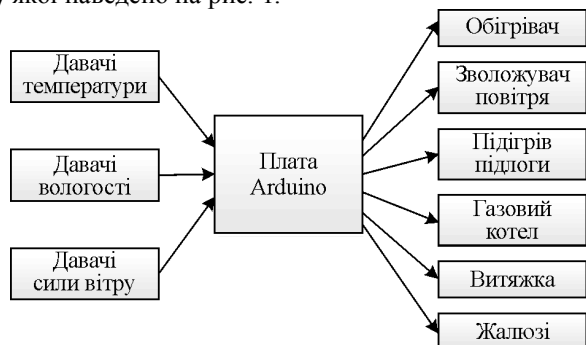
**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз наявних апаратно-програмних засобів, які пропонує ринок для синтезу систем управління розумним будинком, показує, що такі засоби реалізуються у вигляді готових модулів (Kliuiko & Zlotenko, 2015; Tesliuk, et al., 2012; Medykovskiy, et al., 2015). Недоліком таких модулів є відносно висока ціна, яка обмежує їх використання. У роботах (Umnyi Dom, n.d.; Inzhenernye sistemy, n.d.; Obzornaia statia o sisteme "Umnyi dom", n.d.) розглянуто основні інженерні системи розумного будинку та системи управління ними. Визначено можливості інженерних систем, сформовано вимоги до систем управління клімат-контролем, освітленням і безпекою. Показано, що основними недоліками наявних систем управління та їх апаратно-програмних засобів є необхідність їх адаптації до вимог конкретного застосування.

В роботах (Vozmozhnosti Umnogo Doma, n.d.; Home Sapiens, n.d.; Hrytsiuk, et al., 2010) проаналізовано засоби зв'язку, які використовують для управління розумним будинком, та показано, що для управління можна використовувати як дротові (наявні комунікації), так і бездротові (мережа Internet, мобільний зв'язок).

З аналізу літературних джерел видно, що недоліком наявних систем і апаратно-програмних засобів управління розумним будинком є висока вартість і необхідність їх адаптації до вимог конкретного користувача.

**Метою дослідження** є розроблення структур та алгоритмів роботи підсистем управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку.

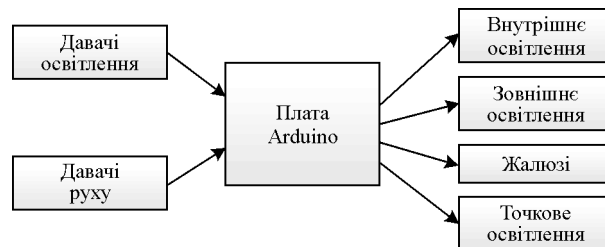
**Основні результати дослідження.** Основними завданнями підсистеми управління мікрокліматом розумного будинку є забезпечення комфортного мікроклімату проживання та зменшення споживання енергоресурсів. Для виконання таких завдань розроблено підсистему управління мікрокліматом будинку, базову структуру якої наведено на рис. 1.



**Рис. 1.** Структура підсистеми управління мікрокліматом розумного будинку

Основними компонентами розробленої підсистеми управління мікрокліматом є платформа (плата) Arduino, яка складається з мікроконтролера Atmel AVR і з елементів обв'язки для програмування та інтеграції з іншими пристроями, давачі температури, вологості та сили вітру, засоби забезпечення мікроклімату – обігрівачі, підігрів підлоги, газовий котел, зволожувачі повітря, витяжки та жалюзі.

Основними завданнями підсистеми управління освітленням будинку є забезпечення комфортного освітлення та зменшення споживання електричної енергії. Для виконання завдань, пов'язаних з освітленням, розроблено підсистему управління освітленням будинку, базову структуру якої наведено на рис. 2.

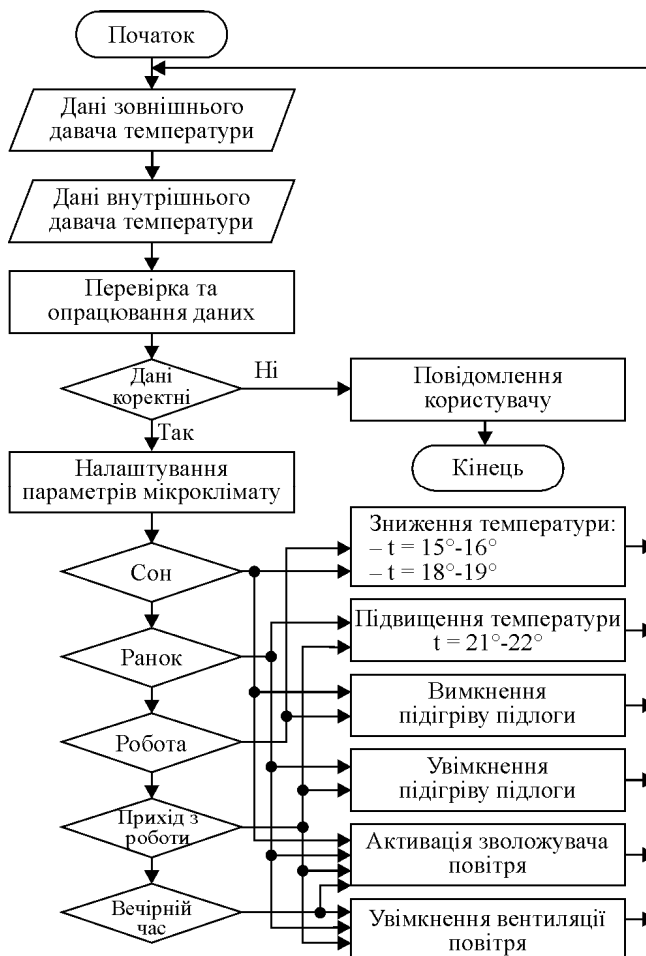


**Рис. 2.** Структура підсистеми управління освітленням будинку

Основними компонентами розробленої підсистеми управління освітленням є плата Arduino, давачі освітлення та руху, жалюзі, засоби внутрішнього, зовнішнього та точкового освітлення.

**Підсистема управління мікрокліматом будинку.** Процес централізованого управління мікрокліматом є одним з найскладніших у системі життєзабезпечення будинку. Підсистема управління мікрокліматом будинку забезпечує управління такими засобами: опаленням; кондиціонуванням; вентиляцією; температурою підлоги.

Під час традиційної побудови господареві доводиться управляти кожним із цих засобів окремо. Причому можливі ситуації, коли в міжсезоння кондиціонування починає "боротися" з вентиляцією. Це призводить до прискореного зносу обладнання і підвищеного енергоспоживання. Щоб уникнути подібного, необхідна єдина підсистема, яка об'єднає управління всіма засобами, які забезпечують мікроклімат будинку. З її допомогою температуру в будь-якій кімнаті можна відрегулювати прямо з настінної панелі або переносного пульта керування.



**Рис. 3.** Блок-схема алгоритму роботи підсистеми управління мікрокліматом розумного будинку

Господаря немає вдома, але підсистема повідомить йому про силу вітру, опади, температуру на вулиці і в приміщеннях, отримає і виконає накази – наприклад, відчинити вікна, щоб провітрити кімнати. Розпочнеться сильний вітер або дощ – автоматика їх зачиняє. У спекотний літній полудень увімкне кондиціонери й опустить жалюзі. У підсистемі мікроклімату також можливе створення різних сценаріїв роботи залежно від зовнішньої та внутрішньої ситуації.

Наприклад, коли необхідно приїхати в замський будинок, то подають команду з мобільного телефону або з Інтернету, і система "розумний будинок" підготує його до вашого приїзду. Блок-схему алгоритму роботи підсистеми управління мікрокліматом розумного будинку наведено на рис 3.

У кожному приміщенні підсистема підтримує індивідуальні параметри – температуру, вологість, приплив свіжого повітря. Причому залежно від вуличної температури і потрібної швидкості прогріву (або ж за бажанням господарів), вибирає і вмикає на необхідну потужність один або кілька теплових приладів – радіатори опалення, теплі підлоги, тепловентилятори, кондиціонери в режимі обігріву.

Щоб створити комфортні умови для сну, до ночі температура знизиться, а вранці – підвищиться. Якщо надовго їдете з дому, то в ньому встановлюється економічний режим (+15–16 °С). За три-чотири години до повернення можна дати команду телефоном або через Інтернет, і до потрібного моменту автоматика встановить у приміщеннях задані кліматичні параметри.

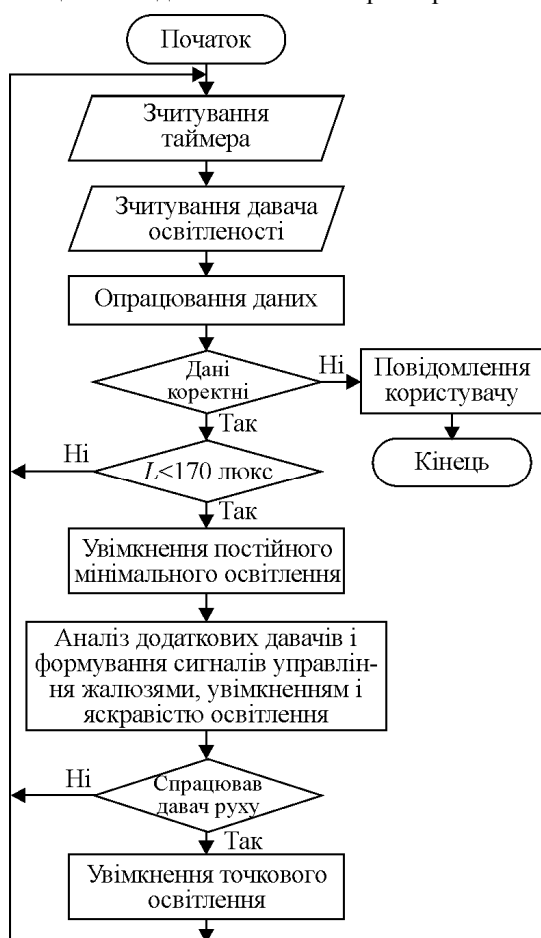


Рис. 4. Блок-схема алгоритму роботи підсистеми освітленням будинку

*Підсистема управління освітленням.* Управління освітленням – одна з найважливіших функцій розумного будинку, завдяки якій забезпечується не тільки особливий комфорт, а й значна економія споживаної електроенергії. У підсистемі управління освітленням за допомогою платформи Arduino, сенсорних пультів та інших засобів формуються сигнали управління настиінними панелями та джерелами світла в різних приміщеннях (зонах), а також створюються світлові картини в окремій кімнаті. Для цього у пам'ять системи завантажуються готові світлові сценарії, вибір одного з яких дає змогу увімкнути світильники, встановлені в різних частинах кімнати чи будинку. Основними завданнями підсистеми управління освітленням є формування сигналів управління: внутрішнім освітленням; зовнішнім освітленням; точковим освітленням; жалюзі; яскравістю освітлення.

Підсистеми управління освітленням працюють за алгоритмом, блок-схему якого наведено на рис. 4. У випадку, коли відбувся рух (наприклад, у разі входу в будинок або до ванної кімнати) – датчик активізується і передає сигнал на плату Arduino, яка формує сигнал увімкнення точкового освітлення.

**Висновки.** Показано, що апаратно-програмні засоби підсистем управління розумним будинком повинні зв'язати в єдиний комплекс різне обладнання, інженерні підсистеми будинку та забезпечувати адаптацію до вимог конкретного користувача.

Розроблено на базі платформи Arduino надійні та дешеві підсистеми управління мікрокліматом і освітленням, які управляються як за допомогою пультів, так із використанням Інтернету та забезпечують цілодобовий моніторинг будинку.

Використання розроблених підсистем управління мікрокліматом і освітленням забезпечує підвищення комфортності проживання мешканців і значне зменшення споживання енергоресурсів.

#### Перелік використаних джерел

- Home Sapiens. (n.d.). Home Sapiens – программное обеспечение умного дома. Retrieved from: <http://techvesti.ru/node/4627>. [In Russian].
- Hrytsiuk, Yu. I., Nazar, M. B., & Polishchuk, M. O. (2010). Alhorytmy ta metody styskannia danykh. *Visnyk Lvivskoho derzhavnoho universytetu bezpeky zhyttiedialnosti: zb. nauk. prats*, 4(1), 7–13. Lviv: Vyd-vo LDU BZhd. [In Ukrainian].
- Inzhenernye sistemy. (n.d.). Inzhenernye sistemy vashe kvartiry i doma. Retrieved from: <http://ingsvd.ru/main/smarthome>. [In Russian].
- Kliuiko, Yu. I., & Zlotenko, B. M. (2015). Rozrobka intelektualnoi systemy keruvannia osvittleniam "rozumnoho budynku". *Tekhnologii ta dyzain*, 2(15). Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/td\\_2015\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2015_2_8). [In Ukrainian].
- Medykovskiy, M. O., Tkachenko, R. O., Tsmots, I. H., Tsymbal, Yu. V., Doroshenko, A. V., & Skorokhoda, O. V. (2015). *Intelektualni komponenty intehrovanykh avtomatyzovanykh system upravlinnia*. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki. 315 p. [In Ukrainian].
- Obzornaia statia o sisteme "Umnyi dom". (n.d.). Retrieved from: <http://portfolio.textsale.ru/10/12343>. [In Russian].
- Tesliuk, V. M., Berezkyi, O. M., Berehovskiy, V. V., & Tesliuk, T. V. (2012). Rozrobliennia neurokontrolera dlia upravlinnia pidsystemoiu osvittlennia intelektualnogo budynku. *Zbirnyk naukovykh prats IP-ME im. H. Ye. Pukhova NAN Ukrainy*, 64, 137–143. [In Ukrainian].
- Umnyi Dom. (n.d.). Retrieved from: <http://electronic-home.com.ua/>. [In Russian].
- Vozmozhnosti Umnogo Doma. (n.d.). URL: [http://www.bau.ua/library/art-vozmozhnosti\\_umnogo\\_doma](http://www.bau.ua/library/art-vozmozhnosti_umnogo_doma). [In Russian].

## **СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ ПОДСИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ И ОСВЕЩЕНИЕМ УМНОГО ДОМА**

Сформированы требования к подсистемам управления микроклиматом и освещением умного дома, основными из которых являются: обеспечение комфортного микроклимата проживания, освещения и уменьшения потребления энергоресурсов. Определено, что обеспечить такие требования можно путем использования современных телекоммуникационных технологий и микроконтроллерных систем управления отоплением, кондиционированием, вентиляцией, температурой пола, внутренним и внешним освещением. Проанализированы аппаратно-программные средства, которые предлагает рынок для синтеза систем управления умным домом и показано, что недостатком таких средств является необходимость их адаптации к требованиям конкретного применения и относительно высокая цена, которая ограничивает их использование. Предложено для синтеза подсистем управления микроклиматом и освещением использовать готовые компоненты, реализуемые в виде готовых модулей. Показано, что подсистемы управления микроклиматом и освещением умного дома связывают в единый комплекс разнородное оборудование и инженерные системы дома. Разработаны, с использованием платформы Arduino, структуры подсистем управления микроклиматом и освещением умного дома, которые адаптируются к требованиям конкретного пользователя и обеспечивают повышение комфортности проживания, уменьшают потребление энергоресурсов и имеют невысокую стоимость. Основными компонентами разработанных подсистем управления микроклиматом и освещением является платформа (плата) Arduino, которая состоит из микроконтроллера Atmel AVR, элементов обвязки для программирования и интеграции с другими устройствами, датчиков освещенности, движения, температуры, влажности и силы ветра, средств обеспечения микроклимата – обогреватели, подогрев пола, газовый котел, увлажнители воздуха, вытяжки и жалюзи. Разработаны блок-схемы алгоритмов работы подсистем управления микроклиматом и освещением умного дома. Предложено для управления умным домом использовать как проводочные (существующие коммуникации), так и беспроводные (сеть Internet, мобильная связь) средства связи. Показано, что контроль и установление необходимых параметров в разработанных подсистемах управления микроклиматом и освещением умного дома может осуществляться с помощью как сенсорных пультов, так и мобильных приложений.

**Ключевые слова:** умный дом; подсистема управления; освещение; микроклимат; датчики; платформа Arduino; аппаратно-программные средства.

**I. G. Tsmots, R. M. Karpinets, R. V. Sydorenko**

*National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine*

## **THE STRUCTURE AND ALGORITHMS OF THE OPERATION OF CLIMATE CONTROL AND LIGHTING OF THE SMART HOUSE**

The authors have specified the requirements for the climate control subsystems and lighting of the smart house to be as follows: providing a comfortable microclimate of living; lighting and reducing energy consumption. We have determined that such requirements can be met by using modern telecommunication technologies and microcontroller systems for heating, air conditioning, ventilation, floor temperature, and internal and external lighting. The existing hardware and software offered on the market for the synthesis of smart house management systems are analyzed. We have shown that the disadvantage of such means is the need for their adaptation to the requirements of particular application and a relatively high price that can limit their use. We suggest using ready-made components available in the form of ready modules for the synthesis of climate control subsystems and lighting. The results of the study have shown that the subsystems of climate control and lighting of the smart house connect heterogeneous equipment and engineering systems of the house in a single complex. Using the Arduino platform, we developed the structure of the subsystems of climate control and lighting of the smart house, which suit the requirements of the individual user and provide improved living comfort, reduce energy consumption and have low cost. The main components of the developed climate control and lighting subsystems are the Arduino platform (board), consisting of the Atmel AVR microcontroller, strap elements for programming and integration with other devices, light sensors, movement, temperature, humidity and wind power, microclimate facilities such as heaters, floor heating, gas boiler, air humidifiers, hoods and blinds. The block diagrams of operation algorithms of the subsystems of climate control and lighting of intellectual house are developed. It is proposed to use both wired (existing communications) and wireless (the Internet, mobile communication) communication means for management of the smart house. It has been shown that monitoring and setting of necessary parameters in the developed subsystems of climate control and lighting of the smart house can be carried out using both touch-sensitive remote controls and mobile applications.

**Keywords:** smart house; control subsystem; lighting; microclimate; sensors; Arduino platform; hardware and software tools.