

УДК 004.94; 681.51

**МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО  
УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»  
В СЕРЕДОВИЩІ PROTEUS****Бойко А. М., Дроменко В. Б.**

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета.** Експериментальне дослідження автоматизованої системи оперативного управління параметрами «розумного будинку» в середовищі Proteus vsm.

**Методика.** У роботі використані методи комп'ютерного моделювання.

**Результати досліджень.** Проведено комп'ютерне моделювання системи в середовищі Proteus vsm, що дозволило відпрацювати коректність основних алгоритмів управління і налаштування початкових параметрів функцій системи.

**Наукова новизна.** Удосконалено підсистеми контролю клімату, управління освітленням, контролю безпеки та віддаленого управління, що забезпечує вищу надійність системи оперативного управління параметрами «розумного будинку».

**Практична значимість.** Зменшення розмірів управляючих пристроїв, оптимізація процесів управління параметрами, а також забезпечення значного зниження вартості реалізації системи без втрат відмовостійкості.

**Ключові слова:** автоматизована система управління, «розумний будинок», моделювання

Етап вибору апаратних засобів вкрай важливий при проектуванні систем управління. На даній стадії крім основних вимог системи визначаються її особливості, а також умови, в яких вона буде функціонувати. На основі всіх цих параметрів вибирається оптимальне обладнання для виконання поставленого завдання.

В основі розроблюваної автоматизованої системи оперативного управління параметрами «розумного будинку» пропонується застосувати багатофункціональну плату Arduino Mega 2560 в якості центрального керуючого пристрою, який відповідає за обробку інформації з датчиків і вироблення керуючих впливів на основі заданих алгоритмів і виставлених користувачем параметрів. Вимірювання температури і вологості повітря в приміщенні, а також за його межами в даній системі пропонується здійснюється за допомогою датчиків DHT11 і DHT22. З метою вимірювання тиску повітря буде застосовано датчик BMP180. У сукупності з датчиком освітленості для управління освітленням, а саме його автоматичним ввімкненням, в даній роботі застосовуються інфрачервоні датчики руху HS-SR501. Функція автоматичного регулювання яскравості освітлення в приміщеннях функціонує на підставі показань датчика освітленості, в якості якого використовується датчик BH1750. Однією з функцій

системи безпеки є попередження мешканців при загорянні в приміщенні або при витоку газу, для чого застосовується датчик широкого спектра газів MQ-2. Система «розумний будинок» має функцію оповіщення користувачів за допомогою SMS повідомлень, яка реалізується застосовуванням GPRS A6 Mini GSM модуль. Для відображення інформації про показники системи і налаштування параметрів «розумного будинку» застосовується рідкокристалічний дисплей Nokia 5110 LCD з роздільною здатністю 84 × 48 точок. Дистанційне керування системою всередині приміщення робить можливим управління системою на відстані. З цією метою застосовується інфрачервоний пульт дистанційного керування і приймач HX1838.

### ***Постановка завдання***

Невід'ємною частиною проектування будь-якої автоматизованої системи є її моделювання, під час якого створюється модель системи і перевіряється її працездатність. В процесі моделювання відбувається аналіз системи, визначаються її сильні і слабкі сторони, відбувається коригування помилок і недоліків, так як головне завдання моделювання – це виявлення і усунення недоліків системи до створення фізичної моделі.

Об'єктом дослідження є процес оперативного управління параметрами «розумного будинку». Предмет дослідження – методи і засоби створення оптимізованої компактної, доступної, проте надійної моделі автоматизованої системи оперативного управління параметрами «розумного будинку».

### ***Результати досліджень***

Для виконання завдання моделювання автоматизованої системи «розумний будинок» в роботі застосовується пакет програм для автоматизації проектування електронних схем Proteus vsm.

Система моделювання Proteus vsm містить велику кількість моделей різних пристроїв і елементів. Незважаючи на постійне оновлення і розширення бібліотек, не всі обрані раніше датчики присутні в базі даних Proteus vsm. Внаслідок даної проблеми, замість відсутніх датчиків були використані елементи, що дозволяють симулювати принцип роботи відсутнього обладнання та відпрацювати алгоритми системи управління. Отримана модель автоматизованої системи оперативного управління параметрами «розумного будинку» в середовищі Proteus vsm представлена на рис. 1.

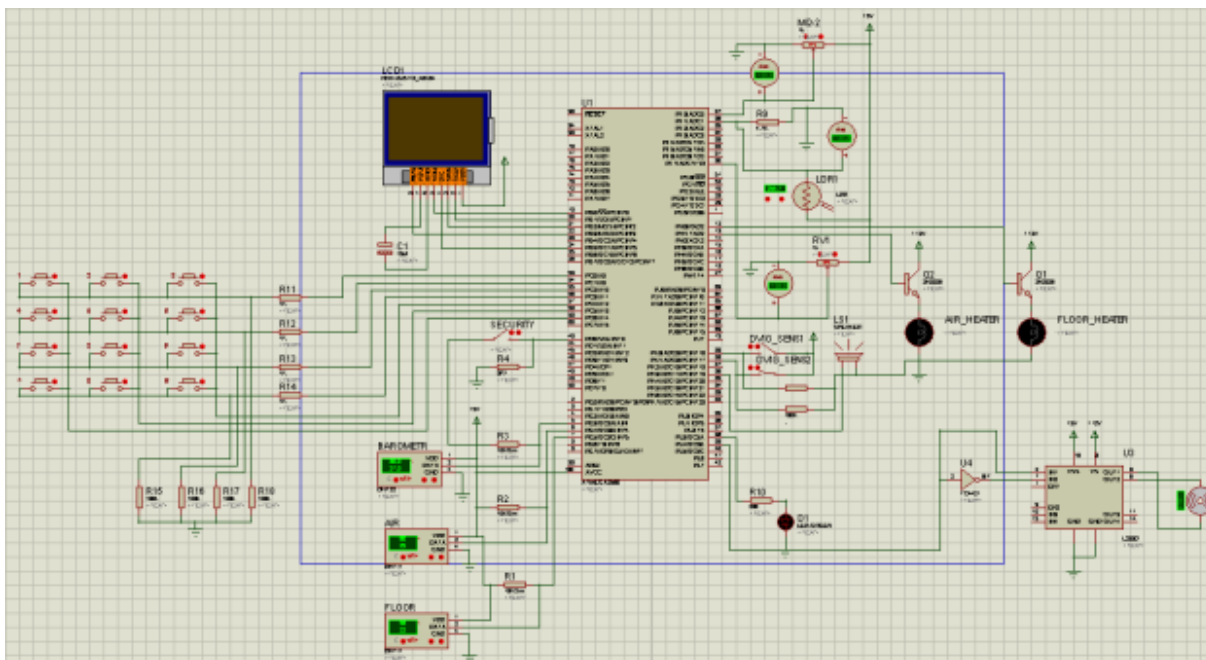


Рис. 1. Модель автоматизованої системи оперативного управління параметрами «розумного будинку»

Розглянемо докладніше кожен елемент моделі і позначимо функції системи, які він моделює.

Основою багатфункціональної плати Arduino Mega 2560 є 8-ми бітний мікроконтролер ATmega2560 фірми Atmel, який виконує роль центрального керуючого елемента автоматизованої системи оперативного управління параметрами «розумного будинку» і служить в якості моделі плати Arduino.

Виведення інформації в доступному користувачеві форматі необхідне для налагодження працездатності системи. Тому в Proteus vsm була додана бібліотека, яка містить модуль обраного графічного LCD дисплея Nokia n5110 з роздільною здатністю 84 × 48, схема його підключення представлена на рис. 2.

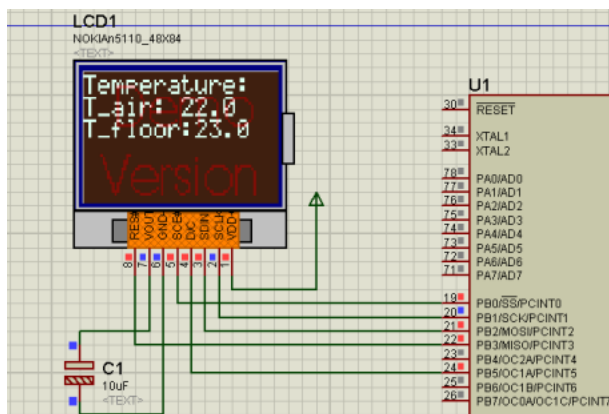


Рис. 2. Графічний дисплей Nokia n5110

Дисплей підключається до пінів PORTC через протокол SPI, що забезпечує швидку передачу даних на дисплей, а значить, робить інформацію, що відображається, актуальною для користувача. Завдяки даній моделі дисплея, були відпрацьовані функції меню, відображення показань з датчиків, а також виведення аварійних повідомлень від системи безпеки «розумного будинку». На рисунку на дисплей відображаються задані користувачем параметри температури повітря і підлоги, дані значення задаються за допомогою моделі матричної клавіатури.

Введення установок і управління системою здійснюється за допомогою матричної клавіатури. З цією метою була складена модель матричної клавіатури  $3 \times 4$ , що містить 12 функціональних клавiш і представлена на рис. 3.

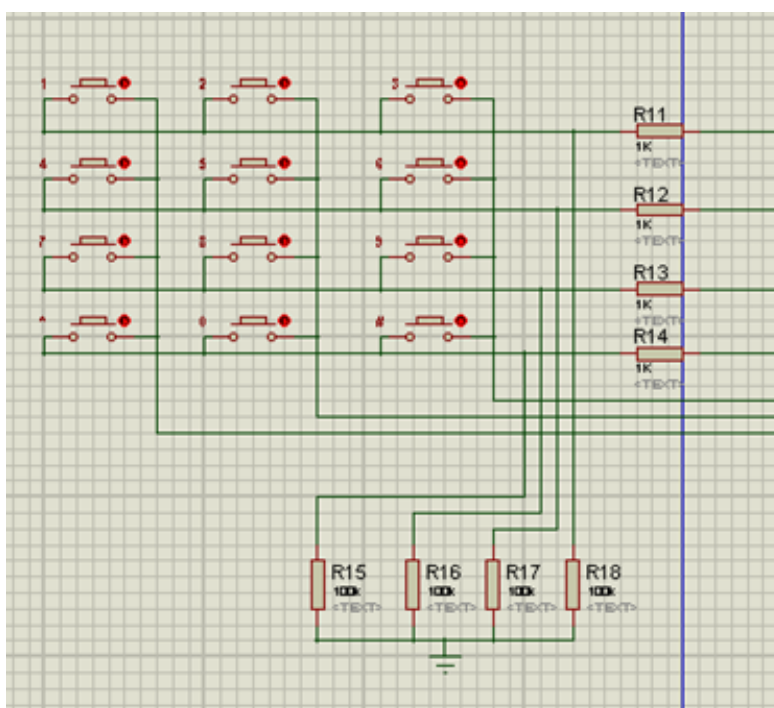


Рис. 3. Модель клавіатури

Дана модель повністю аналогічна реальній, підключення клавіатури до контролера здійснюється через PORTC. Піни порту з п'ятого по сьомий налаштовуються на вихід, а з нульового по четвертий на введення даних. Також кожна лінія зв'язку клавіатури з'єднується з землею через резистори R15-R18 для виключення перешкод і помилкових спрацьовувань, що дозволяє максимально наблизити процес управління системою «розумний будинок» до реального.

Практичність моделювання системи контролю мікроклімату в Proteus vsm полягає в наявності повноцінних моделей датчиків температури і вологості DHT 11 і DHT 22, представлених на рис. 4.

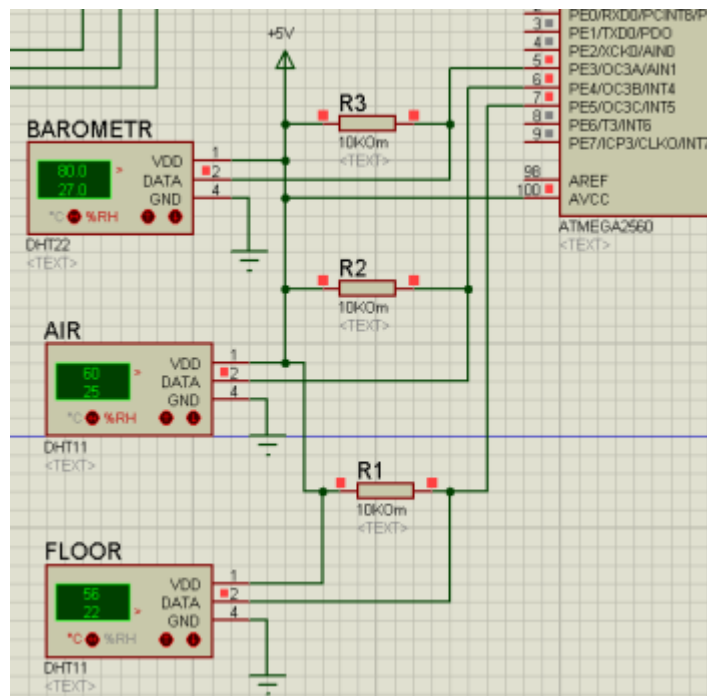


Рис. 4. Датчики температури та вологості DHT

Модель кожного датчика обладнана трьома кнопками, одна з яких відповідальна за перемикання параметра, що налаштовується (температури або вологості), а дві інші здійснюють збільшення і зменшення значення параметра. У моделі Proteus vsm представлені два датчики DHT 11, що визначають показання температури підлоги і повітря в кімнаті, а також датчик температури повітря на вулиці DHT 22. На основі свідчень даних датчика здійснюється управління виконавчими пристроями системи кліматичного контролю. В якості виконавчих елементів системи кліматичного контролю застосовуються вентилятор з регульованою швидкістю обертання, що моделюється двигуном постійного струму, і нагрівальний елемент, представлені на рис. 5. Заданими користувачем значеннями температури повітря є 22°C і підлоги 23°C (див. рис. 2). Відповідно до алгоритму управління кліматом, відбувається включення нагрівача підлогового покриття і вентиляції охолодження (див. рис. 5).

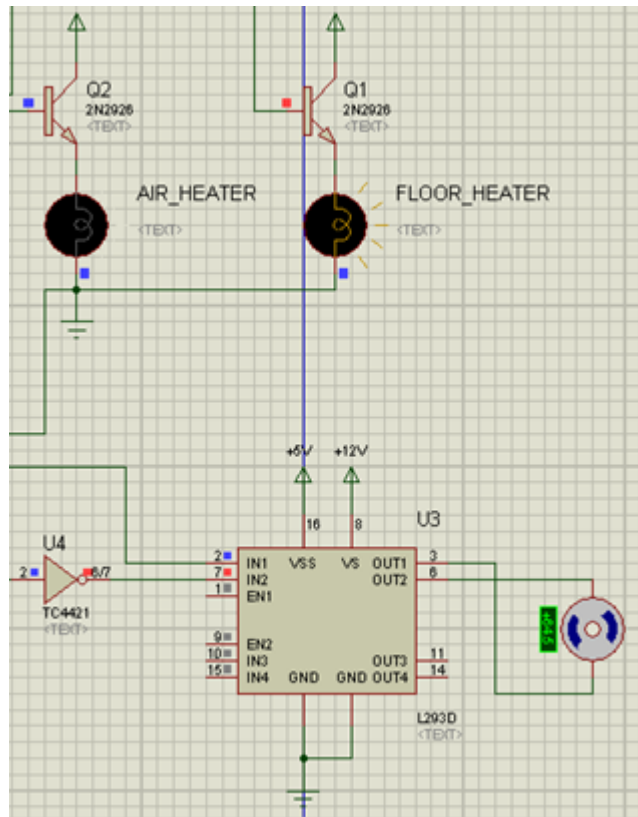


Рис. 5. Моделі вентилятора і нагрівача

Рівень освітленості в приміщенні вимірюється за допомогою фоторезистора, модель якого представлена на рис. 6.

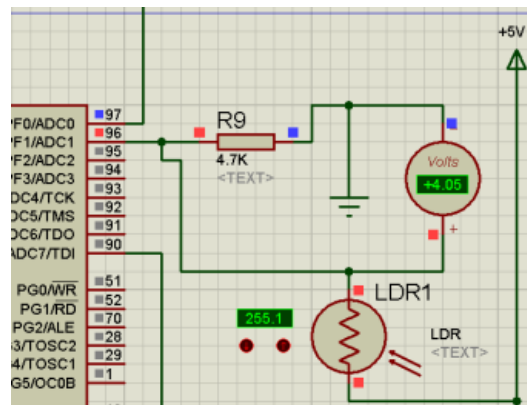


Рис. 6. Датчик рівня освітленості

Даний датчик є основним елементом в системі управління рівнем освітленості в приміщенні, дві кнопки дозволяють плавно змінювати показання і на їх основі налаштовувати роботу виконавчий елементів. Датчик підключається до аналогового піну номер 1 PORTF мікроконтролера, який використовується в якості 8-ми бітного

аналогово-цифрового перетворювача, що є достатнім для широкого діапазону обраних значень освітленості.

Виконавчими елементами для системи управління рівнем освітленості є світлодіодна стрічка, представлена на рис. 6 у вигляді зеленого світлодіода, яскравість якого, в залежності від налаштувань і рівня освітленості з фоторезистора, змінюється за допомогою широтно-імпульсної модуляції. Розглянемо приклад, коли користувачем обраний максимальний рівень освітленості, але поточного рівня освітлення в кімнаті не вистачає. В даному випадку показання з фоторезистора (див. рис. 6), не показують максимальне значення. Згідно із заданим алгоритмом функції налаштування рівня освітленості, максимальний її рівень відповідає значенням з аналогово-цифрового перетворювача в діапазоні від 240 до 255, інакше відбуватиметься збільшення значення широтно-імпульсної модуляції до значення, при якому буде забезпечено необхідний рівень пульсації світлодіода. Це видно з рис. 7, де за допомогою моделі осцилографа показаний початковий рівень сигналу і після роботи алгоритму.

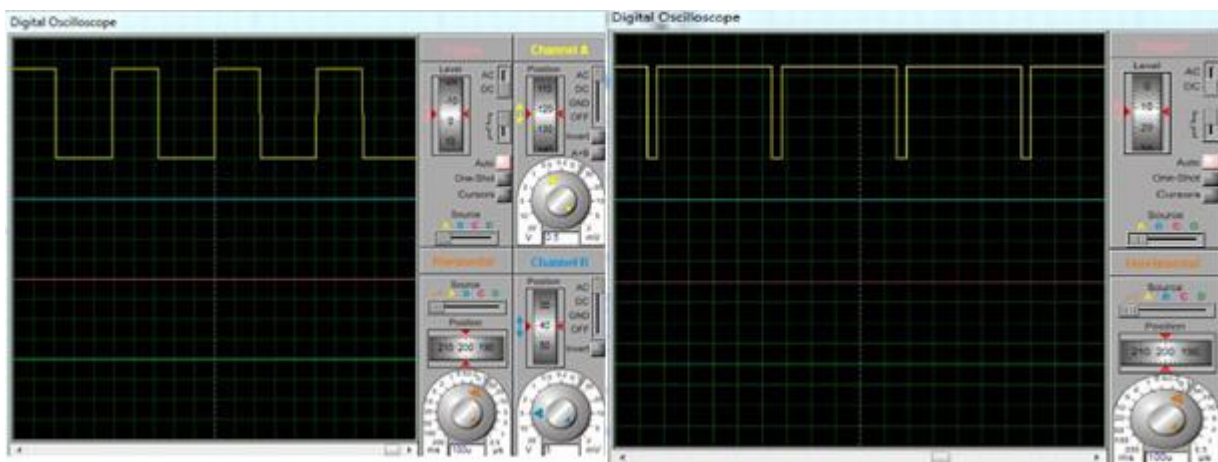


Рис. 7. Широтно-імпульсна модуляція сигналу управління яскравістю світлодіода

ІЧ датчики руху при спрацьовуванні видають сигнал високого рівня, тому для їх моделювання застосовуються ключі, зміною стану яких імітується спрацьовування датчиків. Освітлення включається тільки при спрацьовуванні хоча б одного датчика, тобто при замиканні ключа в моделі, це показано на рис. 8.



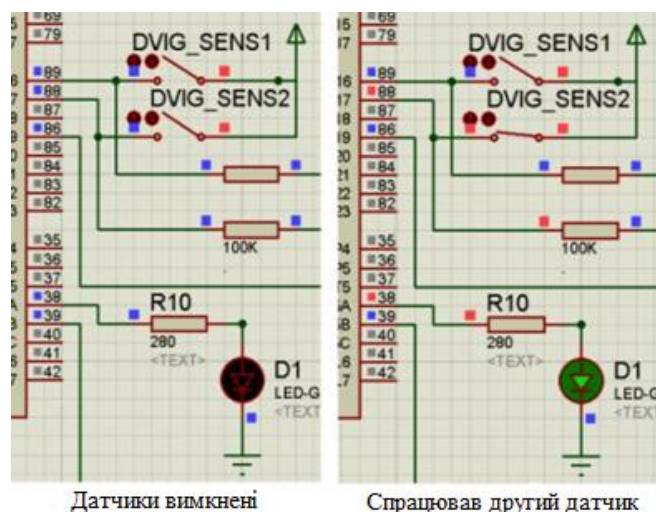


Рис. 8. Ввімкнення освітлення

Датчики руху застосовуються у функції безпеки, а саме при виявленні незаконного вторгнення у приміщення. Перехід в режим охорони здійснюється перемиканням ключа «SECURITY». Тоді при спрацьовуванні хоча б одного з датчиків руху на екран виводиться попередження «INTRUSION», як показано на рис. 9 і лунає звуковий сигнал.

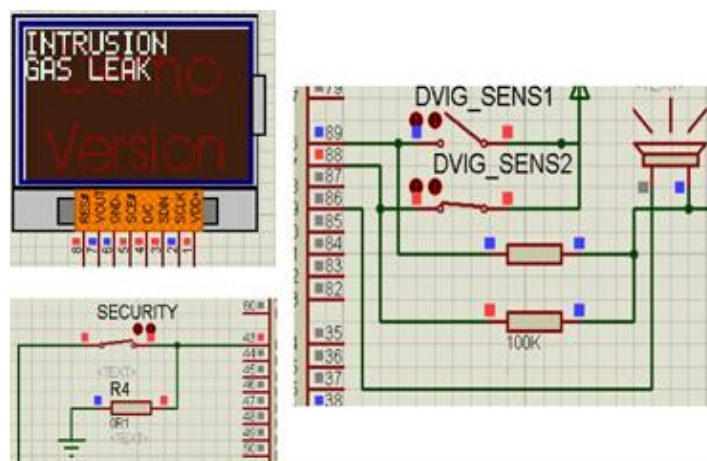


Рис. 9. Робота системи безпеки

Датчик диму MQ-2 видає аналоговий сигнал. Тому його робота імітується потенціометром, яким змінюється напруга, що подається на аналоговий вхід мікроконтролера. Спрацьовування сигналізації відбувається при значенні з датчика більше 124. Модель даного датчика представлена на рис. 10.



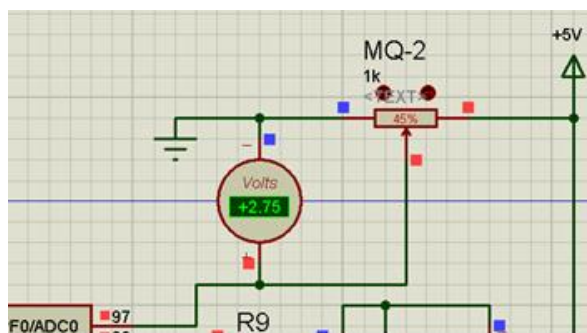


Рис. 10. Модель датчиків системи сигналізації та сирени

Згідно заданого алгоритму, при спрацьовуванні датчика на екран виводиться повідомлення про витік газу «GAS LEAK» (див. рис. 10).

### Висновки

Моделювання автоматизованої системи оперативного управління параметрами «Розумного будинку» в середовищі автоматизованого проектування Proteus vsm, дозволило по частинах налагодити основні алгоритми управління, однак великі витрати обчислювальних потужностей персонального комп'ютера при запуску моделювання і відсутність деяких моделей використовуваного обладнання, таких як датчик тиску bmp180, GSM-модуль, унеможливили перевірку працездатності як єдиного цілого.

### Список використаних джерел

1. Гололобов В.Н. Proteus VSM – русское руководство – изд. Labcenter Electronics Co., 2007. – 26 с.
2. Dorf Р. Современные системы управления / Dorf Р., Бишоп Р.; пер. с англ. Б. И. Копылова.– М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
3. Степанов С. PROTEUS для начинающих и не только / С. Степанов // РадиоЕжегодник. – 2013. – № 24. – 443 с.

### References

1. Gololobov, V.N. (2007). *Proteus VSM – russkoe rukovodstvo* [Proteus VSM – Russian manual] – Publ. Labcenter Electronics Co. [in Russian].
2. Dorf, R. & Bishop, R. (2002). *Sovremennye sistemy upravleniya* [Modern control systems]. (B. Kopylova, Trans.) – Moscow: Laboratoriya bazovykh znaniy [in Russian].
3. Stepanov, S. (2013). *PROTEUS dlya nachinayushchikh i ne tolko* [PROTEUS for beginners and more] RadioYezhegodnik, 24, 443 p. [in Russian].

**Boiko Andrii**  
[androB97@gmail.com](mailto:androB97@gmail.com)  
Kyiv National University of  
Technologies and Design

**Dromenko Valeriia**  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6360-0076>  
[dromenko.vb@knutd.edu.ua](mailto:dromenko.vb@knutd.edu.ua)  
Kyiv National University of  
Technologies and Design

**Моделирование автоматизированной системы оперативного управления параметрами «умного дома» в среде PROTEUS**

**Бойко А. М., Дроменко В. Б.**

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Экспериментальное исследование автоматизированной системы оперативного управления параметрами «умного дома» в среде Proteus vsm.

**Методика.** В работе использованные методы компьютерного моделирования.

**Результаты исследований.** Проведено компьютерное моделирование системы в среде Proteus vsm, что позволило отработать корректность основных алгоритмов управления и настройки начальных параметров функций системы.

**Научная новизна.** Усовершенствованы подсистемы контроля климата, управления освещением, контроля безопасности и удаленного управления, которое обеспечивает более высокую надежность системы оперативного управления параметрами «умного дома».

**Практическая значимость.** Уменьшение размеров управляющих устройств, оптимизация процессов управления параметрами, а также обеспечение значительного снижения стоимости реализации системы без потерь отказостойкости.

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления, «умный дом», моделирование

**Simulation of an automated system for the operational management of «smart home» parameters in the PROTEUS environment**

**Boiko A. M., Dromenko V. B.**

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**Purpose.** Experimental study of the automated system for the operational management of the parameters of the «smart home» in the environment Proteus vsm.

**Methodology.** Computer simulation methods are used.

**Findings.** Computer simulation of the system in the environment Proteus vsm was performed, which allowed to work out the correctness of the basic control algorithms and adjust the initial parameters of the system functions.

**Originality.** Improved are the subsystems of climate control, lighting management, security control and remote control, which provides the highest reliability of the system of operational management of the parameters of «smart home».

**Practical value.** Reducing the size of control devices, optimizing parameter management processes, a significant reduction in system implementation costs without loss of fault tolerance are provided.

**Keywords:** automated control system, «smart home», modeling