

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРОГРАМНОЇ  
ІНЖЕНЕРІЇ

**МАРКІВ ВАСИЛЬ АНДРІЙОВИЧ**

УДК 004.056.53

**СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ ДО РОЗУМНОГО БУДИНКУ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ ZIGBEE**

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж  
**Осухівська Галина Михайлівна,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент  
**Гащин Надія Богданівна,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №34 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд.1-603

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** На сьогоднішній день інформаційні технології все більше і більше інтегруються у наше повсякденне життя. Це призвело до створення та поширення так званих різноманітних «розумних систем», до яких відносяться і розумні будинки. Цілком зрозуміло, що до систем контролю доступу до розумних будинків ставиться ціла низка вимог, ключовими з яких є: надійність (мінімальна кількість помилок першого та другого роду); стабільність; зручність для особи та інші. Основними критеріями, за якими здійснюється контроль доступу є: інформація (у вигляді пароля чи PIN-кода), об'єкт (etoken, RFID-, пластикова або smart-картка), а також біометричні характеристики (відбиток пальця, малюнком сітківки ока тощо).

Дослідженнями, які стосувались контролю доступу, займалось багато вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких: Слабінога М.О., Семків Р.Ю., Даутов А.Л., Пуряев А.С., Антонов Ю.П., Тарасов С.Б., Павлюк В.Е., Юдін О.К., Весельська О.М. та багато інших.

Зокрема, ними розглядалися системи контролю доступу, як реалізація контрольно-пропускного режиму на програмному рівні; методи і засоби контролю доступу, побудовані на основі обліку часу; забезпечення системи пропускного контролю для обліку робочого часу; системи безпеки в готелях. Однією із важливих проблем, які виникають при функціонуванні таких систем є низький ступінь захищеності, який зумовлений як передаванням даних каналами зв'язку, так і методами контролю, які використовуються системою.

Тому дослідження системи контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу ZigBee є актуальним, а розробка надійної, дешевої та зручної такої системи є важливим науково-практичним завданням.

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є розробка апаратно-програмної системи контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу ZigBee.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Проаналізувати сучасні системи контролю доступу.
2. Сформулювати вимоги до системи контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу ZigBee.
3. Запропонувати алгоритм шифрування каналу зв'язку в системі контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу ZigBee.
4. Запропонувати методи здійснення контролю доступу до розумного будинку.
5. Розробити архітектуру системи контролю доступу до розумного будинку з використанням запропонованих методів.
6. Розробити алгоритмічне забезпечення системи контролю доступу до розумного будинку.
7. Розробити програмне забезпечення для центрального контролера запропонованої системи контролю доступу до розумного будинку.
8. Розробити макет системи контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу ZigBee.

### **Об'єкти і предмет дослідження.**

*Об'єкт дослідження* – процес контролю доступу до розумного будинку.

*Предмет дослідження* – система контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу ZigBee.

**Методи дослідження** базуються на основі використання методів системного аналізу, імітаційного моделювання, теорії проектування обчислювальних систем, а також математичного та комп'ютерного моделювання.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- Вперше запропоновано здійснювати контроль доступу до розумного будинку шляхом поєднання біометричного сканування відбитків пальців та радіочастотної ідентифікації (RFID) з метою підвищення рівня захищеності досліджуваної системи.

- Вперше, на основі поєднання запропонованих методів контролю доступу, розроблено архітектуру автономної системи контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу ZigBee, що дозволило здійснити її апаратно-програмну реалізацію.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати можуть бути використані для впровадження системи контролю доступу не тільки в розумних будинках, але і для здійснення контролю доступу до режимних об'єктів, транспортних засобів, спеціалізованих автоматизованих робочих місць.

**Апробація.** Окремі результати дипломної роботи оприлюднені на Всеукраїнському форумі студентів політехнічних університетів 26-28 квітня 2017 р. в м. Миколаїв, XX науковій конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя 17-18 травня 2017 р., VI науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» 12 – 13 грудня 2018 р.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 133 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність досліджень, сформульовано мету і задачі роботи, об'єкт, предмет, методи дослідження, описано наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

У **першому розділі роботи «сучасний стан досліджень в області інтелектуального контролю доступу»** проаналізовано публікації науковців на тему систем контролю доступу до розумного будинку. Розглянуто способи та методи досліджень в даній сфері. Обґрунтовано класифікацію систем контролю доступу. Висунуто вимоги до функціоналу, завадостійкості, неможливості злому та складності дублювання засобів ідентифікації. Визначено основні складові системи контролю доступу.

У **другому розділі «розробка системи контролю доступу до розумного будинку»** проведено огляд та порівняння протоколів безпроводної передачі даних. Здійснений аналіз сучасних технологій бездротового передавання даних показав, що

на сьогодні протокол передавання даних ZigBee найповніше відповідає меті реалізації контролю доступом на віддалених об'єктах. Вибрано компоненти для побудови системи контролю доступу. Проаналізовано алгоритм шифрування протоколу ZigBee. Побудовано математичну модель електроспоживання автономної системи контролю доступу. Описано структуру системи інтелектуального доступу.

У третьому розділі «практична реалізація системи контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу ZigBee» побудований алгоритм роботи програмної частини системи контролю доступу для розумного будинку. Розглянуто базову структуру програмування Arduino. Досліджено синтаксис мови програмування. Проведено огляд використаних в програмі бібліотек. Написано програму для контролера системи контролю доступу.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено обґрунтування, яке надає загальну закінченість дипломного проекту, дозволяє підвищити рівень сприйняття проблеми, зв'язати воедино технічні та економічні аспекти розв'язуваної задачі і з цієї позиції оцінити проведену роботу в комплексі, і в результаті добитися максимальної повноти і чіткості техніко–економічного опрацювання проекту та в кінцевому підсумку підвищити якість.

П'ятий розділ роботи «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях». У даному розділі розглянуто основні нормативні документи з питань охорони праці як державного так і галузевого значення, які врегульовують питання захисту людського життя на підприємстві, здійснено огляд основних вимог до робочого місця користувача ВТД. Заходи щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях та заходи захисту населення і умовах стихійних лих та техногенних катастроф, які ґрунтуються на вимогах Кодексу цивільного захисту України, рішеннях уряду в яких передбачена низка заходів для злагоджених дій єдиної державної систем цивільного захисту щодо прогнозування надзвичайних ситуацій, усунення факторів, що сприяють їх виникненню в галузях та сферах суспільного життя, порушення функціонування яких може завдати шкоди життєво-важливим національним інтересам України.

Шостий розділ роботи «Екологія». В даному розділі розкрито суть альтернативної енергетики, проведено оцінку потенціалу поновлювальної енергетики в Україні, відображено ефективність використання альтернативних джерел енергії. Кореляційний аналіз приводить до висновку, що отримані результати моделювання є істотними і можуть служити основою прогнозування обсягу викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря в залежності від кількості джерел викидів.

## ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розглянуто актуальну задачу розробки системи контролю доступу до розумного будинку. При цьому отримано такі основні результати:

- 1) В результаті аналізу літературних джерел встановлено, що розробка системи контролю доступу до розумного будинку є актуальною задачею в наш час.
- 2) З метою розробки системи контролю доступу до розумного будинку проаналізовано аналогічні системи, здійснено їх класифікацію, а також

сформульовано вимоги до функціоналу, завадостійкості, захищеності від злому та складності дублювання засобів ідентифікації осіб в них.

3) На основі аналізу сучасних засобів ідентифікації користувачів в системах контролю доступу та з врахуванням особливостей їх побудови, запропоновано здійснювати контроль доступу до розумного будинку в розроблювальній системі шляхом поєднання біометричного сканування відбитків пальців та радіочастотної ідентифікації (RFID).

4) В результаті проведеного аналізу протоколів безпроводної передачі даних обґрунтовано використання протоколу ZigBee в системах контролю доступу до розумного будинку та запропоновано шифрування каналу зв'язку в системі здійснювати за алгоритмом AES-128.

5) Розроблено алгоритм спрацювання системи контролю доступу до розумного будинку на основі поєднання біометричного сканування відбитків пальців та радіочастотної ідентифікації (RFID).

6) З метою реалізації автономної системи контролю доступу до розумного будинку з використанням біометричного сканування відбитків пальців та радіочастотної ідентифікації (RFID) розроблено її архітектуру.

7) Розроблено програмне забезпечення центрального контролера запропонованої системи контролю доступу до розумного будинку.

8) Розроблено макет системи контролю доступу до розумного будинку з біометричним скануванням відбитків пальців та радіочастотною ідентифікацією (RFID) з використанням протоколу ZigBee.

9) Встановлено, що перевагами запропонованої системи контролю доступу до розумного будинку є: надійність її роботи, низька вартість компонентів, енергоефективність, можливість розширення її функціонального використання для об'єктів різного призначення, таких як: режимні об'єкти, транспортні засоби, спеціалізовані автоматизовані робочі місця.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Камаєв В. Р. Система контролю доступу для розумного будинку [Електронний ресурс] / В. Р. Камаєв, В. А. Марків, В. В. Мисько. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: [http://mishatronic.ucoz.ua/articles/zbirnik\\_forum.pdf](http://mishatronic.ucoz.ua/articles/zbirnik_forum.pdf).

2. Марків В. А. Комп'ютерна система автентифікації осіб [Електронний ресурс] / В. А. Марків, Г. М. Осухівська канд. техн. наук, доц., Ю. З. Лецишин, канд. техн. наук, А. М. Луцків канд. техн. наук, доц. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/20740>.

3. Марків В. А. Система контролю доступу до розумного будинку з використанням протоколу Zeegbe [Електронний ресурс] / В. А. Марків. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/26357/1/FIS\\_2018.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/26357/1/FIS_2018.pdf).

## АНОТАЦІЯ

### **Марків В.А. СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ ДО РОЗУМНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ ZIGBEE.**

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 123 – Комп'ютерні системи та мережі. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя 2018.

У дипломній роботі проаналізовано публікації науковців на тему систем контролю доступу до розумного будинку. Розглянуто способи та методи досліджень в даній сфері.

Проведено огляд та порівняння протоколів безпроводної передачі даних. Вибрано компоненти для побудови системи контролю доступу. Проаналізовано алгоритм шифрування протоколу ZigBee. Побудовано математичну модель електроспоживання автономної системи контролю доступу.

Побудований алгоритм роботи програмної частини системи контролю доступу для розумного будинку. Проведено огляд використаних в програмі бібліотек. Написано програму для контролера системи контролю доступу.

**Ключові слова:** контроль доступу, ідентифікація, протокол ZigBee, розумний будинок.

## ANNOTATION

### **Markiv V.A. ACCESS CONTROL SYSTEM TO SMART HOUSE USING ZIGBEE PROTOCOL.**

Degree work for obtaining an educational master's degree 123 - Computer systems and networks. - Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, 2018.

The dissertation analyzes publications of scientists on the issues of control systems and access control to a smart home. Methods and methods of research in this field are considered.

A review and comparison of wireless data transmission protocols was conducted. The components for building an access control system are selected. The ZigBee encryption algorithm is analyzed. A mathematical model of the power consumption of an autonomous access control system is constructed.

The algorithm of the program part of the control and access control system for a smart home is constructed. A review of the libraries used in the program was conducted. A program for the access control controller is written.

**Keywords:** access control, identification, ZigBee protocol, smart home.