

УДК 004.51

**М. А. Годовиченко**, канд. техн. наук,  
**М. А. Кадацький, Д. І. Зайцева**

### **КОНТРОЛЬ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ ДО ПРИМІЩЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ MQTT I BLUETOOTH**

***Анотація.** Представлена інформаційна система контролю і управління доступом до приміщень, яка заснована на використанні бездротових технологій передачі даних і мобільного пристрою під керуванням ОС Android. Проведено огляд аналогів в даній предметній області. Розглянуто деякі практичні аспекти розробки системи, зокрема, вибір апаратних складових, програмне забезпечення віддаленого сервера, опис роботи мобільного застосування.*

***Ключові слова:** розумний будинок, інтернет речей, розумний замок, модуль управління, бездротові технології, bluetooth, mqtt, esp8266, ОС Android, HC-05*

**М. Hodovychenko**, PhD.,  
**М. Kadatskyi, D. Zayceva**

### **MQTT AND BLUETOOTH AIDED RESTRICTED AREA ACCESS MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM**

***Abstract.** The development of hardware and software technologies in the last decade has made possible the widespread adaptation of automated dwelling control systems, under the general title "smart house". However, in practice, the individual nature of implementing such systems, the use of technologies that require expensive installation work, as well as the expensive hardware and software is a significant deterrent to the widespread implementation of such systems. Standardization of such systems, the use of lower-cost technologies will make the living premise automation systems more accessible to the common man. Web-service and bluetooth aided restricted area access management information system was considered. The system is based on the use of cheap wireless data transmission technologies and smartphone running Android. Some practical aspects of the development of the system were considered, in particular, software at the remoted server, the question of choice of hardware devices, the functionality of the mobile application.*

***Keywords:** smart home, smart lock, internet of things, control module, wireless technology, operating system Android, bluetooth, mqtt, esp8266, HC-05*

**Н. А. Годовиченко**, канд. техн. наук  
**М. А. Кадацкий, Д. И. Зайцева**

### **КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ К ПОМЕЩЕНИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MQTT И BLUETOOTH**

***Аннотация.** Представлена информационная система контроля и управления доступом к помещениям, которая основана на использовании беспроводных технологий передачи данных и мобильного устройства под управлением ОС Android. Проведен обзор аналогов в данной предметной области. Рассмотрены некоторые практические аспекты разработки системы, в частности, выбор аппаратных составляющих, программное обеспечение удаленного сервера, описание работы приложения.*

***Ключевые слова:** умный дом, интернет вещей, умный замок, модуль управления, беспроводные технологии, bluetooth, mqtt, esp8266, ОС Android, HC-05*

**Актуальність роботи.** Розвиток апаратних і програмних технологій в останнє десятиліття зробив можливим широке впровадження різних інформаційних систем в повсякденне життя звичайної людини.

За оцінками аналітиків корпорації Cisco - період з 2008 по 2009 рік, вважається «справжнім народженням Інтернету речей», так як, саме в цьому проміжку кількість пристро-

їв, підключених до глобальної мережі, перевищила чисельність населення Землі, тим самим «Інтернет людей» став «Інтернетом речей» [1].

Під терміном «Інтернетом речей», мають на увазі концепцію взаємодії звичних в побуті речей за допомогою високошвидкісних обчислювальних мереж. У широкому розумінні «Інтернет речей» – це не просто безліч різних приладів і датчиків, об'єднаних між собою дротяними і бездротовими каналами зв'язку і підключених до мережі Інтернет, а

© Годовиченко М.А., Кадацький М.А.,  
Зайцева Д.І., 2016

це більш тісна інтеграція реального та віртуального світів, в якому основну роль відіграє «спілкування між людьми і різного роду пристроями».

Екосистема «Інтернету речей» настільки широка, що зараз охоплює практично усі сфери діяльності людини. Останні роки набирає популярність комплекс систем автоматизованого управління житловими приміщеннями, об'єднаного під загальною назвою «Розумний будинок» (іноді вживається термін «Цифровий будинок») [2 – 4].

Під даним терміном прийнято розуміти централізовану автоматизовану систему управління ресурсами та комунікаціями житлового приміщення з метою підвищення рівня комфорту проживання, безпеки та енергозбереження.

Не дивлячись на те, що розробки в даній області були розпочаті більш десяти років тому, на даний момент, особливо в нашій країні, технології автоматизованого управління житловим приміщенням мало поширені і є, скоріше, екзотичною «іграшкою» для забезпечених людей [5].

Цьому сприяє індивідуальний характер впровадження подібного роду систем, використання технологій, які вимагають дорогих монтажних робіт, а також дорогого апаратного і програмного забезпечення.

Отже, якнайшвидшому поширенню систем «Розумний будинок» може сприяти їх стандартизація, використання більш дешевих технологій, які менш вимогливі до апаратного та програмного забезпечення [6].

Зниження вартості впровадження подібних систем можна досягти за рахунок зниження вартості їх окремих вузлів [7].

Сучасні системи, завдяки стрімкому розвитку бездротових технологій передачі інформації, використовують мобільні (смартфон, планшет) пристрої, що дозволяють приймати і отримувати інформацію за допомогою технології Wi-Fi [9].

Мобільні пристрої є більш дешевими. А їх використання дозволяє істотно підвищити привабливість, простоту управління, а також функціональні можливості систем. Недоліком даного підходу є необхідність додаткових витрат на установку обладнання для бездротового обміну даними, а також розробку

відповідного програмного забезпечення для мобільних пристроїв [10 – 11].

**Метою роботи** є розробка комбінованого підходу до побудови підсистеми контролю та управління доступом до приміщення, який поєднує переваги бездротових технологій передачі даних і мобільного пристрою в якості електронного ключа.

#### Огляд аналогів ІС.

Можна виділити декілька програмних продуктів-аналогів, які найкраще зарекомендували себе на даний момент :

– August (200 у.о.) – вбудовано тільки Bluetooth та Wi-Fi, є можливість створювати необмежену кількість електронних ключів. Можливість віддаленого доступу купується окремо. У застосованні для Android не вистачає фундаментальних налаштувань (рис. 1, а).

– Locitron (180 у.о.) - вбудовано Wi-Fi, Bluetooth, NFC, досить великий розмір конструкції, необхідно встановлювати на дерев'яні двері. (рис. 1, б).

– Goji (278 у.о.) – є самостійним пристроєм у якому поєднанні Bluetooth та WiFi, наявні застосовання для iOS, Android, у наявності камера, що робить знімки при кожному використанні замку, через що заряд від батареї закінчується раніше аналогів (рис. 1, в).

– Kevo Lock (219 у.о.) – працює з Wi-Fi та Bluetooth, але керувати замком можна тільки зі смартфонів з iOS. Можливість віддаленого доступу купується окремо (рис. 1, г).

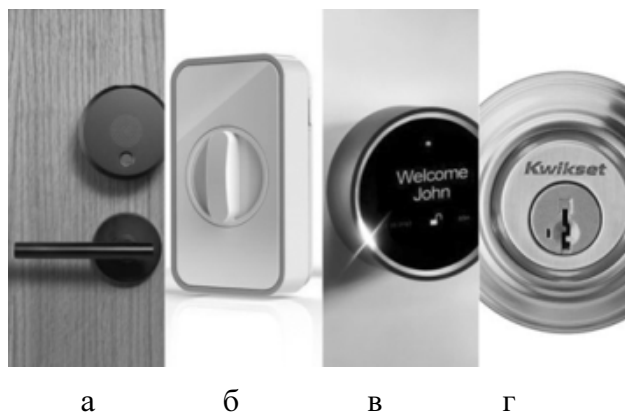


Рис. 1. Зовнішній вигляд «Розумних замків» різних виробників:

а – August; б – Locitron; в – Goji; г – Kevo

Серед існуючих аналогів можна виділити наступні недоліки, які були враховані при розробці власної системи :

- висока ціна;
- відсутність мобільного застосування для Android, що робить використання неможливим для великої кількості населення;
- працездатність тільки на одному типі дверей;
- додаткові витрати на віддалений доступ та створення нових електронних ключів.

### Розробка інформаційної системи

Інформаційна система контролю та управління доступом складається з наступних частин (рис. 2).

1. Апаратна частина пристрою.
2. Програмне забезпечення на віддаленому серверу.
3. Мобільне застосування.

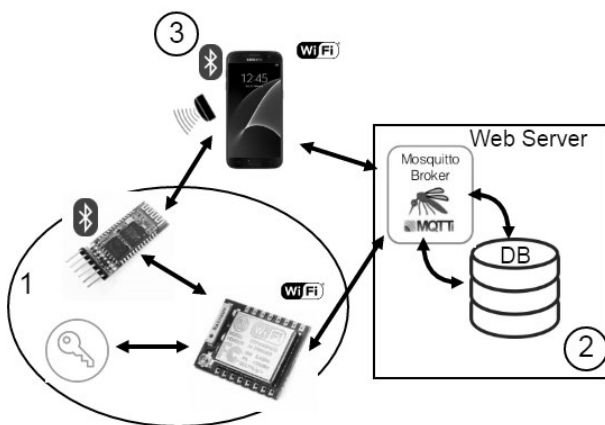


Рис. 2. Структурні компоненти системи

### Апаратна частина пристрою

Нещодавно підтримка пристроєм Wi-Fi з'єднання була дорога, громіздка і не енергоефективна. Але у 2014 році відразу кілька виробників оголосили про випуск мікросхем, що позбавлені цих недоліків. Серед таких виробників слід зазначити компанію Espressif, плати ESP8266, на базі Wi-Fi чипу, яка вважається одною з найдешевших на ринку.

У якості керуючого мікроконтролера використовується ESP8266 – 7 ревізії, вартість якого становить 4 у.о. (рис. 3). Цей чип має свої інтерфейси SPI, UART, а також порти GPIO, таким чином модуль можна використовувати автономно без Arduino і інших плат з мікроконтролерами.



Рис. 3. Wi-Fi модуль – ESP8266/07

Зв'язок мікроконтролера та мобільного пристрою здійснюється за допомогою Bluetooth модуля – HC-05 (вартість – 3 у.о.), що з'єднаний з чипом через інтерфейс UART (рис. 4).

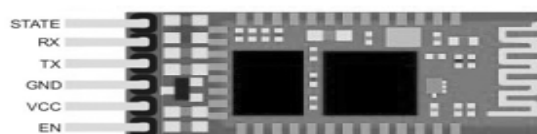


Рис. 4. Bluetooth модуль HC-05

У якості замикаючого механізму використовується електронний замок (вартість – 47 у.о.), що має керуючі виходи на відкриття та закриття відповідно (рис. 5).

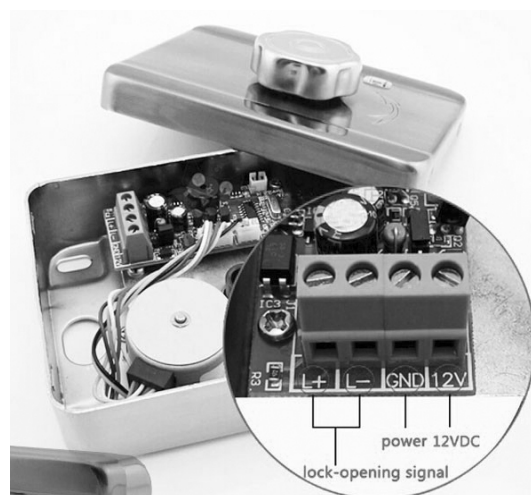


Рис. 5. Зовнішній вигляд електронного замку з керуючими виходами

### Програмне забезпечення віддаленого серверу

Для керування пристроєм віддалено через Інтернет, використовується мережевий протокол MQTT, що працює поверх TCP / IP та використовується для обміну повідомленнями між пристроями за принципом вида-

вещь (англ. publish) – передплатник (англ. subscriber) [12].

Використання даного протоколу обумовлено його наступними перевагами:

- шаблон проектування видавець-передплатник дає можливість пристроям виходити на зв'язок і публікувати повідомлення;
- знижено навантаження на канал зв'язку;
- робота в умовах постійної втрати зв'язку або інших проблем на лінії;
- немає обмежень на формат переданого контенту.

У якості серверу використовується віддалений хост-комп'ютер з наступним програмним забезпеченням:

- операційна система – Ubuntu 16.04;
- PHP 5.5;
- MySQL – база даних для користувачів, ключів та замків;
- libmosquitto 1.2.4 – MQTT Broker.

### Мобільне застосування

На даний момент, на ринку присутні мобільні пристрої під управлінням трьох операційних систем: Android, iOS і Windows Phone.

В якості операційної системи була обрана ОС Android через дешевизну пристроїв під управлінням цієї ОС, а також через те, що відкритість платформи дозволяє широке нецільове використання таких пристроїв.

Мобільне застосування дає можливість керувати замком і електронними ключами, отримувати повідомлення і переглядати історію використання.

У розробленій інформаційній системі передбачені наступні рівні користувачів:

- власник замку може керувати станом замку, створювати за допомогою застосування електронні ключі, відкривання доступу до приміщення для окремої людини;
- гість може відчиняти або зачиняти замок тільки при наявності електронного ключа, отриманого через мобільне застосування від власника.

У мобільному застосуванні наявні наступні типи електронних ключів:

- гостьові – дають доступ до приміщення протягом 24 годин, після чого видаляються;

– електронні ключі за розкладом – дають змогу власнику замку самостійно регулювати часи та дні, за якими ключі будуть надавати доступ до приміщення;

- постійні – стаціонарний доступ до керування станом замку.

Після авторизації у застосуванні користувачу відкривається перелік замків, до яких він має доступ. Обираючи необхідний замок, користувач переходить на головний екран керування замком, з якого може виконувати основні функції мобільного застосування.

Bluetooth з'єднує пристрій та мобільний телефон, якщо користувач знаходиться поряд з замком.

Сценарій роботи мобільного застосування використовуючи Bluetooth (рис. 6):

1. Мобільне застосування відсилає електронний ключ мікроконтролеру через Bluetooth.

2. Мікроконтролер відправляє цей ключ на MQTT брокеру через Wi-Fi.

3. Сервер перевіряє переданий ключ. В залежності від того чи є доступ у цього ключа до замку, сервер відправляє брокеру стан замку. Мікроконтролер використовуючи MQTT з'єднання отримує з брокеру стан замку через Wi-Fi.

4. Мікроконтролер відправляє стан замку через Bluetooth у мобільне застосування.

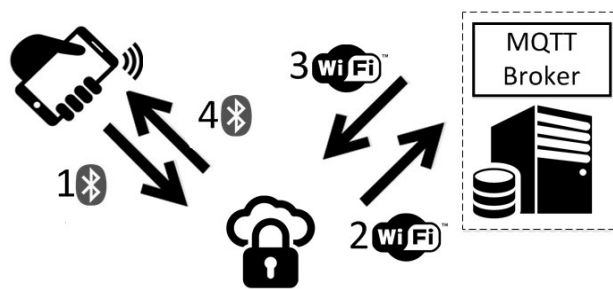


Рис. 6. Сценарій використання мобільного застосування використовуючи Bluetooth

Wi-Fi дозволяє керувати замком віддалено з будь-якої точки світу через Інтернет. Сценарій роботи мобільного застосування використовуючи Wi-Fi (рис. 7).

1. Мобільне застосування відсилає електронний ключ брокеру через Wi-Fi.

2. Сервер перевіряє переданий ключ. В залежності від того чи є доступ у цього ключа до замку, сервер відправляє брокеру стан замку.

3. Мікроконтролер та мобільне застосування використовуючи MQTT з'єднання отримують з брокеру стан замку через Wi-Fi.

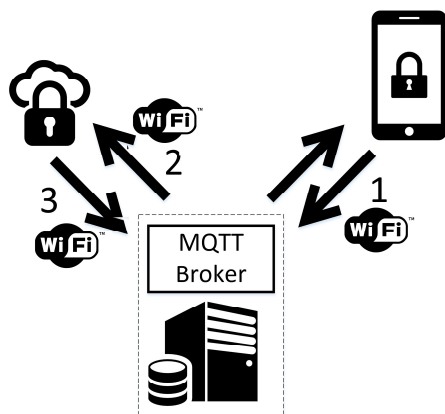


Рис. 7. Сценарій використання мобільного застосування використовуючи Wi-Fi

### Висновки.

Розроблена інформаційна система управління дозволила значно зменшити підсумкову вартість впровадження системи «Розумний будинок», а також дозволила спростити процес впровадження системи - за рахунок використання бездротових технологій. Затрати на апаратну частину пристрою склали лише \$54, що є значно нижче у порівнянні з аналогами. Також відсутні додаткові витрати на віддалений доступ та створення нових електронних ключів.

Підключення до Інтернету відкриває нові можливості до модернізації розробленої системи у майбутньому. У якості розширення функціоналу планується реалізація каналу зв'язку через протокол Zig-Bee, що широко використовується у системах «Розумний будинок». Також додавання NFC дозволить прискорити роботу існуючої системи, оскільки замість виконання інструкцій погодженням для ідентифікування Bluetooth-пристроїв – зв'язок між двома пристроями NFC встановлюється відразу.

Недоліками представленої системи можна вважати великий розмір самого замку, а

також відсутність кроссплатформного застосування для управління пристроєм.

### Список використаної літератури

#### References

1. Mattern Friedemann, and Christian Floerkemeier, (2010), From the Internet of Computers to the Internet of Things, *Informatik-Spektrum* 33 (2), pp. 107 – 121.
2. Bregman D., (2010), Smart Home Intelligence – The eHome that Learns, *International Journal of Smart Home*, Vol. 4, pp. 35 – 46.
3. Chan M., Esteve D., and Escriba C., (2008), A review of Smart Homes – Present State and Future Challenges, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, Vol. 9, pp. 55 – 81.
4. Jia H., Chuang H., and Wu X., (2009), Long-term Effect of home Telehealth Services on Preventable Hospitalization use, *Journal of Rehabilitation Research & Development*, Vol. 46, pp. 557 – 566.
5. Tashio T., (2007), Welfare Techno-Houses, *The Open Medical Informatics Journal*, Vol. 1, pp. 1 – 7.
6. Forootan Z., and Rajabzadeh A., (2011), A Multi-Purpose Scenario-based Simulator for Smart House Environments, *International Journal of Computer Science and Information Security*, Vol. 9, pp. 13 – 18.
7. Manashty A., and Rajabzadeh A., (2010), A scenario-based Mobile Application for Robot-Assisted Smart Digital Homes, *International Journal of Computer Science and Information Security*, Vol. 8, pp. 89 – 96.
8. Helal S., and King H., (2005), The Gator Tech Smart House: a Programmable Pervasive space, *Computer*, Vol. 38, pp. 50 – 60.
9. Bischoff U., and Kortuem G., (2007), A compiler for the Smart Space, *Ambient Intelligence European Conference*, Vol. 5, pp. 121 – 129.
10. Mennicken S., and Vermeulen J., (2014), From today's Augmented houses to tomorrow's Smart homes: new Directions for home Automation Research, *International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, Vol. 14, pp. 105 – 115.

11. Ball M., and Callaghan V., (2012), *Managing Control, Convenience and Autonomy: A Study of Agent Autonomy in Intelligent Environments, Ambient Intelligence and Smart Environments*, Vol. 55, pp. 159 – 195.

12. Bryan Boyd, *Building Real-time Mobile Solutions with MQTT and IBM Message Sight*. IBM Redbooks, (2014) pp. 8 –14.

Отримано 05.06.2016



**Годовиченко**

Микола Анатолійович,  
канд. техн. наук, доц.  
каф. Інформаційних систем  
Одеського нац. політехн. ун-ту,  
м/т: +3(068)2619923.  
E-mail:  
nick.godov@gmail.com



**Кадацький**

Максим Анатолійович,  
студент кафедри Інформаційних систем  
Одеського нац. політехн. ун-ту,  
м/т: +3(063)4265935.  
E-mail:  
max.kadatsky@gmail.com



**Зайцева**

Дарина Ігорівна, студентка  
каф. Інформаційних систем  
Одеського нац. політехн. ун-ту,  
м/т: +3(063) 8066766.  
E-mail:  
zay.daria@gmail.com