

Повышение безопасности и надежности умных замков

А. Ухов, д. т. н.¹, В. Герасимов², Л. Селиванов³, В. Симон⁴

УДК 683.336:621.396 | ВАК 05.27.01

«Умными» принято называть технологии повышения жизненного комфорта. Такие технологии входят практически во все сферы жизни, и умный замок (также известен как смарт-замок или smart lock) является хорошим примером подобных устройств. Рынок умных замков сегодня быстро растет. В статье рассмотрена новая конструкция умного замка с двумя каналами связи, рассчитано его энергопотребление и обосновано преимущество использования дополнительного канала связи для повышения безопасности и надежности замка.

Разрабатывая любое сложное потребительское устройство, в первую очередь необходимо понимать, что требуется конечному потребителю. Масштабные исследования показали, что большинство потребителей считают самым главным для умных замков безопасность, а уже затем простоту использования. Сохранность имущества, а, возможно, и личная безопасность зависят от качества и надежности замка. Периодически появляющиеся сообщения о «взломе» смарт-устройств приводят к тому, что потенциальные потребители отказываются приобретать такие устройства из-за их недостаточной безопасности. Поэтому для расширения рынка необходимо повысить надежность и безопасность умных замков, поскольку потребители будут доверять только таким устройствам.

На отечественном рынке в настоящее время представлены умные замки исключительно иностранного производства, что приводит к увеличению их стоимости и ограничивает возможности по их обслуживанию. Кроме того, подобные изделия не могут быть интегрированы в отечественные охранные системы, либо такая интеграция будет иметь существенные

ограничения. Для решения данных проблем научно-техническая и коммерческая фирма «Си-Норд» совместно с Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина) в рамках проекта «Автоматизированная система интеллектуальной защиты жилой, коммерческой и общественной недвижимости с использованием облачных вычислений» разработала умный замок (рис. 1), имеющий ряд преимуществ по сравнению с зарубежными аналогами:

- существенно более простая кинематика управления основным дверным замком, что позволяет снизить стоимость изделия;
- наличие дополнительного канала связи между умным замком и пультом охраны.

КОНСТРУКЦИЯ УМНОГО ЗАМКА

Практически все умные замки – это беспроводные устройства с батарейным питанием. Базовая структура умного замка показана на рис. 2.



Рис. 1. Умный замок со снятой верхней крышкой (а) и установленный на дверь (б)

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), профессор, aahov@yandex.ru.

² СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ассистент, vl.gerasimov@mail.ru.

³ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ассистент, lmselivanov@gmail.com.

⁴ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аспирант, vsev.simon@gmail.com.

Беспроводная связь позволяет пользователю не только дистанционно открывать и закрывать замок, но и получать информацию о его текущем состоянии и истории работы. С другой стороны, умные замки расположены внутри квартиры, и беспроводная связь – это единственный способ для их «взлома».

Большинство популярных умных замков имеют интерфейс связи Bluetooth для прямого управления с помощью смартфона [1]. Для каналов беспроводной связи Bluetooth и Bluetooth Low Energy (BLE) характерно одно важное ограничение – они не допускают прямого подключения устройств к Интернету. Подключение к Интернету необходимо для дистанционного контроля и проверки истории операций, проводимых устройством [2]. В результате, некоторые из моделей умных замков оснащены внешними шлюзами для создания моста между замком с каналом Bluetooth и домашней сетью с каналом Wi-Fi. Некоторые из этих замков имеют другой тип беспроводной связи (например, Z-Wave) и соответствующий шлюз между умным замком и домашней сетью Wi-Fi. Вот примеры нескольких популярных смарт-замков и используемых в них типов беспроводной связи:

- August Smart Lock – интерфейс Bluetooth;
- August Smart Lock HomeKit Enabled – интерфейсы Bluetooth, Wi-Fi;
- August Smart Lock Pro + Connect – интерфейсы Bluetooth, Wi-Fi, Z-Wave;
- Nest X Yale Lock with Nest Connect – интерфейс Wi-Fi;
- Yale Assure Lock SL – интерфейс Z-Wave;
- Schlage Sense – интерфейс Bluetooth.

Умный замок всегда расположен внутри квартиры, и все коммуникации идут непосредственно между смартфоном и замком по Bluetooth или через Интернет (через шлюз и домашнюю сеть Wi-Fi), как показано на рис. 3. Большинство умных замков оснащено одним беспроводным каналом связи. Два или три канала могут быть только в системах с внешними шлюзами, как например в случае с August Smart Lock – базовая модель имеет только Bluetooth, а Wi-Fi и Z-Wave появляются в комплектах с внешними шлюзами.

В некоторых случаях дополнительные каналы связи, такие как Z-Wave, позволяют интегрировать умные замки в систему домашней автоматизации [3]. В этом случае

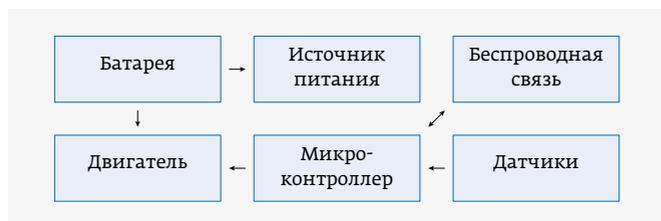


Рис. 2. Структурная схема умного замка

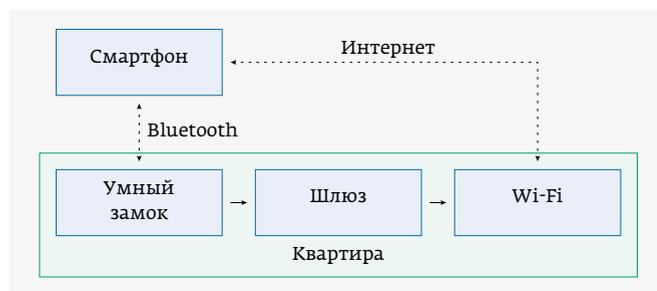


Рис. 3. Система связи между смартфоном и умным замком

умный замок является частью умного дома, но безопасность (взломостойкость) самого замка не будет превышать безопасность всей системы «Умный дом».

Подключение к Интернету повышает безопасность смарт-замков из-за наличия дополнительного канала контроля состояния. Умные замки с единственным каналом связи Bluetooth и без подключения к Интернету могут быть дистанционно «взломаны», при этом владелец квартиры узнает об этом только когда сам попадет в нее. Дополнительный канал связи позволяет непрерывно отслеживать состояние умного замка, а в случае его «взлома» и неожиданного открывания двери пользователь узнает об этом сразу же, как только это произойдет.

Существующие системы связи смарт-замков имеют один существенный недостаток – дополнительный канал связи расположен в одной квартире с умным замком, и злоумышленники могут просто отключить подачу электроэнергии в квартиру (отключить домашний Wi-Fi) или внешние кабели связи. После этого информация о неожиданном срабатывании умного замка пользователю не поступит.

Такого рода проблемы могут быть решены только путем изменения системы связи. Новая система должна иметь дополнительный канал связи между умным замком и шлюзом, при этом шлюз должен находиться вне квартиры.

КОНСТРУКЦИЯ УМНОГО ЗАМКА С ДВУМЯ БЕСПРОВОДНЫМИ КАНАЛАМИ

Умный замок с двумя беспроводными каналами связи был разработан, собран и успешно протестирован. Его механическая конструкция представлена на рис. 4, а электронная структура – на рис. 5. Замок имеет два беспроводных канала связи: 2,4 ГГц BLE; проприетарный протокол связи на частоте 433 МГц. Разработанный умный замок аналогичен другим существующим устройствам, за исключением второго канала связи в полосе частот 433 МГц.

Смартфон напрямую связывается с умным замком по BLE 2,4 ГГц. Этот канал поддерживается основным микроконтроллером CC2541. Микроконтроллер оптимизирован для работы с низким энергопотреблением и идеально



Рис. 4. Конструкция умного замка. 1 – крышка замка; 2 – корпус замка; 3 – батареи питания; 4 – плата электроники; 5 – двигатель; 6 – шестеренка; 7 – рычаг; 8 – основание замка; 9 – антивандалная шайба

соответствует требованиям к конструкции умных замков. Для полосы частот 433 МГц применяется малопотребляющий субгигагерцовый радиочастотный приемопередатчик AX5243.

Канал связи 433 МГц используется для связи умного замка с пультом охраны, расположенным в выделенном помещении организации, которая охраняет квартиру пользователя (рис. 6). Пульт охраны подключен к серверу, который, в свою очередь, подключен к Интернету. Вся информация о состоянии умного замка и история операций доступны через Интернет с сервера.

Пользователь может напрямую управлять умным замком со смартфона по каналу BLE (находясь в нескольких метрах от двери) или через Интернет (из любой точки мира).

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ УМНОГО ЗАМКА

Второй канал связи повышает безопасность умного замка, но при этом увеличивает энергопотребление и уменьшает время автономной работы. Ожидаемое время работы

умного замка от одного комплекта батарей должно быть более одного года. Меньшее время эксплуатации может снизить интерес к продукту со стороны потенциальных пользователей после сравнения с конкурирующими устройствами.

Расчет потребления радиоканала 433 МГц основан на том, что передача сообщений производится каждые 15 с, при этом передается 9 байт данных. При скорости 100 кБит/с время работы трансивера для передачи (9 байт × 8 бит × 100 000 бит/с) равно примерно 720 мкс, что составляет примерно 1/20 800 от общего времени работы устройства (0,00072 с / 15 с).

Максимальный ток потребления трансивера AX5243 в активном режиме передачи составляет 16 мА. Средний ток потребления трансивера составляет: (16 мА / 20 800) ≈ 0,8 мкА.

Расчет потребления по каналу BLE основан на том, что максимальный ток потребления микроконтроллера CC2541 в режиме передачи составляет 18 мА. В этом случае модуль BLE каждые 2 с для поддержания канала связи отправляет запросы. Для 3,1-мс сеанса связи средний ток потребления будет равен: (18 мА × 3,1 мс / 2 с) ≈ 28 мкА.

Расчет среднего тока потребления электродвигателя основан на том, что он включается на 1 с в среднем 10 раз в сутки и потребляет во включенном состоянии около 50 мА: 50 мА × 10 с / (24 × 60 × 60) с = 6 мкА.

Общий средний ток потребления двух радиоканалов и электродвигателя: 0,8 мкА + 28 мкА + 6 мкА ≈ 35 мкА.

Сравнение тока потребления канала 433 МГц (0,8 мкА) с общим током потребления всего устройства (35 мкА) показывает, что этот дополнительный канал влияет на время автономной работы умного замка незначительно.

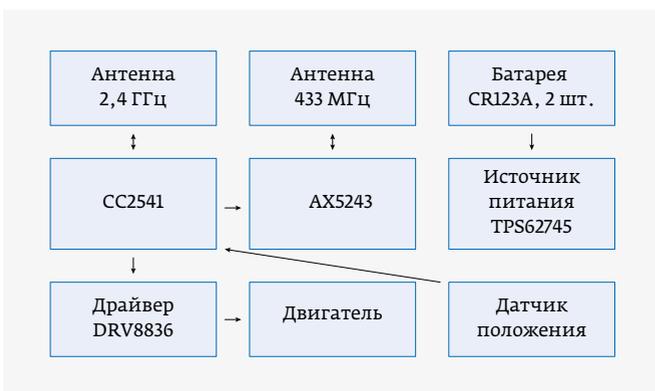


Рис. 5. Структурная схема умного замка с двумя каналами связи

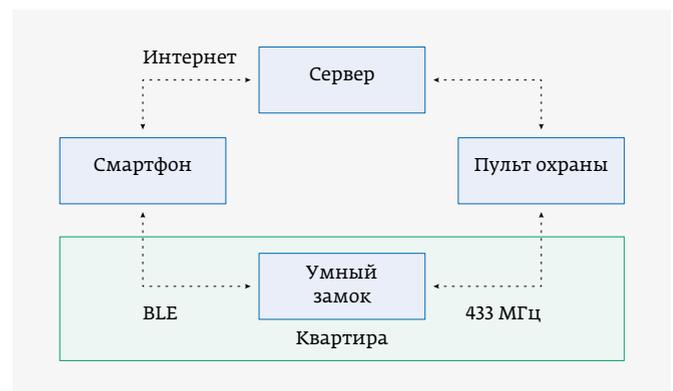


Рис. 6. Система связи между смартфоном и умным замком с двумя беспроводными каналами связи

Электронные компоненты питаются от 3,3 В. Учитывая КПД преобразователя напряжения 95%, средний ток потребления от батареи 6 В (две батареи по 3 В, соединенные последовательно) будет равен: $(35 \text{ мкА} \times 3,3 \text{ В}) / (6 \text{ В} \times 0,95) \approx 20 \text{ мкА}$.

Батареи имеют емкость не менее 1000 мА·ч. Теоретическое время работы на одном комплекте батарей составляет: $1000 \text{ мА} \cdot \text{ч} / 0,02 \text{ мА} / 24 \text{ ч} / 31 \text{ день} \approx 67 \text{ месяцев}$ (больше 5,5 лет).

* * *

Таким образом, дополнительный канал связи в полосе частот 433 МГц практически не влияет на время автономной работы умного замка, но добавляет системе несколько важных преимуществ. Данный канал:

- использует нестандартный протокол связи, что значительно увеличивает сложность «взлома», поскольку в открытом доступе информация о протоколе отсутствует;
- соединяет умный замок с защищенным сервером, к которому со стороны потенциальных злоумышленников нет доступа;
- контролируется не только пользователем, но и охранной организацией, что практически исключает человеческий фактор при принятии решения в случае проникновения злоумышленника в охраняемое помещение.

Все вышеперечисленные факторы значительно повышают безопасность помещений с установленным умным замком предложенной конструкции, и пользователи будут доверять таким устройствам значительно больше, чем обычным умным замкам.

Работа выполнена в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 года № 218, договор № 03.G25.31.0256.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Hadis M. S., Palantei E., Ilham A. A., and Hendra A.** Design of smart lock system for doors with special features using bluetooth technology. In: 2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT) (March 2018). PP. 396–400.
2. **Pavelić M., Lončarić Z., Vuković M., and Kušek M.** Internet of things cyber security: Smart door lock system. In: 2018 International Conference on Smart Systems and Technologies (SST) (Oct. 2018), PP. 227–232.
3. **Wei C-C., Chen Y-M., Chang C-C., Yu C-H.** The Implementation of smart electronic locking system based on Z-Wave and Internet. – IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (Oct. 2015). 2015. PP. 2015–2017.

ЗАО НТЦ "МОДУЛЬ" представляет новинки

NM Stick

Технические характеристики
Тензорное ядро NMC4 (Int2 - 64, 480 МГц)
Тензорное ядро NMC4 (FP32/64, 480 МГц)
512 МБ памяти DDR2
USB 2.0 HS
Светодиодная индикация
Номинальное напряжение питания 5 В
Разъем USB 2.0 тип А
Средняя (типовая) потребляемая мощность 2 Вт
Габаритные размеры: 87,0 мм x 34,0 мм x 12,0 мм
Максимальная масса не более 0,1 кг
Температура окружающей среды: +0°C...+40°C (корпус пластик)
Температура окружающей среды: -40°C...+60°C (корпус металл)



Области применения
Нейронные сети
Телекоммуникационные и связанные системы
Робототехнические комплексы
Системы цифровой обработки сигналов и изображений широкого класса
Системы машинного зрения
Беспилотные летательные аппараты
Системы автоматизации процессов в различных областях народного хозяйства
Образование

NM Card

Технические характеристики
16 тензорных ядер NMC4 (FP32/64, 1000 МГц)
5 RISC ядра ARM Cortex-A5 (800 МГц)
5 ГБ памяти DDR3L (до 32 ГБ/с)
PCIe 2.0 x4
Ethernet 100 Мб/с
4 высокоскоростных коммуникационных порта с суммарной пропускной способностью до 16 Гб/с для построения многопроцессорных систем
Форм-фактор PCIe x16, 1 слот
Максимальная потребляемая мощность не более 25 Вт
Типовая потребляемая мощность 9 Вт



Области применения
Нейронные сети и искусственный интеллект
Специализированные высокопроизводительные вычислительные комплексы
Системы цифровой обработки сигналов и изображений
Облачная обработка данных
Системы машинного зрения
Робототехника
Телекоммуникационные и связанные системы
Образование
Радиотехнические системы и комплексы
Автоматизация процессов производства

Приглашаем на стенд ЗАО НТЦ "МОДУЛЬ" 1В7-1 в павильоне А на Форуме "Армия-2020"

+7 499 152 96 98
rusales@module.ru
www.module.ru

