

Бейлекчи Д.В., Гусенков С.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

### **Исследование и разработка программно-аппаратной структуры системы радиоидентификации на основе технологий RFID HF и LoRa**

В данной работе проводятся исследование и разработка структуры устройств и алгоритмов для аппаратного и программного обеспечения системы радиоидентификации на основе технологий RFID HF и передачи данных по технологии LoRa.

Целью проекта является создание программно-аппаратной системы, позволяющей выполнять одновременную (не менее 50) радиоидентификацию пользователей посредством технологии RFID на частоте 13.56 МГц и обеспечивать беспроводную передачу данных идентификации внешней системе учета с использованием технологии LoRa.

Исходя из используемых технологий, данная система состоит из модуля считывания, который производит считывание RFID метки и отправку на сервер с использованием технологии LoRa и сервера, который принимает данные со считывателей.

Для анализа и оценки программно-аппаратной структуры устройств разрабатываемой системы применена методика, реализующая алгоритм метода, описанного в [1], которая предполагает формирование, оценку программно-аппаратных структур и выбор из набора программных и аппаратных элементов только тех, характеристики параметров которых входят в ограничения, заданные техническим заданием и предпочтениям разработчика.

Модуль считывания представляет собой программно-аппаратный модуль, состоящий из следующих блоков:

- блок приемопередатчика RFID, основанный на микросхеме PN532. Данный подмодуль обеспечивает считывание меток на частоте 13.56 МГц;

Также проведено моделирование модуля приемопередатчика RFID

- блок приемопередатчика LoRa, основанный на SX1276. Данный подмодуль обеспечивает передачу данных по технологии LoRa на сервер;

- блок контроля питания, основанный на INA219. Данный подмодуль обеспечивает контроль параметров электропитания;

- блок управления основанный на STM32F103C8T6. Данный подмодуль обеспечивает взаимодействие всех подмодулей данного модуля.

Программное обеспечение модуля считывания, основывается на алгоритме и стеке протоколов FSM, описанном в [2], и реализован на языке C для архитектуры ARM CortexM.

На рис. 1 представлена общая схема взаимодействия компонентов системы радиоидентификации.



Рис. 1 – Структурная схема системы радиоидентификации на основе технологий RFID HF и передачи данных по технологии LoRa.

Сервер данной системы представляет собой программно-аппаратный модуль, основанный на микрокомпьютере Raspberry Pi. Программное обеспечение написано на языке C++ с использованием кроссплатформенной программной среды Qt.

Обмен данными осуществляется с использованием технологии LoRa [3], позволяющей передавать данные на расстоянии до 1 км.

Данное устройство имеет 2 режима работы: режим конфигурирования и режим опроса.

Алгоритм режима конфигурирования:

1. Сервер отправляет команду считывания/записи конфигурации.
2. Модуль считывателя возвращает результат чтения/записи.
3. Если производилась запись, модуль считывателя перезагружается для применения конфигурации.

В данном режиме возможно одновременно управлять только одним модулем.

Алгоритм режима опроса:

1. Сервер составляет список модулей, которые имеются в сети на основе конфигурации.
2. Сервер отправляет пакет первому в списке считывателю.
3. Считыватель возвращает свое состояние.
4. Если состояние «нет событий», то отправляется запрос следующему считывателю.
5. Если состояние «начало транзакции», подтверждается начало транзакции и ожидаются пакеты с данными.
6. Если транзакция начата и есть еще события, считыватель отправляет описание события. Сервер при этом подтверждает принятия события.
7. Если транзакция начата и нет событий, считыватель посылает команду завершения транзакции. При этом сервер переходит к следующему считывателю.
8. Если время ожидания ответа от считывателя вышло, сервер переходит к следующему считывателю.

Алгоритм обработки меток в модуле считывателя:

1. RFID считыватель производит обнаружение метки, считывание id и типа метки.
2. Если тип метки - Mifare Classic, то происходит загрузка ключа и авторизация на метке.
3. Производится чтение кода с метки.
4. Код RFID-метки с меткой времени опроса записывается на SD-карту.

Используемая методика анализа и оценки программно-аппаратной структуры с применением нейронной сети и алгоритма балансирования весовых коэффициентов критериев обеспечила решение задачи принятия решений по формированию программно-аппаратной структуры системы, без выполнения многокритериального анализа системы с применением большого количества критериев и вычислительных затрат.

Разрабатываемая система обеспечит следующие преимущества, по сравнению с аналогами:

1. Идентификацию пользователя на расстоянии до 1 км от сервера.
2. Обмен не менее чем с 50-ю считывателями одновременно.
3. Возможность отслеживать состояние считывателей во время работы.

Система может быть использована для обеспечения бесконтактной идентификации пользователей на мероприятиях, сотрудников предприятий или других объектов на территории с беспроводной выдачей информации на расстояние до 1 км.

### Литература

1. Бейлекчи, Д.В. Метод автоматизированной оптимизации структуры аппаратно-программного обеспечения телекоммуникационных систем // Информационные системы и технологии. 2013. - №3. – С. 61-66.

2. Гусенков, С.В. Разработка микропроцессорной системы управлением умным домом // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. IX Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. Муром, 28 апр. 2017 г.– Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2017. – 965 с.: ил.– [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.mivlgu.ru/conf/molodezh2017/pdf/sec4/sec4\\_pap2.pdf](http://www.mivlgu.ru/conf/molodezh2017/pdf/sec4/sec4_pap2.pdf).

3. Технология беспроводных сетей LoRa. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://lo-ra.ru>.