

СИСТЕМА РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ МЕТОК ДЛЯ ПОИСКА ПРЕДМЕТОВ: КОНЦЕПЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

С.И. Хакимзянова, студентка,

Г.В. Никишина, канд. техн. наук, доц.

*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань, Россия, Республика Татарстан*

В статье представлена концепция и архитектура аппаратно-программного решения для поиска предметов незрячими пользователями. Система включает две основные части: управляющее устройство (пульт) и радиометки, прикрепляемые к личным предметам. Рассмотрены аппаратные и программные компоненты системы, алгоритмы взаимодействия элементов, а также параметры энергопотребления и приблизительная стоимость. Приводится сравнительный анализ с аналогичными решениями на рынке, выделены преимущества и ограничения предложенного устройства.

Ключевые слова: поиск предметов, система для незрячих, Arduino Nano, радиомодуль nRF24L01+, энергоэффективность, пьезоизлучатель, компактная система, микроконтроллер.

Введение. Проблема поиска предметов, особенно мелких и повседневного использования, значительно усложнена для лиц с нарушениями зрения. Несмотря на наличие современных решений, направленных на упрощение этой задачи, многие из них имеют недостатки, такие как низкая энергоэффективность или высокая стоимость. Предложенная система представляет собой доступное решение для оперативного поиска предметов с учетом минимальных требований к устройствам в плане энергопотребления и стоимости.

1. Концепция и аппаратная структура системы

Система состоит из двух частей: управляющего устройства (далее – пульта) и компактных радиометок. Пульт управляет радиометками, которые издадут звуковой сигнал при активации, помогая пользователю определить местоположение искомого объекта.

1.1. Пульт управления

Основные компоненты пульта:

- Микроконтроллер Arduino Nano для управления;
- Радиомодуль NRF24L01+ для передачи сигналов к меткам [1];
- Несколько кнопок (по количеству меток), каждая из которых отправляет уникальный сигнал;
- Держатель для двух батареек CR2032 по 3 В.

1.2. Метки

Каждая метка крепится к различным предметам, таким как телефон, ключи, кошелек, и активируется при нажатии соответствующей кнопки на пульте [3]. Основные компоненты меток:

- Микроконтроллер Arduino Nano для обработки сигнала;

- Радиомодуль NRF24L01+ для приема сигнала;
- Пьезоизлучатель, издающий звук для обнаружения метки;
- Держатель для батареек аналогичный пульту.

На Рис. 1 приведена принципиальная электрическая схема системы.

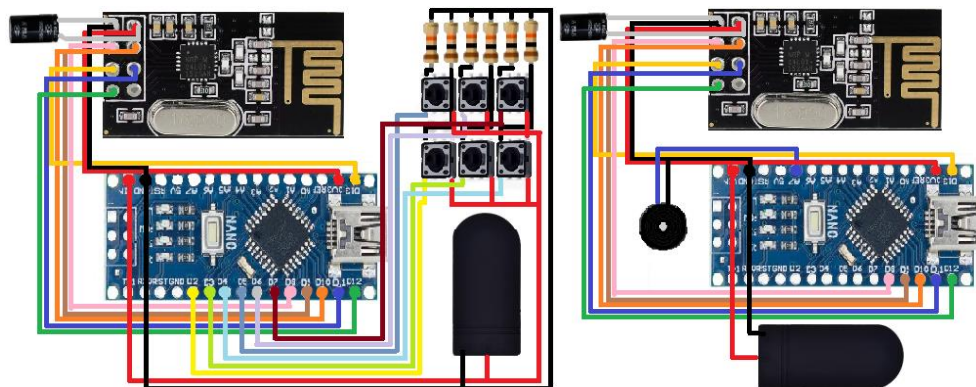


Рисунок 1. – Схема подключения системы

2. Программная структура и алгоритмы работы системы

2.1. Программная реализация пульта

Программный код пульта написан с использованием стандартных библиотек Arduino и библиотеки `RF24` для управления модулем NRF24L01+. Алгоритм работы пульта заключается в следующем:

1. Инициализация модуля радиопередачи.
5. Назначение каждой кнопке уникального идентификатора сигнала.
6. При нажатии на одну из кнопок передача сигнала, соответствующего конкретной метке, через NRF24L01+[4].
7. Ожидание пользовательского отклика, если метка найдена.

Пример кода:

```
cpp
#include <SPI.h>
#include <RF24.h>
RF24 radio(9, 10); // Настройка пинов для модуля NRF24L01+
const byte adress[6] = "00001";
int button1 = 2; // Кнопка для первой метки
void setup() {
  pinMode(button1, INPUT);
  radio.begin();
  radio.openWritingPipe(adress);
  radio.setPALevel(RF24_PA_LOW);
}
void loop() {
  if (digitalRead(button1) == HIGH) {
    int signal = 1; // ID первой метки
    radio.write(&signal, sizeof(signal));
    delay(500);}}
```

2.2. Программная реализация метки

Метка получает сигнал и сравнивает его со своим идентификатором. Если ID сигнала совпадает с внутренним ID метки, активируется звуковой сигнал[4].

Пример кода:

```
cpp
#include <SPI.h>
#include <RF24.h>
RF24 radio(9, 10);
const byte adress[6] = "00001";
int ID_metka = 1; // ID текущей метки
int piezo_pin = 3;
void setup() {
  pinMode(piezo_pin, OUTPUT);
  radio.begin();
  radio.openReadingPipe(0, adress);
  radio.setPALevel(RF24_PA_LOW);
  radio.startListening();}
void loop() {
  if (radio.available()) {
    int signal;
    radio.read(&signal, sizeof(signal));
    if (signal == ID_metka) {
      tone(piezo_pin, 1000); // Издает звук
      delay(1000);
      noTone(piezo_pin);}}
```

3. Анализ энергопотребления и оценки работоспособности

Для длительной работы каждая метка и пульт оборудованы энергосберегающими компонентами [5] и питаются от двух CR2032 батареек. Потребление энергии можно оценить следующим образом:

- Arduino Nano в спящем режиме потребляет около 0,3 мА, в рабочем – 15 мА.
- NRF24L01+ при активной передаче или приеме потребляет около 12 мА, в спящем режиме – около 0,9 мА.
- Ожидаемое время работы составляет около 6 месяцев при средней активности использования, что превышает показатели многих доступных на рынке аналогов.

4. Сравнительный анализ с существующими решениями

Большинство коммерческих аналогов, таких как Tile и Apple AirTag, работают на основе Bluetooth, что повышает энергопотребление. В отличие от них, предложенная система использует радиомодуль NRF24L01+, который обеспечивает значительное снижение энергопотребления при аналогичной дальности действия.

Преимущества:

- Энергоэффективность: использование радиомодуля вместо Bluetooth.
- Экономичность: по ориентировочным расчетам, стоимость одной метки составляет около 10 долларов США.
- Простота в использовании: система легко адаптируется для нужд пользователя, в особенности незрячих.

– Неограниченное количество меток: по Bluetooth нужно подключаться к каждой метке отдельно, они не имеют единую систему.

– Большая дальность: радиомодуль имеет дальность (до 40–50 метров в помещении) без антенны, а с ней до 1 км.

Недостатки:

– Зависимость от батареек: требует периодической замены.

Заключение. В данной статье представлена концепция системы для поиска предметов, адаптированной для незрячих пользователей. Описанное устройство обладает высоким уровнем экономичности и компактностью, что делает его перспективным для массового применения. В дальнейшем планируется оптимизация алгоритмов и тестирование в условиях реального использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Браун Р. Микроконтроллеры Arduino и радиочастотные модули: основы и примеры / Р. Браун. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 320 с.
2. Белл Т. Беспроводные сети на основе Arduino и nRF24L01+ / Т. Белл. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 256 с.
3. Колесов И.С. Радиомодули nRF24L01+: руководство по применению / И.С. Колесов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2020. – 176 с.
4. Бабич В.В. Основы разработки радиочастотных систем на микроконтроллерах / В.В. Бабич. – М.: КУРС, 2020. – 432 с.
5. Иванов С.В. Технологии энергосбережения в микроконтроллерах / С.В. Иванов. – М.: РадиоСофт, 2021. – 240 с.