

*Сиражудинова Раисат Хадисовна  
Преподаватель WEB-разработки  
ГБУ ДО РД «Малая Академия наук»  
Республика Дагестан  
г. Махачкала*

**РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО УСТРОЙСТВА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОТОКОЛА  
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, ОБЪЕДИНЯЮЩЕГО ПРОТОКОЛЫ СВЯЗИ  
BLUETOOTH и LORAWAN**

***Аннотация:** Статья посвящена разработке носимого на руке устройства для случаев, когда поиски человека становятся проблемой из-за отсутствия сети GPS и GSM. Устройство работает по смешанному протоколу передачи данных и может помочь найти человека при поисково-спасательных операциях методом триангуляции.*

***Ключевые слова:** Комбинирование протоколов связи, LoraWAN, Bluetooth.*

***Abstract:** The article is devoted to the development of a wearable device for cases when the search for a person becomes a problem due to the lack of a GPS and GSM network. The device operates on a mixed data transfer protocol and can help find a person during search and rescue operations using the triangulation method.*

***Keywords:** Combination of communication protocols, LoraWAN, Bluetooth.*

## **Проблема:**

Основной проблемой является то, что найти потерявшегося человека в условиях отсутствия интернета. В труднодоступных местах нет сотовой связи. Очевидное решение - GPS трекер позволяет узнать местоположение только непосредственно потерявшемуся лицу, ведь без сотовой или другой связи эти данные не удастся передать кому-либо, так как связь у обычных GPS трекеров односторонняя и только на прием.

## **Как решаем проблему. Идея:**

Совмещаем два протокола связи. Один – супер дальний – LoraWAN, чтобы передавать данные между людьми и другой - Bluetooth, чтобы передавать данные от устройства на телефоны и использовать технологию Direction Finding, а также триангуляцию по мощности сигнала для того, чтобы примерно определять не только расстояние до потерявшегося, но и направление к нему.

### **1. Исследование способов совмещения двух протоколов связи: Bluetooth и LoRaWAN с разными скоростями передачи данных.**

В рамках данной работы предполагается создание мультипротокольной системы беспроводной передачи данных для решения задач позиционирования и передачи данных о своем положении другим таки же узлам.

Преимущества беспроводного подключения с многопротокольностью многочисленны и разнообразны: он обеспечивает лучшее взаимодействие с пользователем, различные протоколы предлагают дополнительные преимущества при совместном использовании, и разработчики могут спроектированное устройство в нескольких регионах.

Возможные различные реализации такого режима:

1. Когда несколько протоколов реализуется с помощью одной системы на кристалле (СнК), которая реализует конкурентное выполнение нескольких протоколов.

2. Когда в рамках одного устройства используется два различных радио приемопередающих устройства с двумя различными СнК. При этом один из них берет на себя роль мастера, управляющего всем устройствам в целом.

Первый из них - переключаемый многопротокольный режим предполагает, что в данный момент активен и выполняется только один протокол. Это во многих случаях совершенно адекватно. Например, для приложений умного дома, где тип сети неизвестен, параллельно на одной СнК могут работать Bluetooth, Thread или Zigbee. С таким многопротокольным режимом вы можете разработать универсальное устройство, а затем пользователь может выбрать подходящий протокол для использования, адаптируя его к уже существующей сети. Другая возможность заключается в использовании возможности взаимодействия Bluetooth Low Energy. Пользователь может настраивать и даже вводить в эксплуатацию устройства с Bluetooth LE, а затем переключаться на соответствующий протокол, будь то сети Bluetooth, Thread или Zigbee. Или пользователь может выполнить обновление встроенного программного обеспечения устройства с помощью Bluetooth LE, в то время как устройство использует другой протокол при своем функционировании.

Недостатками этого метода являются:

Невозможность использовать совместно протоколы, работающие на отличных частотах. Это весьма серьезный недостаток для нашего применения. Поскольку наше устройство должно иметь максимальную дальность действия, то частота Bluetooth 2,4 ГГц не является оптимальной. Более привлекательны низкочастотные протоколы, так как радиосигналы более низкой частоты лучше обходят препятствия и дальше распространяются. Однако отказаться от Bluetooth также не представляется возможным, поскольку именно он используется во всех современных смартфонах. Дополнительным плюсом последней версии Bluetooth 5.1 также является технология Direction Finding, которую также можно задействовать для улучшения точностных характеристик разрабатываемого прибора. [1, с 242]

Данный вариант совмещения двух протоколов, предполагающий физическое расположение двух радио передатчиков, очевидно, технически сложнее первого. Во-первых, каждый радиопередатчик является фактически источником помех для другого, уменьшает эффективность каждой из антенн, что усложняет разработку устройства. Во-вторых, увеличивается стоимость устройства и его габариты.

Несмотря на указанные недостатки, второй метод находит применение в случаях, когда дополнительный синергетический эффект от их совместного использования, а также преимущества использования разных частот коммуникации превышает совокупный эффект от указанных недостатков.

Создание антенн для компактных терминалов с множеством входов и множеством выходов (MIMO) является сложной задачей из-за ограниченного пространства и физической структуры терминала. Ограничение пространства вынуждает антенны находиться близко друг к другу, что ухудшает характеристики MIMO из-за высокой корреляции сигнала и низкой эффективности антенны. Кроме того, терминалы оснащены заземленными плоскостями, что еще больше усложняет реализацию антенн для обеспечения хороших характеристик MIMO. [2, с 1307]

## 2. Разработка принципиальной схемы устройства вместе с микроконтроллером

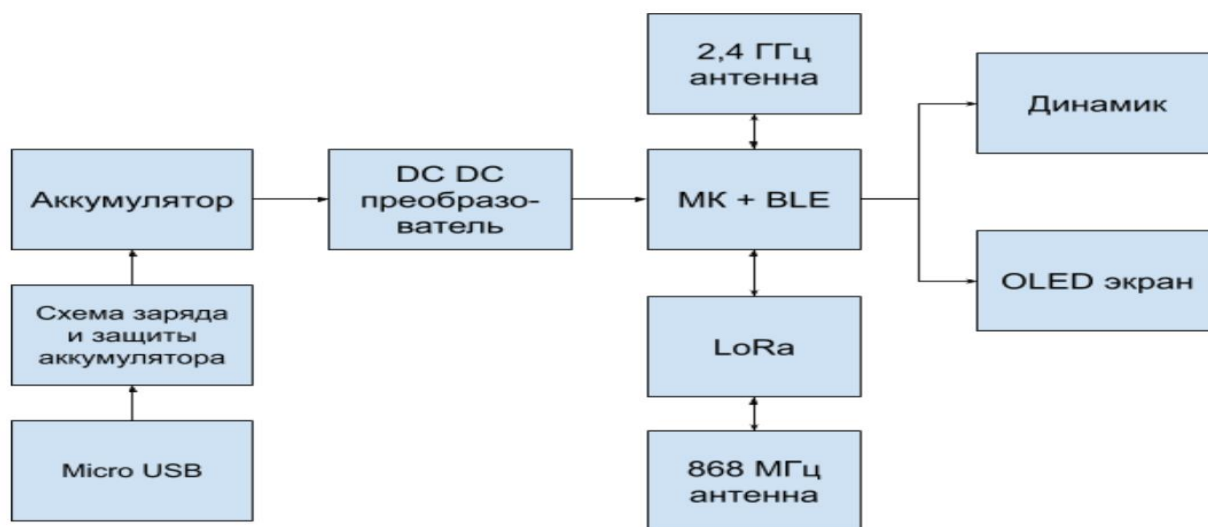


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемого устройства.

Центральным элементом системы является микроконтроллер с интегрированным Bluetooth модулем. Программное обеспечение, управляющее всей системой и встроено именно в него. В качестве такого устройства используется микроконтроллер компании Nordic Semiconductor nRF52811 - первый чип с поддержкой точного позиционирования по стандарту Bluetooth 5.1. Программное обеспечение должно реализовывать логику всего устройства, осуществлять соединение со смартфоном пользователя, получать данные о соединении с помощью модуля LoRa, осуществлять вывод отладочной и полученной пользовательской информации о работе прибора и сообщать пользователю о каких-то вещах, требующих немедленной реакции, сопровождая его звуковым сообщением с помощью динамика.

Подразумевается, что устройство будет носимое и будет использоваться людьми в походах, в горной местности, в экспедициях или просто в пересеченной местности в лесах и парках. Для этого необходимо, чтобы устройство работало автономно. Наиболее практичным решением в таких случаях является установка аккумулятора. Соответственно для его работы также нужны схемы, защищающие его от короткого замыкания, а также схемы заряда.

Напряжение аккумулятора преобразовывается в рабочее для остальных модулей напряжение с помощью DC-DC преобразователя.

В соответствии со спроектированной структурной схемой была разработана схема электрическая принципиальная – рисунок 2.

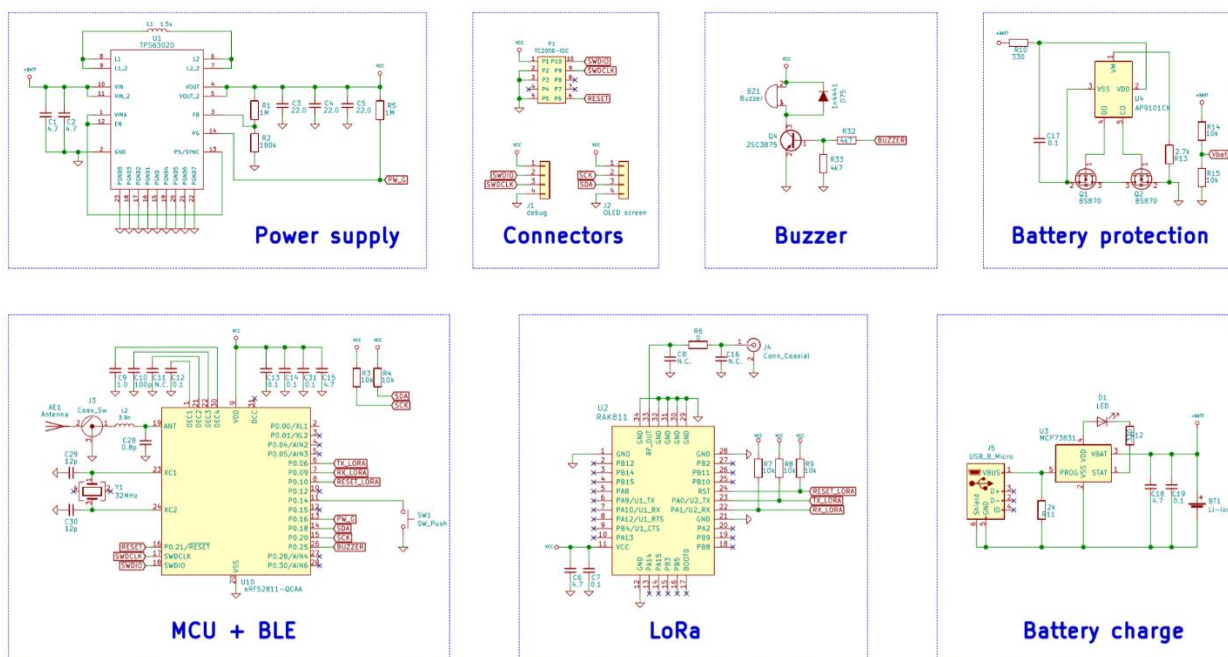


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная.

В качестве устройства, обеспечивающего связь по протоколу LoRa, применяется модуль RAK811. Он позволяет построить радиосеть с топологией «Звезда» или осуществлять простой обмен между двумя точками при минимуме инженерных затрат.

Модуль включает в себя радиочастотный приемопередатчик SX1276, малопотребляющий микроконтроллер STM32L151 и позволяет организовать передачу данных на расстояние до 5 километров в условиях городской застройки. От других LoRaWAN-модулей RAK811 отличается дополнительным малошумящим усилителем, высокостабильным опорным генератором TCXO и полным экранированием всех электронных компонентов.

В качестве DC/DC преобразователя используется микросхема TPS63020 компании Texas Instruments. Данный преобразователь является высокоэффективным Step-Down (Buck), Step-Up (Boost) преобразователем

напряжения с широким диапазоном входных напряжений, который позволяет использовать широкий спектр и самые различные конфигурации гальванических элементов.

В качестве элемента питания используется Li-ion аккумулятор, как наиболее емкий на единицу объема и наиболее распространенный, и доступный.

Для заряда аккумулятора используется micro USB разъем, а также решение от компании Microchip MCP73831, которое обеспечивает необходимую кривую заряда для оптимального режима работы аккумулятора и ток его заряда.

Для защиты аккумулятора от короткого замыкания, глубокого разряда и других нештатных ситуаций используется микросхема компании Diodes Incorporated AP9101.

#### **Использованные источники:**

1. A.A.H. Azremi, N. Jamaly, K. Haneda, C. Icheln and V. Viikari, "Design and measurement -based evaluation of multi-antenna mobile terminals for LTE 3500 MHz band," Progress in Electromagnetics Research B, [vol. 53, pp. 241-266, 2013].
2. J. Ilvonen, O. Kivekäs, A.A.H. Azremi, R. Valkonen, J. Holopainen and P. Vainikainen, "Isolation improvement method for mobile terminal antennas at lower UHF band," In Proceedings of the 5th European Conference on Antennas and Propagation, 11-15 April, 2011, Rome, Italy, pp. [1307-1311].