

**С. О. Ершов, А. О. Пономарев**

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова,  
Санкт-Петербург, Россия

## **RFID-МАРКИРОВКА ОБЪЕКТОВ С РЕЧЕВЫМ ИНФОРМИРОВАНИЕМ ДЛЯ СЛЕПЫХ**

*Разработан экономичный автономный комплекс голосовой маркировки бытовых объектов с использованием пассивных меток с радиочастотной идентификацией (RFID). Устройство способствует более эффективному самообслуживанию слепых людей на рабочих местах или в домашнем хозяйстве.*

**Ключевые слова:** RFID-метка, маркировка, речевое информирование, электроника для слепых.

Для цитирования: Ершов С. О., Пономарев А. О. RFID-маркировка объектов с речевым информированием для слепых // Радиопромышленность. – 2016. – № 4. – С. 44–49.

**S. O. Ershov, A. O. Ponomarev**

D. F. Ustinov Baltic State Technical University «VOENMEH», Saint-Petersburg, Russia

## **RFID MARKING OF OBJECTS WITH VERBAL ANNOUNCEMENT FOR BLINDS**

*A cost-effective stand-alone complex for voice labeling of household objects using passive markers with radio frequency identification (RFID) has been developed. The device facilitates more efficient self-care of blinds at their workplaces or at the home.*

**Keywords:** RFID marker, marking, verbal announcement, electronics for blinds.

For citation: Ershov S. O., Ponomarev A. O. RFID marking of objects with verbal announcement for blinds. Radiopromyshlennost, 2016, no. 4, pp. 44–49. (In Russian).

DOI 10.21778/2413-9599-2016-4-44-49

Технические разработки в помощь инвалидам по зрению начались в мировой практике практически сразу с появлением портативной электроники, то есть в 60-х годах XX века. Первоначально основное внимание инженеров и ученых в этой области было уделено приборам, позволяющим слепому самостоятельно перемещаться в недетерминированной обстановке [1, 2]. Это различные ультразвуковые и лазерные детекторы свободного пути, а позднее – системы локальной и глобальной навигации.

Наряду с проблемами навигации и безопасного перемещения слепой человек сталкивается с целым рядом бытовых задач, которые могут быть значительно упрощены за счет применения электронных технических приспособлений [3].

Развитие новых технологий в электронике, в частности речевых, значительно расширило спектр реализуемых задач в рассматриваемой области.

В данной статье рассматривается задача маркировки различных бытовых объектов, которые трудно идентифицировать осязательным путем, без помощи зрения, например, различных банок или коробок одинаковой формы.

Поскольку насущность этой проблемы для слепых всегда была высока, то разработки, нацеленные на ее решения, ведутся давно. Известны различные концепции.

Простейший, неэлектронный вариант – использование рельефных надписей, в частности Брайлевского шрифта, которые требуют значительных временных затрат, если слабовидящий подготавливает

их самостоятельно. Другой путь – автономные электронные метки, имеющие в своем составе все – от устройства записи речи до звукового усилителя, громкоговорителя и источника питания. Такой законченный прибор прост в использовании, но имеет ряд недостатков. Прежде всего, его трудно сделать малогабаритным, удобным для закрепления на мелких объектах. Даже за относительную компактность приходится расплачиваться снижением громкости и качества речевых сообщений. Стоимость такой метки может быть приемлемой лишь при массовом производстве, предпочтительно с использованием интегральных технологий. Однако специфика рассматриваемой области не обеспечивает достаточного уровня спроса, который оправдал бы затраты такого плана. Кроме того, при большом количестве меток подобного типа в домашнем хозяйстве проблематично следить за работоспособностью элементов питания. Эти рассуждения вынуждают искать иной подход, основными требованиями которого являются надежность, миниатюрность и дешевизна метки. Важнейшие требования – отсутствие элемента питания в метке и в то же время возможность дистанционной беспроводной активизации. Для снижения же стоимости метки необходима технология, востребованная не только в специальных целях для слепых, но и в средствах широкого массового потребления.

Активное внедрение в нашу жизнь технологий RFID (радиочастотной идентификации) создало наиболее благоприятные предпосылки для разработки экономичного маркировщика. RFID сегодня востребована в сферах массовой торговли, системах безопасности и т.д., соответствующие метки различной конструкции, вплоть до наклеиваемых тонких полосок, выпускаются миллионными партиями и имеют стоимость до десятков или даже единиц рублей.

Основная задача при разработке маркировщика для слепых на базе RFID сводится к созданию базового блока считывания и формирования речевых сообщений. Такие разработки были проведены несколькими западными компаниями (например, приборы Foxu-Reader или Penfriend). Однако для российского рынка они оказались слишком дорогими, особенно после изменения экономической ситуации в 2014–2015 годах.

В статье предложен вариант конструкции речевого RFID-маркировщика на недорогой элементной базе.

### Принцип считывания

Считыватель излучает электромагнитное поле определенной частоты (рис. 1). Когда RFID-метка попадает в поле действия этого излучения, в ее антенне индуцируется электрический ток, достаточный для активизации внутренней схемы метки. RFID-метка с помощью своей электроники способна вызывать значительный отток энергии от антенны, что искажает магнитное поле и вызывает падение напряжения на антенне считывателя. Этот эффект модуляции поля используется для передачи данных от RFID-метки.

### Структурная схема

Устройство должно идентифицировать RFID-метку, выполнять запись и воспроизведение речи с флэш-носителя, иметь автономное питание от батареи. В связи с этим выделим основные структурные элементы прибора (рис. 2).

Блок приема-передачи необходим для считывания идентификатора метки. Он включает в себя генератор импульсов, а также демодулятор сигнала, на выходе которого должен получиться сигнал прямоугольной формы в соответствии с кодированными длительностями импульсов, передаваемых

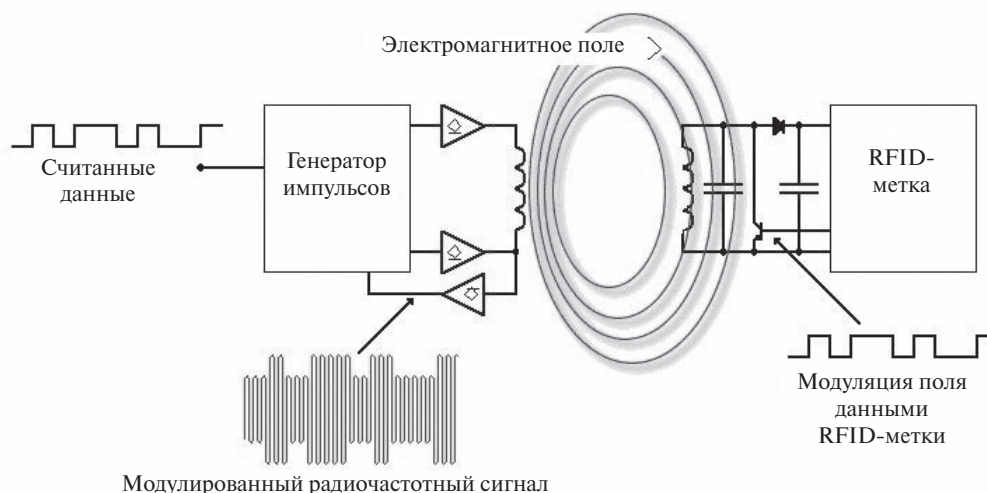


Рисунок 1. Принцип считывания

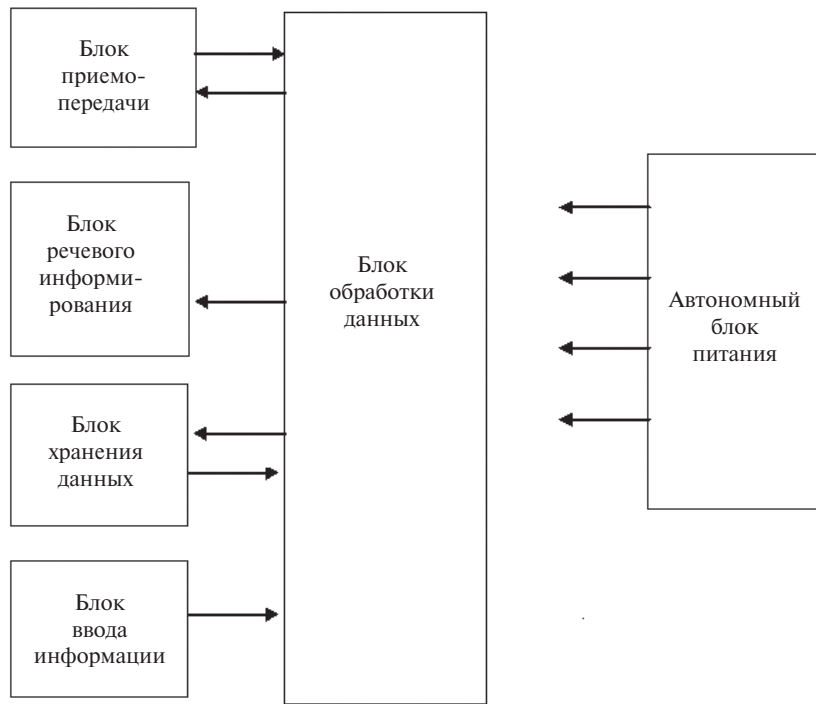


Рисунок 2. Структурная схема прибора

меткой. Блок ввода информации обеспечивает усиление входного сигнала от микрофона. Усиленный сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) в блоке обработки данных, где преобразуется в двоичный код. Эти выборки поступают в блок хранения данных. Блок речевого информирования преобразует выборки из блока хранения данных в звуковой сигнал. Блок питания обеспечивает энергией все остальные блоки прибора.

### Функциональная схема

Вариант функциональной схемы, соответствующий такой структуре, приведен на рис. 3.

### Выбор основных компонентов схемы

В устройстве применен микроконтроллер Atmega8A, который отличается низкой стоимостью, а также доступностью программного обеспечения и средств поддержки разработки.

В качестве флэш-памяти предлагается использовать microSD-карты поколения 1.1 объемом 2 или 4 Гб, как наиболее дешевые и доступные на рынке. Общая длительность сообщений при этом может составлять десятки часов. Такой объем с избытком достаточен для практически неограниченного количества меток.

Наиболее целесообразными для решаемой задачи представляются пассивные радиочастотные метки диапазона LF формата EM-Marine ввиду их распространенности, дешевизны и простоты работы. Метки работают на частоте 125 КГц, доступны только для считывания и имеют небольшой радиус

действия, что помогает избежать одновременной активизации нескольких меток.

### Особенности схемы

Амплитуда прямоугольного сигнала с выхода демодулятора составляет около 100–200 мВ, поэтому для преобразования в двоичный код этот сигнал подается на один из входов АЦП контроллера.

У 8-разрядных микроконтроллеров AVR нет аппаратной поддержки SD-режима, поэтому для работы с флэш-картой приходится использовать режим SPI. Карта должна быть отформатирована в FAT32.

Задача голосовой маркировки не предъявляет высоких требований к качеству звука, поэтому применен обычный электретьный телефонный капсюль, а схема микрофонного усилителя не содержит блока автоматической регулировки усиления. Уровень записываемого сигнала регулируется громкостью голоса и дистанцией до микрофона. При первичной настройке схемы усиление можно изменить подбором номинала резистора R4. Для удовлетворительного качества звука достаточно 8-разрядного кодирования уровня выборок записываемого сообщения.

Управление усилителем D-класса осуществляется по двум каналам от встроенных модулей широтно-импульсной модуляции.

Для максимальной простоты освоения прибора (особенно в случае пожилых пользователей) устройство снабжено лишь двумя органами управления: выключателем питания (на схеме не показан) и единственной кнопкой записи речевого сообщения SB1.

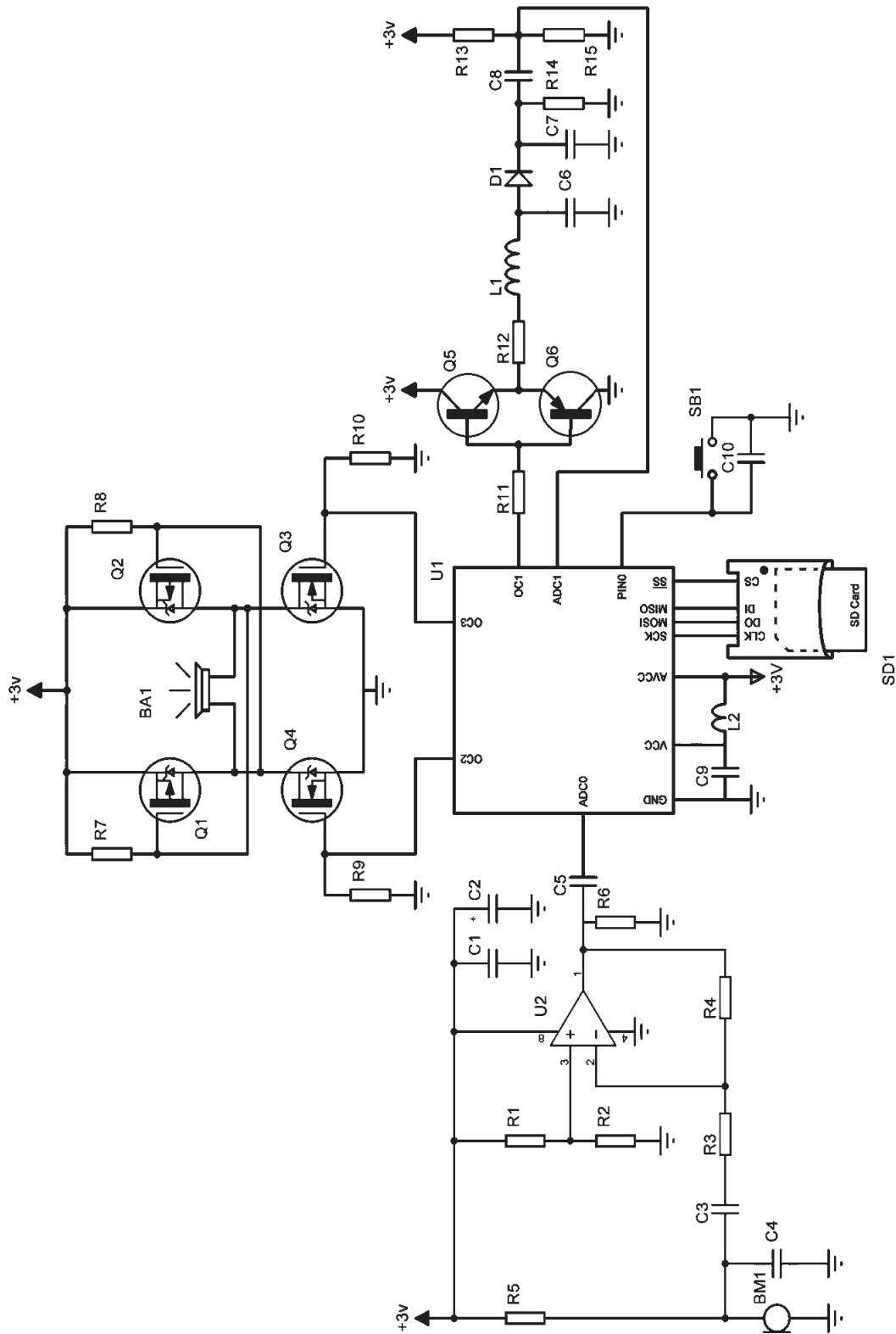


Рисунок 3. Функциональная схема прибора: U1 – микроконтроллер; Q5-Q6 – усилитель мощности генератора импульсов; L1 – катушка, выполняющая роль антенны-считывателя RFID-меток; D1, C6-C8, R13-R15 – демодулятор; SD1 – карта флэш-памяти; U2 – операционный усилитель для усиления аналогового сигнала от электретного микрофона BM1; Q1-Q4 – звуковой усилитель мощности класса D; BA1 – миниатюрный громкоговоритель

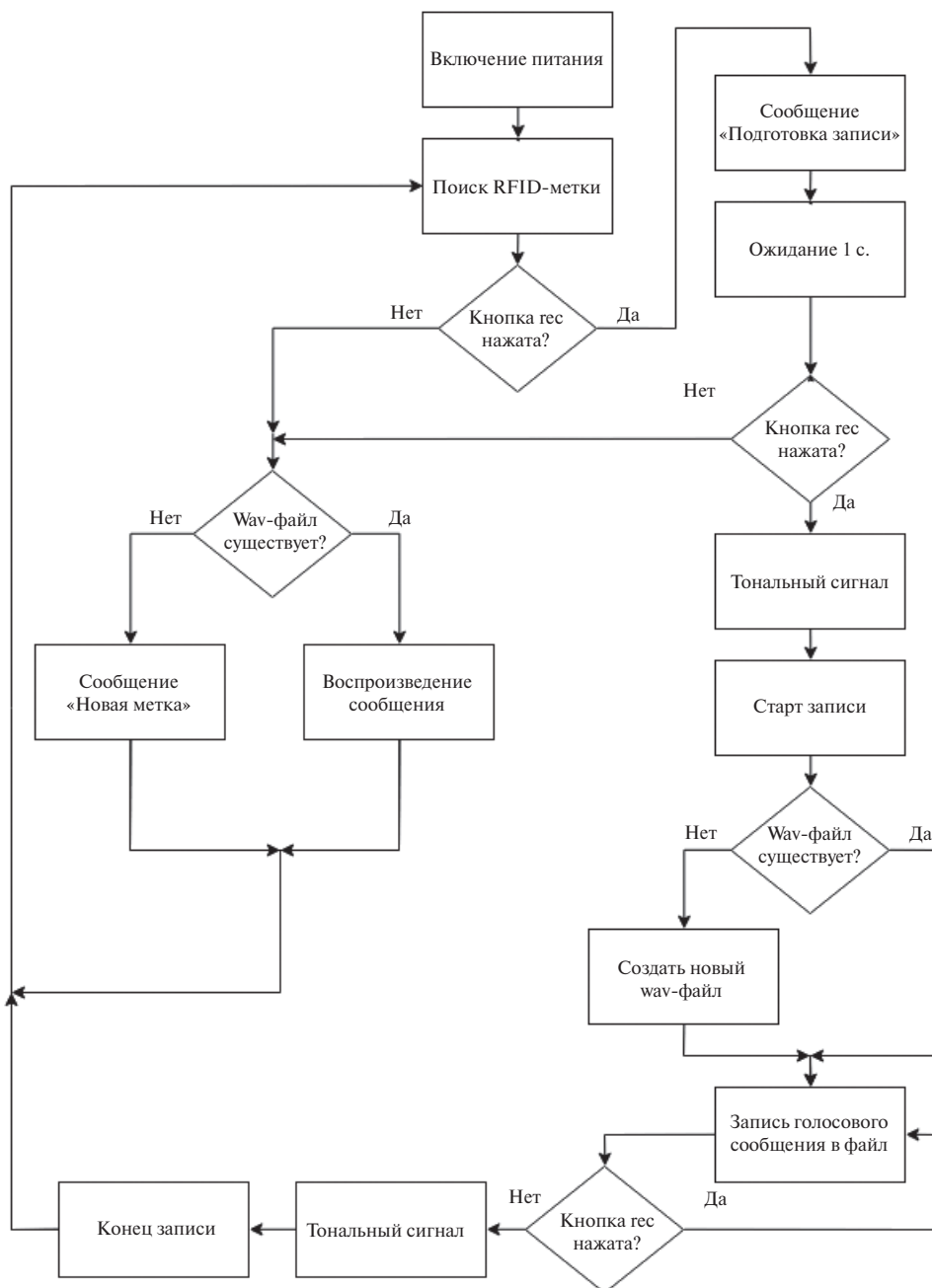


Рисунок 4. Блок-схема алгоритма

### Логика функционирования

Для обозначения нужного объекта к нему прикрепляется посредством магнита или двустороннего скотча RFID-метка. При поднесении к ней прибор сообщает об обнаружении метки и в случае нажатия кнопки записи позволяет произвести запись речевого сопровождения. Записанный звук сохраняется во флэш-памяти с привязкой к идентификатору этой RFID-метки. При поднесении считывателя к метке, которая уже имеется в памяти прибора, выполняется воспроизведение записанного звукового файла. Одна и та же метка может использоваться многократно за счет перезаписи привязанного к ней речевого сообщения.

В процессе пользования прибор выдает служебные речевые сообщения-подсказки в соответствии с алгоритмом, приведенным на рис. 4. Ключевые моменты в процессе управления выделяются дополнительными короткими тональными сигналами.

Прибор питается от двух сменных батарей типа АА.

### Заключение

Разработанное устройство способно заменить более дорогие зарубежные аналоги. Еще одним привлекательным направлением его дальнейшей доработки представляется перевод на отечественную элементную базу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kay L. A sonar aid to enhance spatial perception of the blind: engineering design and evaluation. *The Radio and Electronic Engineer*, 1974, vol. 44, pp. 605–627.
2. Ершов С. О., Майер П., Баки-Бородов Е. Л. Локальные и глобальные программно-аппаратные средства позиционирования и навигации для слепых // Информатизация и связь. 2011. № 1.
3. Ершов С. О. Электронные технические средства в помощь слепым. Бытовые приборы // Инновации. 2013. № 8 (178).

## REFERENCES

1. Kay L. A sonar aid to enhance spatial perception of the blind: engineering design and evaluation. *The Radio and Electronic Engineer*, 1974, Vol. 44, pp. 605–627.
2. Ershov S. O., Mayer P., Baki-Borodov E. L. Local and global software and hardware for positioning and navigation for blinds. *Informatizatsiya i svyaz*, 2011, no. 1. (In Russian).
3. Ershov S. O. Electronic aids for blinds. Home appliances. *Innovatsii*, 2013, no. 8 (178). (In Russian).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ершов Сергей Олегович**, к.т.н., доцент, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова, 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, тел.: 8 (911) 297-60-11, e-mail: sandg@mail.ru.

**Пономарев Алексей Олегович**, магистрант, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова, 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, тел.: 8 (931) 354-36-37, e-mail: alexatiks@gmail.com.

## AUTHORS

**Ershov Sergey**, PhD, Assistant Professor, D. F. Ustinov Baltic State Technical University «VOENMEH», 1, 1st Krasnoarmeyskaya st., Saint-Petersburg, 190005, tel.: +7 (911) 297-60-11, e-mail: sandg@mail.ru.

**Ponomarev Aleksey**, master's degree student, D.F. Ustinov Baltic State Technical University «VOENMEH», 1, 1st Krasnoarmeyskaya st., Saint-Petersburg, 190005, tel.: +7 (931) 354-36-37, e-mail: alexatiks@gmail.com.