

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАЛЬНОМЕР СО ЗВУКОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32F100

Д. т. н. В. Л. Костенко, С. Б. Кондратьев, к. т. н. А. А. Николенко, к. т. н. М. В. Ядрога

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

marinaonpu@yandex.ua

*Разработан ультразвуковой дальномер со звуковой индикацией, предназначенный для незрячих людей. Разработан код программы для микроконтроллера STM32F100 на языке программирования C. Использование микроконтроллера STM32F100 повысило потребительские качества устройства, снизило его энергопотребление, что позволяет непрерывно работать на одном автономном элементе питания не менее 10 дней, при этом обеспечивается уверенная фиксация препятствий в диапазоне расстояний от 0,02 до 3 м.*

*Ключевые слова:* ультразвуковой дальномер, микроконтроллер, пьезоэлектрический излучатель.

Разработка высокотехнологических средств реабилитации для незрячих и слабовидящих людей весьма актуальна. Известно, что при ориентации в пространстве незрячих людей могут быть использованы ультразвуковые устройства, работа которых основана на отражении ультразвуковых волн от препятствий [1—3]. Измеряя разницу во времени между моментом генерации импульса и моментом приема отраженного эхо-сигнала, можно определить расстояние до препятствия и преобразовать его в звуковой сигнал. Недостатком таких устройств является их сравнительно высокое энергопотребление и, соответственно, малое время работы на одном заряде элемента питания, необходимость частого заряда устройства. Бюджетное устройство на базе Arduino для незрячих [1] потребляет ток до 140 мА, среднее время его работы на одном заряде элемента питания составляет 8 часов.

Целью данной работы является разработка аппаратной и программной частей ультразвукового дальномера для незрячих людей на основе микроконтроллера STM32F100, что позволяет обеспечить снижение энергопотребления устройства и повышение времени его работы на одном заряде элемента питания.

Структурная схема предлагаемого устройства приведена на рис. 1.

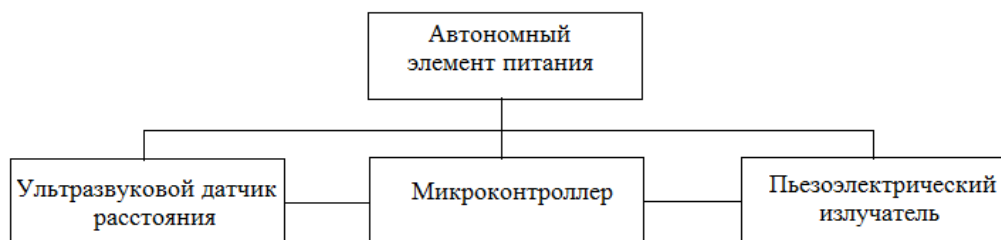


Рис. 1. Структурная схема ультразвукового дальномера

Прибор включает в себя ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04, микроконтроллер STM32F100, пьезоэлектрический излучатель со встроенным генератором TMB12A05 и стандартный малогабаритный элемент питания на 5 В. Напряжение питания ультразвукового датчика составляет 5 В, ток потребления в рабочем режиме 15 мА, а в режиме тишины 2 мА. При тактовой частоте 8 МГц потребляется ток 6 мА, напряжение питания составляет от 2 до 3,6 В, микроконтроллер находится в энергосберегающем режиме. Пьезоэлектрический излучатель в рабочем режиме потребляет ток не более 30 мА, его напряжение питания составляет 5 В.

Микроконтроллер формирует короткий запускающий импульс, который подается на вход ультразвукового датчика. На выходе датчика получаем импульс, длительность которого прямо пропорциональна расстоянию до объекта. Микроконтроллер преобразует полученный импульс в серию импульсов, частота которых обратно пропорциональна расстоянию до объекта. Эти импульсы поступают на пьезоэлектрический излучатель, преобразующий полученный электрический сигнал в звуковую. По частоте следования звукового сигнала можно определить расстояние до объекта на слух.

Разработан код программы микроконтроллера STM32F100 на языке программирования C. Программным путем формируется короткий импульс длительностью 10 мкс, подаваемый на вход ультразвукового датчика, также программным путем осуществляется преобразование выходного сигнала датчика в серию импульсов, длительность которых постоянна, а длительность пауз зависит от расстояния до объекта.

Согласно справочным данным суммарный ток потребления устройства в непрерывном активном режиме составляет 50 мА. Программным путем реализуется режим энергосбережения устройства. Устройство работает в импульсном режиме, запускающий импульс на вход ультразвукового датчика подается через каждые 500 мс, в течение первых 5 мс выдается ответный сигнал и происходит обработка этого сигнала микроконтроллером, затем датчик переходит в режим тишины, его энергопотребление снижается с 15 до 2 мА, энергопотребление микроконтроллера в этом режиме также снижается. Программа работает так, что если расстояние до препятствия составляет более 3 м, сигнал на пьезоэлектрический излучатель не поступает, при этом его энергопотребление также снижается с 30 до 2 мА. В результате суммарный ток потребления устройства снижается до 20 мА. При использовании литий-полимерного аккумулятора емкостью 2000 мА·ч, время работы устройства без заряда составит 1000 ч, т. е. не менее 10 дней.

Результаты натурных испытаний показали, что суммарный ток потребления устройства не превышает 20 мА, что позволяет работать на одном автономном элементе питания не менее 10 дней, при этом обеспечивается уверенная фиксация препятствий в диапазоне расстояний от 0,02 до 3 м в пределах диаграммы направленности ультразвукового датчика. Частота следования звуковых импульсов обратно пропорциональна расстоянию до препятствия, что позволяет определять расстояние до препятствия на слух.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Бюджетное устройство на базе Arduino для незрячих [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://future.d3.ru/biudzhethoe-ustroistvo-na-baze-arduino-dlia-nezriachikh-open-hardware-750859>
2. Ультразвуковые фонарики «Сонар-5УФ» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.sites.google.com/site/tehnicieskiesredstvadaslepyh/1-ultrazvukovoj-fonar-sonar-5uf>
3. Сонар для слепых на базе Arduino Mini Pro [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://meandr.org/archives/21701>

---

V. L. Kostenko, S. B. Kondratyev, A. A. Nikolenko, M. V. Yadrova

#### **Ultrasonic rangefinder with sound indication based on microcontroller STM32F100**

*An ultrasonic rangefinder with sound indication for blind people has been developed. The program code for the STM32F100 microcontroller is developed in the programming language C. The use of the STM32F100 microcontroller made it possible to improve the quality of the device and reduce its power consumption, which allows ensuring continuous operation of the device on one independent power supply for at least 10 days, while ensuring reliable fixation of obstacles in the range of distances from 0.02 to 3 m.*

*Keywords: ultrasonic rangefinder, microcontroller, piezoelectric radiator.*