



DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu10.2017.3.5>

УДК 621.31

ББК 32.96

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРА

Александр Владимирович Харченко

Аспирант кафедры телекоммуникационных систем,
Волгоградский государственный университет
tks@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Алексей Олегович Пасюк

Аспирант кафедры телекоммуникационных систем,
Волгоградский государственный университет
tks@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Павел Иванович Поленичкин

Кандидат технических наук, старший преподаватель,
кафедра телекоммуникационных систем,
Волгоградский государственный университет
tks@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Разрабатывается цифровое устройство для охраны движимого имущества. Устройство является GSM/GPS-сигнализацией и предназначается для охраны велосипеда, скутера и автомобиля. Новый метод защиты, основанный на SMS и звуковом оповещении, световой индикации и GPS-отслеживании, позволит намного эффективнее защитить имущество.

Ключевые слова: микропроцессоры, GSM, GPS, АТС, сигнализации, беспроводная связь.

Введение

Как в отдельности, так и в целом системы GSM/GPS-сигнализации ранее не применялись для велосипедов ввиду того, что велосипеды стоили не дорого. В настоящее время ситуация резко изменилась и воровство велосипедов стало прибыльным делом. Цена на велосипед среднего класса варьируется от 400

до 1000 \$. Следовательно, защита велосипедотранспорта от краж в настоящее время является актуальным.

Рассмотрим существующие средства защиты для велосипедотранспорта.

Устройство «Veloalarm» представляет собой сирену с датчиком наклона. Условие срабатывания сирены – наклон датчика [1]. Постановка в режим охраны происходит с

помощью комбинации из трех кнопок, установленных на устройстве. Время работы от источника питания составляет 30 дней. Вес устройства составляет 100 г. К достоинствам можно отнести низкую стоимость и простоту использования. К недостаткам относятся: отсутствие обратной связи в виде SMS, отсутствие функции определения местоположения, «хлипкий» корпус, отсутствие поддержки управления сигнализацией с мобильного телефона и радиобрелока.

Устройство «LockAlarm» представляет собой трос со специальным замком, в котором установлена сирена [2]. Условие срабатывания сирены – перерезание троса. Активация сирены происходит с помощью поворота ключа в замке. Время работы от источника питания составляет 30 дней. Вес устройства составляет 100 г. К достоинствам можно отнести комбинированное использование троса и сигнализации. Недостатки такие же, как и у устройства «Veloalarm». Главным недостатком этого устройства является легкий способ демонтажа устройства, то есть трос можно легко перекусить кусачками и скрыться с места преступления.

Устройство «Vike-Guard708A3» представляет собой радиоуправляемую сирену [3]. Условие срабатывания сирены – наклон датчика, установленного в устройстве. Время работы от источника питания составляет 30 дней. Вес устройства 100 г. К достоинствам можно отнести легкость использования и дистанционный контроль с помощью радиобрелока. Недостатки такие же, как и у устройства «Veloalarm». Главным недостатком этого устройства является низкая маскировочная способность и легкий способ демонтажа.

Устройство защиты «Kryptonite» представляет собой обычную цепь с замком [4]. Вес устройства – от 2000 до 5000 г. Основным достоинством является высокая надежность и стойкость к демонтажу. Недостатки такие же, как и у устройства «Veloalarm». Главным недостатком этого устройства является высокая цена и большой вес.

Следовательно, существующие средства защиты велосипедов от краж, такие как противоугонный трос, цепь с замком и имитации автомобильных сигнализаций («пищалки»), являются примитивными и неэффективными.

Лучшим выходом из сложившейся ситуации является комбинирование обычного противоугонного троса с отдельной надежной GSM/GPS-сигнализацией, установленной на веломототранспорте. Трос защитит от соблазна украсть, а сигнализация сработает в момент толчка при попытке перерезать трос или сдвинуть с места движимое имущество.

Новый метод защиты, основанный на SMS и звуковом оповещении, световой индикации и GPS-отслеживании, позволит намного эффективнее защитить Ваше имущество.

Описание устройства

Разрабатываемое охранное устройство будет состоять из двух частей. Первая часть является открытой, а вторая часть будет скрыта от посторонних людей. Охранное устройство в собранном виде показано на рисунке 1.

Первая часть содержит антивандальный корпус, внутри которого находится микроконтроллер, сирена, внутренний аккумулятор и разъемы для подключения внутренних датчиков (датчик индикации, фотодатчик и т. п.).



Рис. 1. Расположение охранного устройства на велосипеде

Датчик наклона необходим для определения того, что охраняемое имущество не трогали посторонние люди. Фотодатчик, размещенный внутри устройства, следит за состоянием целостности корпуса. Встроенная сирена срабатывает в случае, если преступник начнет двигать имущество. Датчик световой индикации необходим для отображения процесса зарядки аккумулятора.

Вторая часть устройства, которая будет более подробно описана в этой статье, содержит три модуля – GSM, GPS, Радио, – а также SD-считыватель и аккумуляторные батареи. Функциональная схема второй части охранного устройства показана на рисунке 2.

GSM-модуль необходим для оповещения владельца имущества с помощью SMS, отправляемых ему на мобильный телефон. GPS-модуль используется для отслеживания местонахождения имущества. Радиомодуль необходим для управления сигнализацией.

Микроконтроллер является главным звеном разрабатываемого устройства, он контролирует все установленные модули и в случае тревоги выполняет соответствующие команды согласно его встроенной программе.

Постановка и снятие с охраны будет осуществляться с помощью мобильного телефона или радиобрелока.

Принцип работы

При первом использовании устройства необходимо приобрести SIM-карту любого

сотового оператора (например, в России очень распространены SIM-карты от Beeline, Мегафон, МТС) и вставить ее в устройство.

Разработанное устройство работает следующим образом. После подачи питания на охранное устройство GPS-приемник в течение 2–3 минут будет принимать данные от GPS-спутников, находящихся на геостационарной орбите. После устойчивого получения данных от спутников GPS-приемник формирует и выдает информацию 3 раза в секунду. В дальнейшем эту информацию обрабатывает микроконтроллер. С помощью микроконтроллера происходит запись данных на microSD-карту или по требованию пользователя высылаются в виде SMS текущие координаты местоположения устройства.

Получение координат местоположения устройства осуществляется следующим образом. Владелец охранного устройства производит вызов на SIM-карту, установленную в GSM-модуль устройства. В свою очередь микроконтроллер постоянно опрашивает GSM-модуль. Как только появляется входящий вызов, GSM-модуль передает входящий номер на микроконтроллер, который затем сравнивает его с записанным номером в памяти. Если номера совпадают, значит, вызов осуществляет владелец.

В ответ микроконтроллер разрывает текущее соединение с входящим номером и считывает текущие координаты местоположения с GPS-модуля, а затем с помощью GSM-модуля отправляет их по SMS на номер владель-

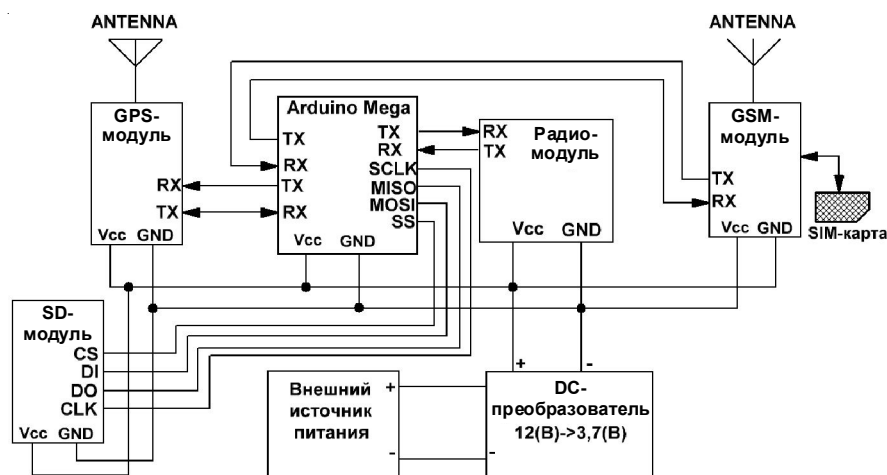


Рис. 2. Функциональная схема охранного устройства

ца. Результат выполнения этого процесса показан на рисунке 3.

Считыватель SD-карты необходим для резервного сохранения данных, полученных от GPS-приемника. Впоследствии они сохраняются на microSD-карту в следующем виде: дата, время, широта, долгота. Записанные на microSD-карту данные, полученные от GPS-приемника, показаны на рисунке 4. В дальнейшем эти данные можно загрузить на сайт сервиса Google maps и построить по ним трек, на котором впоследствии будет видно передвижение устройства в течение времени записи (см. рис. 5).

В данном устройстве используется microSD-карта объемом 2 Гб. Объем файла, записанный за сутки, составляет 1 Мб. Следовательно, $2000 \text{ (Мб)} / 2 \text{ (Мб * сут)}$, отсюда время записи составит 1000 суток ($1000/365 = 2,73$ года).

Микроконтроллер **ATmega 2560** был выбран из экономических и эксплуатационных соображений. Этот микроконтроллер относится к среднему семейству микроконтроллеров фирмы Atmel. Он обладает достаточным количеством Flash-памяти, оперативной памяти, необходимой для этого проекта [5].

В качестве расширения, обеспечивающего беспроводное управление через канал связи GSM, был выбран модуль, основанный чипе M590 от производителя компании NEOWAY. Этот GSM-модуль имеет низкую стоимость и является очень распространенным.

При обмене данными между МК и GSM/GPS-модулями возникает необходимость согласования логических уровней для их сопряжения. Согласование логических уровней 5(V) между МК и 3(V) на GSM-модуле возможно с использованием интерфейса с последовательно включенными MOSFET транзисторами. Транзисторно-транзисторная логика с использованием MOSFET транзисторов позволяет получить двунаправленную схему согласования уровней, идеально подходящую для применения в шинных системах, таких как UART.

Потребляемый ток второй части охранного устройства составляет 150 мА. Предполагается, что для питания этой части будут использоваться 2 литий-ионных аккумулятора типа 18650 напряжением 3,7 В и емкостью по 2100 мА * ч, следовательно, в сумме емкость этих батарей составит 4200 мА * ч. Время работы при полностью заряженных батареях составит $4200 \text{ (мА * ч)} / 150 \text{ (мА)} = 28$ ч.

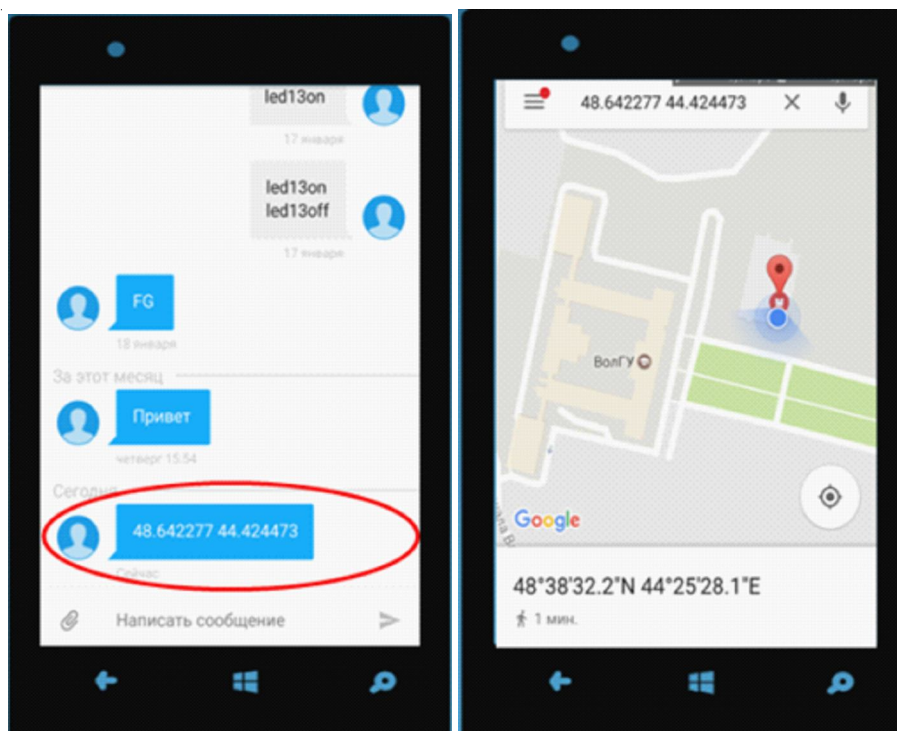


Рис. 3. Координаты охранного устройства, полученные по SMS, и вывод их в браузере с помощью сервиса Google maps

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Date/Time, Latitude, Longitude							
2	01/11/2017	20:49:02	48.531990	44.466136				
3	01/11/2017	20:49:14	48.531982	44.466140				
4	01/11/2017	20:49:23	48.531978	44.466136				
5	01/11/2017	20:49:32	48.532001	44.466102				
6	01/11/2017	20:49:44	48.532005	44.466079				
7	01/11/2017	20:49:53	48.532005	44.466072				
8	01/11/2017	20:50:05	48.532005	44.466064				
9	01/11/2017	20:50:14	48.532005	44.466075				
10	01/11/2017	20:50:23	48.532005	44.466083				
11	01/11/2017	20:50:35	48.532005	44.466106				
12	01/11/2017	20:50:56	48.532005	44.466133				
13	01/11/2017	20:51:05	48.532005	44.466129				
14	01/11/2017	20:51:14	48.532009	44.466121				
15	01/11/2017	20:51:26	48.532009	44.466125				
16	01/11/2017	20:51:47	48.532009	44.466144				
17	01/11/2017	20:51:56	48.532009	44.466152				
18	01/11/2017	20:52:05	48.532005	44.466159				
19	01/11/2017	20:52:17	48.532001	44.466156				
20	01/11/2017	20:52:35	48.531963	44.466026				
21								

Рис. 4. Данные, полученные с microSD-карты и открытые с помощью программы Microsoft Office Excel 2007

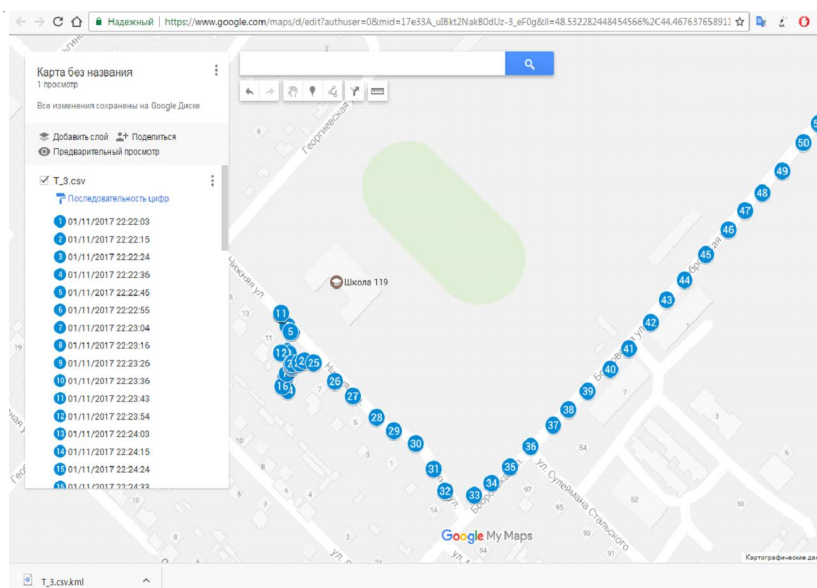


Рис. 5. Трек, построенный по данным, полученным с microSD-карты и открытым с помощью сервиса Google maps

Создана программа для микроконтроллера, которая позволяет управлять разработанным устройством по запрограммированному алгоритму. Используемое программное обеспечение показано на рисунке 6.

Листинг программы составляет 350 строк. Программа использует 25714 байт Flash-памяти и 1967 байт SRAM-памяти.

Принцип работы алгоритма программы показан на рисунке 7. Программа позволяет записать в память микроконтроллера не более 10 мобильных номеров. Этого вполне достаточно для использования устройства в среднестатистической семье, тем более что обычная современная среднестатистическая семья состоит из 4 человек, то есть из двух взрослых и двух детей. Кроме того, программа отклоняет SMS сообщения, поступившие с интернет сайта, тем самым исключая метод подбора PIN-кода злоумышленниками.

На рисунке 8 показан принцип передачи данных от охранного устройства на смартфон или ПК в случае срабатывания сигнализации. Отслеживание помогает владельцу контролировать сохранность своего движимого имущества.

Разработанное устройство обладает следующими достоинствами:

1. Управление устройством происходит на различном расстоянии через канал связи GSM при помощи стандартного мобильного телефона с применением SMS-команд.
2. SIM-карта используется от различных GSM-операторов, расположенных в России.
3. Охранное устройство оповещает владельца при помощи SMS.
4. GPS-отслеживание поможет отыскать автомобиль, скутер, велосипед в случае его кражи.
5. Резервное копирование данных, содержащих координаты местоположения, на SD-карту.
6. Дистанционный контроль сигнализацией осуществляется с помощью мобильного телефона и радиобрелока.

Заключение

В результате выполненной работы создано устройство, способное оперативно и удаленно управлять GSM/GPS-сигнализацией и в то же время получать координаты местоположения движимого имущества.

```

Mega2560_LCD_20x4_GPS_SD_GSM | Arduino 1.6.7
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

Mega2560_LCD_20x4_GPS_SD_GSM $
1 // Библиотека для GPS модуля (в нашем случае для NEO_6M от компании u-blox)
2 #include <TinyGPS++.h>
3
4 // Необходимые библиотеки для работы SD-карты
5 #include <SPI.h> // библиотека для работы SPI шины
6 #include <SD.h> // Подключение внешнего файла (библиотека)
7
8 //Библиотеки для работы LCD дисплея
9 #include <Wire.h> // библиотека для работы I2C шины
10 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
11 // Переимуем объект библиотеки и дадим ему имя "lcd"
12 LiquidCrystal_I2C lcd(0x38,20,4); // Устанавливаем параметры дисплея (адрес по i2c, 20 знаков н
13 /*** Для Дисплея, загружаем время
14 // Ячейка типа char для хранения символов в формате ASCII,
15 // переменные
16 char Time[32]={0}; // Название переменной Time, размер буфера 32 символа, этот массив символов
17 char Data[32]={0}; // Название переменной Data, размер буфера 32 символа, этот массив символов
18
19 /*** Переменные для работы SD-карты
20 /* Подключение контактов:

```

Рис. 6. Программный код, разработанный в среде Arduino IDE 1.6.7



Рис. 7. Алгоритм основной программы для микроконтроллера ATmega 2560

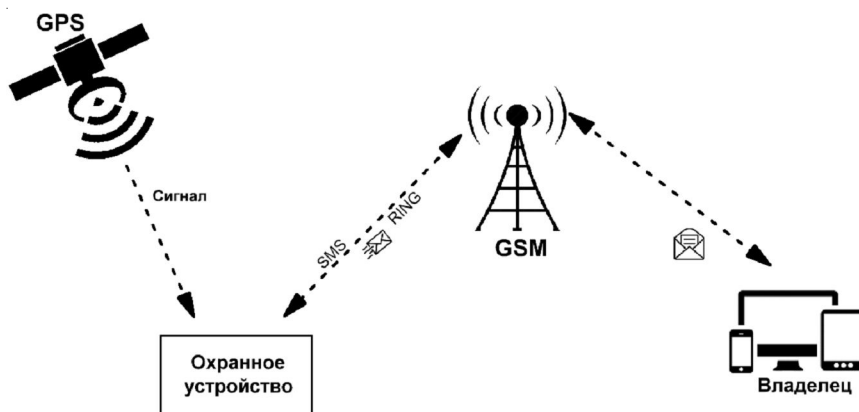


Рис. 8. Процесс передачи данных по каналу связи GSM от охранного устройства к владельцу

Применение микроконтроллера ATmega 2560, установленного во второй части охранного устройства, позволяет достичь высоких показателей эффективности при низкой стоимости.

Подводя итоги, можно утверждать, что разработанное устройство является современным, многофункциональным, а также позволит удаленно и своевременно проверять состояние сигнализации, благодаря этому повысится эффективность защиты Вашего движимого имущества.

В дальнейшем с целью сокращения расходов, связанных SMS-оповещением, планируется осуществлять передачу GPRS-данных от охранного устройства по технологии 3G на сервер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокселл, Дж. Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками / Дж. Бокселл. – СПб. : Питер, 2017. – 400 с.
2. Блум, Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства / Дж. Блум. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.
3. Иго, Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств : пер. с англ. / Т. Иго. – 2-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 544 с.
4. Карвинен, Т. Делаем сенсоры: проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi. : пер. с англ. / Т. Карвинен, К. Карвинен, В. Вальтоари. – М. : И.Д. Вильямс, 2015. – 432 с.
5. Мини-сигнализации. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://btest.ru/reviews/sumka_krichit_zaoret_li_velosiped_obzor_portativnyh_i_velosipednyh_signalizacij/ (дата обращения: 20.04.2017). – Загл. с экрана.
6. Монк, С. Программируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами / С. Монк. – СПб. : Питер, 2017. – 272 с.
7. Петин, В. А. Практическая энциклопедия Arduino / В. А. Петин, А. А. Биняковский. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 152 с.
8. Петин, В. А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things / В. А. Петин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2016 – 320 с.
9. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В. А. Петин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2017. – 464 с.
10. Ревич, Ю. В. Занимательная электроника / Ю. В. Ревич. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 576 с.
11. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.

12. Bike-Guard 708A3. – Electronic data. – Mode of access: <http://elektrik39.ru/katalog/bike-guard-708a3> (date of access: 20.04.2017). – Title from screen.

13. Kryptonite keeper 785. – Electronic data. – Mode of access: <http://kryptonitelock.ru/catalog/chains/keeper-785-integrated> (date of access: 20.04.2017). – Title from screen.

14. Lockalarm. – Electronic data. – Mode of access: <http://lockalarm.com/cable-lock-alarm-2-4m-8ft/> (date of access: 20.04.2017). – Title from screen.

15. Monk, S. «Programming Arduino: Getting Started with Sketches» / S. Monk. – McGrawHill, 2012. – 177 p.

16. The analysis of methods and approaches for modeling components of the complex organizational and technical systems “smart city” / Yu. S. Bakhracheva, A. A. Kadyrov, A. A. Kadyrova, E. A. Maksimova // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. – 2017. – Т. 11, № 2. – С. 6–10. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu10.2017.2.1>.

REFERENCES

1. Boksell J. *Izuchaem Arduino. 65 proektov svoimi rukami* [Studying Arduino. 65 Hand-Made Projects]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2017. 400 p.
2. Blum J. *Izuchaem Arduino: instrumenty i metody tekhnicheskogo volshebstva* [Studying Arduino. Tools and Techniques of Technical Wizardry]. Saint Petersburg, BVKh – Peterburg Publ., 2015. 336 p.
3. Igo T. *Arduino, datchiki i seti dlya svyazi ustroystv* [Arduino, Sensors, and Networks for Communication Devices]. Saint Petersburg, BVKh – Peterburg Publ., 2015. 544 p.
4. Karvinen T., Karvinen K., Valtokari V. *Delaem sensory: proekty sensornykh ustroystv na baze Arduino i Raspberry Pi*. [Making Sensors: Projects of Touch Devices Based on Arduino and Raspberry Pi.]. Moscow, I.D. Vilyams Publ., 2015. 432 p.
5. *Mini-signalizatsii* [Mini Alarm]. URL: https://btest.ru/reviews/sumka_krichit_zaoret_li_velosiped_obzor_portativnyh_i_velosipednyh_signalizacij/ (accessed April 20, 2017).
6. Monk S. *Programmruem Arduino. Professionalnaya rabota so sketchami* [Programming Arduino. Professional Work with Sketches]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2017. 272 p.
7. Petin V.A., Binyakovski A.A. *Prakticheskaya entsiklopediya Arduino* [The Practical Encyclopedia Arduino]. Moscow, DMK Press, 2017. 152 p.
8. Petin V.A. *Arduino i Raspberry Pi v proektakh Internet of Things* [Arduino and Raspberry

Pi in the Projects Internet of Things]. Saint Petersburg, BVKh – Peterburg Publ., 2016. 320 p.

9. Petin V.A. *Proekty s ispolzovaniem kontrollera Arduino* [The Projects Using the Arduino Controller]. Saint Petersburg, BVKh – Peterburg Publ., 2017. 464 p.

10. Revich Yu.V. *Zanimatel'naya elektronika* [Entertaining Electronics]. Saint Petersburg, BVKh – Peterburg Publ., 2015. 576 p.

11. Sommer U. *Programmirovaniye mikrokontrollernykh plat Arduino/Freeduino* [Programming microcontroller boards Arduino/Freeduino]. Saint Petersburg, BVKh – Peterburg Publ., 2012. 256 p.

12. *Bike-Guard 708A3*. URL: <http://elektrik39.ru/katalog/bike-guard-708a3> (accessed April 20, 2017).

13. *Kryptonite keeper 785*. URL: <http://kryptonitelock.ru/catalog/chains/keeper-785-integrated> (accessed April 20, 2017).

14. *Lockalarm*. URL: <http://lockalarm.com/> URL: <http://lockalarm.com/cable-lock-alarm-2-4m-8ft/> (accessed April 20, 2017).

15. Monk S. *Programming Arduino: Getting Started with Sketches*. McGraw Hill, 2012. 177 p.

16. Bakhracheva Yu.S., Kadyrov A.A., Kadyrova A.A., Maksimova E.A. The analysis of methods and approaches for modeling components of the complex organizational and technical systems “smart city”. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 10, Innovatsionnaya deyatelnost* [Science Journal of Volgograd State University. Technology and Innovations], 2017, vol. 11, no. 2, pp. 6–10. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu10.2017.2.1>.

THE DEVELOPMENT OF MICROPROCESSOR-BASED DIGITAL DEVICES OF MONITORING AND CONTROL

Aleksandr Vladimirovich Kharchenko

Postgraduate Student, Department of Telecommunication Systems,
Volgograd State University
tks@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Aleksey Olegovich Pasyuk

Postgraduate Student, Department of Telecommunication Systems,
Volgograd State University
tks@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Pavel Ivanovich Polenichkin

Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Telecommunication Systems,
Volgograd State University
tks@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Abstract. The authors develop a digital device for the protection of movable property. The device is GSM-GPS alarm designed to guard bicycle, scooter and car. The installed GPS-GSM modules allow for tracking location of movable property and to exercise control signaling at any time. Device is based on SMS commands and calls that are sent from a mobile phone. The unit can store up to 10 mobile numbers of users. In order to safely control the device, its software provides protection against SMS attacks coming from Internet resources. In modern conditions, remote monitoring is often carried out via the Internet connection.

The device will consist of two parts: the visible part that is installed on the frame of the vehicle, and the hidden part installed in the steering column or the steering wheel handle.

Developed security devices are necessary to ensure uninterrupted supply during the performance of its functions. In addition, its visible part must be resistant to impact from the outside.

Advantage of the developed device is the low price and the possibility of expanding the functionality. The developed device will be in demand, as a modern society needs to have immediate control over the objects of ownership.

Key words: microprocessors, GSM, GPS, ATS, alarm, wireless communications.