

УДК 62-791.2

## БОРТОВОЙ КОМПЬЮТЕР ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Пугач Д.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
филиал «Минский радиотехнический колледж»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Гавриленко В.С. – преподаватель цикловой комиссии «Программируемые цифровые устройства» Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» филиал «Минский радиотехнический колледж»*

**Аннотация.** Анализ схемы электрической принципиальной. Разработка и отладка программного обеспечения для микроконтроллера. Разработка и отладка программного обеспечения мобильного приложения. Установка передачи данных от микроконтроллера Atmega8 на мобильное приложение через протокол Bluetooth (IEEE 802.15.1)

**Ключевые слова:** микропроцессорная техника, электромобиль, измерительная техника, беспроводная связь, бортовой компьютер

**Введение.** Современные автомобили все больше оснащаются электроникой и микроконтроллерами. Это позволяет управлять автомобилем с комфортом и определенными удобствами. Кроме этого, для такого количества электроники нужно программное обеспечение, которое позволит считывать и анализировать полученную от датчиков информацию. Среди разработанных решений программного обеспечения присутствует множество систем, выполняющих аналогичные функции, применимые в автомобильной отрасли, зачастую такие системы ограничиваются локальным просмотром состояния автотранспортного средства, доступны только в специализированных автосервисах и не используют средство дистанционного доступа к показаниям бортового компьютера.

В данной статье автором описан способ взаимодействия физического устройства по каналу беспроводной связи с мобильным приложением. Таким образом повышается качество пользовательского опыта при взаимодействии с электромобилем.

**Основная часть.** Актуальность разработки бортового компьютера для автомобиля заключается в возможности усовершенствования производящихся на данный момент в Беларуси электромобилей с целью их популяризации среди рядовых пользователей. Бортовой компьютер является необходимым устройством для современного автомобиля, которое, с одной стороны, не может быть заменено никакой другой электронной системой или встроенным в нее прибором, а с другой стороны, может стать дополнительным, или даже основным, прибором. Бортовой компьютер для электромобиля является еще и наиболее целесообразным способом повышения эффективности работы бортовых систем электромобиля, что делает автомобиль более привлекательным для покупателя.

Схемотехнический анализ бортового компьютера для электромобиля основан на подробном изучении решений, положенных в основу схемы электрической структурной и принципиальной унифицированных модулей силовой части электроприводов и блоков управления режимами оптимального расходования энергии аккумуляторов в различных условиях эксплуатации электромобиля, в том числе в критической ситуации, сигнализируемой штатным бортовым компьютером электромобиля.

Основной частью бортового компьютера является микроконтроллер, который отвечает за взаимодействие датчиков и элементов управления и индикации. В конечном итоге пользователь хочет увидеть на экране бортового компьютера показания различных датчиков. Для такой работы требуется устройство, позволяющее преобразовывать считываемые значения в формат, понятный пользователю. В качестве такого управляющего устройства был выбран микроконтроллер Atmega8, который позволяет настроить работу элементов необходимым образом.

Микроконтроллер Atmega8 довольно часто используется в радиолюбительских схемах, сделан он с использованием технологии CMOS на AVR RISC архитектуре. За один такт выполняется одна инструкция, на микроконтроллере Atmega8 достигается производительность в 1MIPS на МГц, и тем самым достигается наиболее оптимальная производительность и потребляемая энергия [1].

Среди основных преимуществ данного решения можно выделить:

- 32 регистра общего назначения;
- два 8-ми разрядных таймера/счетчика, режим сравнения, режим захвата;
- таймер реального времени с независимым генератором;
- режимы с пониженным энергопотреблением: Idle, Power-save, Power-down, Standby, ADC Noise Reduction.

Линейки 8-битных микроконтроллеров PIC и AVR компании Microchip имеют независимую от ядра периферию (core independent peripherals – CIP), работающую без участия центрального процессора и способную обмениваться друг с другом. Это помогает повысить эффективность и быстродействие системы при одновременном снижении энергопотребления. В сочетании с современными средствами ускорения разработки, такими как MPLAB Code Configurator и Atmel START, эти инновационные 8-битные приборы позволяют конструкторам пройти путь от прототипа до серийного производства за несколько месяцев [2].

По умолчанию микроконтроллер Atmega 8 не имеет возможности подключения к другому устройству по каналу IEEE 802.15.1, который используется в технологии Bluetooth, поэтому для связи со смартфоном к нему необходимо подключить Bluetooth модуль. Для этих целей был выбран модуль HC-05, который расширяет функционал микроконтроллера и позволяет соединяться с другими устройствами по беспроводному каналу. Модуляция с полным радиопередатчиком 2,4 ГГц и основной полосой частот. Он использует CSR Bluecore 04-External одно чиповую систему Bluetooth с технологией CMOS и AFH (адаптивная функция скачкообразной перестройки частоты).

При установке микроконтроллера в непосредственной близости от двигателей следует позаботиться о снижении риска возможных наводок на внешние цепи AVR. Так, цепь внешнего тактирования может служить транзитным путем для наводок. Чтобы устранить возможные сбои, рекомендуется конденсаторы C1 и C2 устанавливать, как можно ближе к выводам XT1 и XT2, а их «земляные» обкладки подключать непосредственно к выводу GND микроконтроллера короткими проводниками. Кроме того, рекомендуется корпус кварцевого резонатора Q1 припаивать коротким проводом к цепи GND. Еще большую безопасность может обеспечить экранирующий контур на печатной плате вокруг кварцевого резонатора и конденсаторов. На рисунке 1 представлен вариант реализации описанного решения для нейтрализации внешних помех [3].

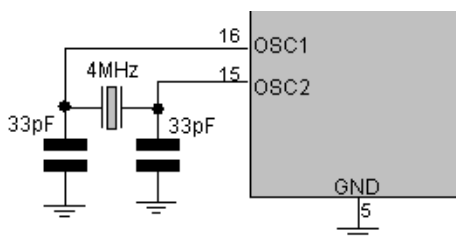


Рисунок 1 – Схема кварцевой стабилизации частоты

На ней предусмотрен 6-пиновый разъем IDC-06 для внутрисхемного программатора USBASP, а также штыревые разъемы для подключения датчиков температуры и уровня топлива, разъем для подключения кнопок.

На первых электромобилях применялись никель-металл-гидридные (Ni-MH) аккумуляторы. Они сулили очень высокую энерго-емкость: в одном килограмме такой батареи теоретически можно было запасти до 300 Вт×ч. Однако на практике удавалось использовать лишь

пятую часть их возможностей. Спустя несколько лет стандартом для электромобилей (и многой другой техники) стали литий-ионные элементы – они долго считались невыгодными из-за более высокой цены. Но только такие элементы обеспечивали реальную удельную энергоемкость на уровне 100–250 Вт×ч/кг [4].

Схема электрическая структурная бортового компьютера состоит из 6 блоков: датчик температуры воздуха салона, вольтметр, аккумулятор электромобиля, преобразователь Bluetooth, смартфон, датчик температуры двигателя и представлена на рисунке 2.

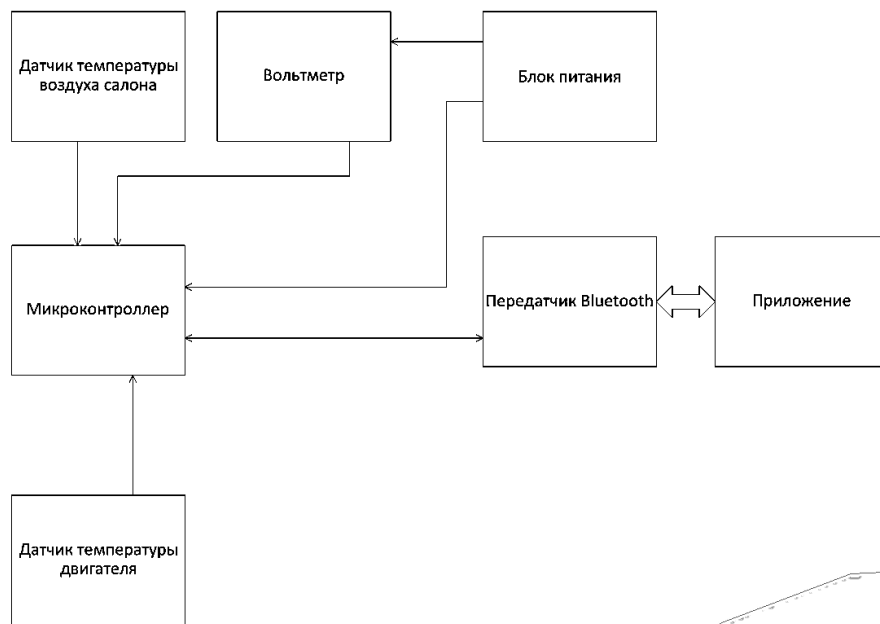


Рисунок 2 – Схема электрическая структурная бортового компьютера

Работа микроконтроллера начинается с загрузки основного экрана, на который в виде таблицы выводятся показатели температуры воздуха в салоне, температуры двигателя и напряжения аккумулятора автомобиля. Для отображения в таком виде информацию надо передавать в 2 строки последовательно. В первую группу показателей, которая располагается в первой строке дисплея входят:

- текущее время;
- индикатор включения или отключения звука уведомления о превышении показателей пороговых значений;

- условный знак температуры воздуха в салоне;
- показания датчика температуры, установленного в салоне.

Для отображения текущего времени служат часы реального времени и кварцевый резонатор. Обработка их в микроконтроллере заключается в обновлении значения, отображаемого на экране, каждый такт, генерируемый резонатором. Для бесперебойной работы часов в устройстве устанавливается батарейка. Однако нюансом работы кварцевых резонаторов является остановка обновления значения времени при отключении питания. Таким образом, после отключения и подключения питания время останется в значении на момент отключения питания.

Разрабатываемое приложение будет работать по следующему алгоритму:

- после запуска приложения пользователь увидит начальный экран с предварительной информацией;
- после открытия основного экрана приложение начинает собирать информацию с датчиков бортового компьютера;
- полученная информация обрабатывается приложением для отображения в виде графиков;

- во время снятия показаний пользователь должен уведомляться о пересечении порога заранее заданных значений;
- в любой момент работы приложения пользователь должен иметь возможность открыть меню настроек для изменения пороговых значений величин;
- после изменения пороговых величин пользователь должен увидеть изменения на графиках.

Мобильное приложение имеет связь с бортовым компьютером, установленном в автомобиле. Таким образом, можно получать своевременную информацию о текущем состоянии автомобиля.

Программное средство выполняет следующие функции:

- отображение 3 показателей автомобиля;
- возможность записи снятия показаний;
- просмотр истории записей;
- связь с устройством посредством интерфейса Bluetooth;
- возможность записи истории устранения неисправности автомобиля.

Входные данные – величины, которые задаются до начала работы алгоритма или определяются динамически во время его работы.

Основной режим работы приложения заключается в запуске процедуры замера показаний автомобиля. После нажатия на кнопку Начать начинается отслеживание изменения показаний различных датчиков устройства и отображения их в виде графиков и численных значений. После нажатия кнопки Закончить замер показаний прекращается, а запись в базе данных обновляется средними значениями и временем окончания снятия показаний.

Просмотреть сохраненные записи можно в меню История. Там можно увидеть все записи и для каждой записи увидеть время начала, длительность, время окончания и средние показания с датчиков за все время замера.

В меню Ремонты можно просмотреть записанные данные о последних устранениях неисправностей, их дате и затраченных деньгах. Для добавления новой записи нужно нажать кнопку добавления новой записи. После этого открывается меню для создания новой записи. Там нужно указать дату устранения неисправности, дать ей название и указать стоимость устранения неисправности. После этого надо нажать кнопку Записать, чтобы добавить новую запись в базу данных.

Для настройки приложения необходимо перейти в меню настроек, которое открывается кнопкой с изображением шестеренки. В этом меню можно задать значения для минимальных и максимальных значений всех показателей, при которых необходимо уведомлять пользователя.

Для правильной работы приложения оно должно иметь связь с устройством, которое будет снимать показания текущих значений контролируемых параметров узлов и модулей автомобиля. Взаимосвязь мобильного приложения и бортового компьютера происходит через интерфейс Bluetooth. При работе устройства с датчиков бортового компьютера приходят показания по 3 характеристикам автомобиля по интерфейсу в мобильное устройство. Полученные данные отображаются в виде графиков. Данный комплекс могут использовать автолюбители, которым небезразлично состояние их автомобиля.

На основании полученных результатов экономического обоснования можно сделать вывод, что затраты на разработку и внедрение данного устройства является экономически эффективным как для предприятия-разработчика, так и для предприятия-заказчика.

Отпускная цена бортового компьютера получилась достаточно высокой, так как эта цена разработки. При запуске в массовое производство данного устройства отпуская цена снизится за счет высокой программы выпуска. Так как комплектующие будут закупаться оптом на всю программу выпуска, а разработка программной части не будет производиться для каждого изделия. Программная часть будет одна на всю программу выпуска. Все это значительно снизит реальную отпускную цену.

После выполнения работ предприятие-разработчик получает чистую прибыль (часть балансовой прибыли предприятия, остающаяся в его распоряжении после уплаты налогов,

сборов, отчислений и других обязательных платежей в бюджет) в размере 978,86 руб., при этом рентабельность разработки (эффективность использования ресурсов, не должен быть ниже 12 %) составит 16 %.

**Заключение.** В программно-аппаратном комплексе устройство выполняет роль измерительного прибора и дополняется функциями отображения полученной информации на встроенном экране. Работоспособность устройства обуславливается соблюдением требований к эксплуатации, которые обеспечивают стабильную и длительную работу устройства и были составлены с учетом эксплуатации в различных погодных условиях и температурных зонах для использования в различных моделях электромобилей. Разработанное приложение поможет пользователю следить за температурным фоном двигателя. Это имеет значительное влияние на порядок эксплуатации электромобиля за счет удержания температуры двигателя в диапазоне рабочих температур.

### Список литературы

1. Эйдинов, А. А. *Электромобили: учебное пособие* / А. А. Эйдинов. – М.: НАМИ, 1998.
2. *Микроконтроллер Atmega8 [Электронный ресурс]*. – Режим доступа : <https://radio-magic.ru/microcontrollers/381-mikrokontroller-atmega8>. – Дата доступа : 24.12.2022.
3. *Стабилизация работы микроконтроллера [Электронный ресурс]*. – Режим доступа : [https://myrobot.ru/articles/mc\\_stab.php](https://myrobot.ru/articles/mc_stab.php). – Дата доступа : 23.01.2023.
4. *Как устроена батарея электромобиля [Электронный ресурс]*. – Режим доступа : [https://mag.auto.ru/article/kak-ustroena-batareya-elektromobilya/?utm\\_content=2586580c9e4372415c56ab5a3475f0a9&utm\\_source=admitad&utm\\_campaign=442763#part3](https://mag.auto.ru/article/kak-ustroena-batareya-elektromobilya/?utm_content=2586580c9e4372415c56ab5a3475f0a9&utm_source=admitad&utm_campaign=442763#part3). – Дата доступа : 25.12.2022.

UDC 62-791.2

## ON-BOARD COMPUTER FOR ELECTRIC VEHICLE

*Pugach D.A.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, branch "Minsk Radio Engineering College", Minsk, Republic of Belarus*

*Gavrilenko V.S. – Lecturer of the cycle commission "Programmable Digital Devices" of the Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radio-Electronics" branch "Minsk Radio Engineering College"*

**Annotation.** Schematic analysis is fundamental. Development and debugging of software for the microcontroller. Development and debugging of mobile application software. Establishment of data transfer from the Atmega8 microcontroller to a mobile application via the Bluetooth protocol (IEEE 802.15.1)

**Keywords:** microprocessor technology, electric vehicle, measuring equipment, wireless communication, on-board computer