

РАСХОДОМЕР ТОПЛИВА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА AVR MICROCHIP (ATMEL)

Кривошапов С. И.¹

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. В процессе эксплуатации автомобиля необходимо периодически контролировать расход топлива. Предложено измерять количество топлива за единицу времени в топливной магистрали автомобиля. Разработан программно-аппаратный комплекс для измерения расхода топлива, состоящий из системы управления электроклапанами расходомера, регистрации и обработки информации в микропроцессоре, передачи данных на компьютер, организации интерфейса взаимодействия с пользователем. Использование расходомера топлива позволяет контролировать эффективность топливоподачи, своевременно обнаруживать скрытые неисправности автомобиля, оценивать качество условий эксплуатации.

Ключевые слова: топливо, расходомер, транспортное средство, измерительная система, микропроцессор, программное обеспечение, информационные технологии.

Введение

Расход топлива выступает одним из показателей, характеризующих качество автотранспортного средства и его эксплуатационных свойств. В процессе эксплуатации надежность машин снижается, а расход топлива увеличивается. Контроль расхода топлива позволяет оценить сложность условий его эксплуатации и общее техническое состояние автомобиля.

Анализ публикаций

Контроль реального расхода топлива в Украине закреплено на законодательном уровне [1]. Расход топлива можно определить расчетными или экспериментальными методами. Для численного моделирования расхода топлива наиболее удачно подходит математическая модель проф. Говорущенко Н.Я. [2]. Однако, с помощью математического моделирования можно рассчитать средние значения расхода, которое от фактического может отличаться на 5-10 %.

Реальный расход топлива может быть получен в процессе движения автомобиля на дороге или при испытании на диагностическом оборудовании [3]. Распространены три способа получения информации о расходе топлива: из ЭБУ через диагностический разъем [4], по уровню топлива в баке [5] или путем измерения интенсивности потока в топливной магистрали [6].

Блок управления подает на форсунку импульс на открытие, который соответствует расчетному значению, но из-за неисправностей в двигателе желаемый расход топлива может отличаться от реального значения.

Измерение уровня топлива в баке имеет высокую погрешность до 15 %, поэтому используется только как контрольный показатель. Наиболее точным методом является установка расходомера до подачи топлива в цилиндр двигателя, точность измерения которого составляет 1-3 %, в зависимости от метода.

Расходомер состоит из датчика, системы управления и системы измерения, конструктивно выполнен в едином блоке.

Цель и постановка задачи

Цель работы – совершенствовать метод измерения расхода топлива в топливной магистрали автомобиля, путем построения системы управления и измерения на основе применения микропроцессора AVR.

Для достижения поставленной цели необходимо разработать аппаратно-программный комплекс, состоящий из датчиков и микропроцессорной системы управления, предназначенной для обработки, хранения, изображения и передачи на компьютер данных о расходе топлива.

Анализ датчиков расхода топлива

На автомобильном транспорте используется жидкое (бензин, дизель) и газообразное топливо (СПГ, СНГ). Наибольшее количество автомобилей сейчас эксплуатируется на бензине.

За физическим принципом расходомеры измеряют: объем, перепад давления, силу потока, скорость вращения ротора, перепад температуры, скорость распространения ультразвука, интенсивность вихреобразования,

изменение электромагнитного поля и др. [7].

Различают массовые и объемные расходомеры. На транспорте принято измерять расход топлива в л/100 км т.е в объемных величинах. Для перевода массовых величин в объемные необходимо дополнительно контролировать свойства жидкости: температуру и давление.

Датчики расхода топлива имеют следующее исполнение: однокамерные, измеряющие расход в одном направлении, и дифференциальные, измеряющие разницу между двумя потоками.

Исследуемый прототип датчика расхода топлива имеет следующие особенности реализации: применяется метод измерения объема, конструктивно выполнен с двумя камерами, является полнопроточным и однонаправленным, имеет постоянный объем камер, управление потоками электромеханическое, измерение электрическое дискретное.

Принцип работы расходомера топлива

За основу взят расходомер топлива, разработанный на кафедре ТЭСА, который создавался на аналоговой элементной базе.

Расход топлива зависит от скорости перемещения поршня, расположенного в цилиндре между двумя полостями. Схема расходомера изображена на рис. 1.

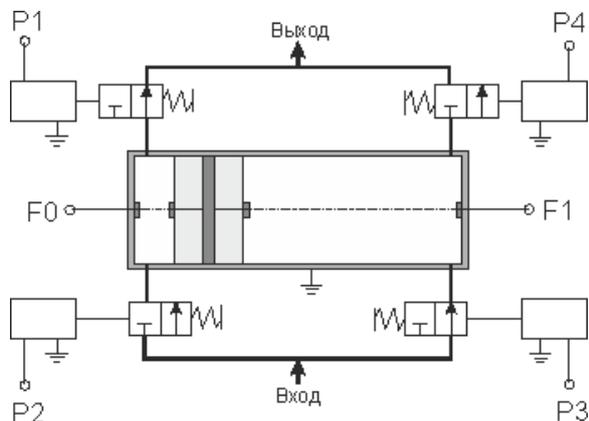


Рис. 1. Гидравлическая схема расходомера топлива и схема выводов

Топливо поступает попеременно в правую или в левую полость. Когда одна часть цилиндра заполняется, то из другой топливо освобождается на выход. Из-за разности давлений поршень перемещается от зоны нагнетания в зону выпуска. Переключение подачи топлива в цилиндре (обмен зонами) осуществляется электромагнитными клапанами. На рис. 1 изображено состояние ключей, когда нагнетание топлива происходит в пра-

вую зону, а выпуск - из левой. Поршень перемещается влево до срабатывания контактов, после чего система управления должна переключить состояния ключей на противоположный. При этом нагнетание будет происходить в левую полость, а выпуск - из правой, тогда поршень будет перемещаться влево.

Расход топлива будет пропорционален времени перемещения поршня между двумя крайними положениями, которое необходимо зафиксировать в измерительной системе.

Управление расходомером топлива

Включение клапана происходит напряжением бортовой сети автомобиля, которое для автомобилей составляет 12-14 В, а для грузовых с дизельным двигателем до 24 В. Таким напряжением управлять микропроцессор не может. Поэтому в схему включены два реле, выполнены в двух [10] или одном [11] корпусе исполнении. Упрощенная схема реле приведена на рис. 2.

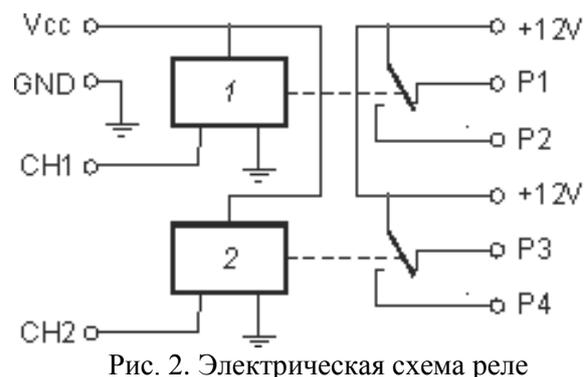


Рис. 2. Электрическая схема реле

Реле позволяет коммутировать цепи переменного напряжения до 250 В или постоянного напряжения до 30 В с максимальной нагрузкой до 10А. В зависимости от установки переключки питание реле может происходить от управляющего напряжения или внешнего источника. Имеет гальваническую развязку управляющего канала до 1000 В. Управляющий сигнал - 5 В, но может работать при 3.3 В, потребление тока 15-20 мА.

На вход реле Vcc подается опорное напряжение с контролера (5 В), земля GND и два управляющих сигнала CH1 и CH2. На выходе подается напряжение (12 В или 24 В), которое переправляется на контакты P1 или P2 первого реле и P3 или P4 второго реле. При подаче управляющего сигнала (5 В) на вход CH1 или CH2 замыкает контакты P1 или P3 с +12 В и одновременно размыкаются контакты P2 или P4, соответственно. Логиче-

ский «0» на контактах CH1 или CH2, приводит к выводу +12 В на контакты P2 или P4 и «0» на контакты P1 или P3.

Скорость переключения состояния реле происходит за 10 мкс, что значительно быстрее, чем скорость срабатывания электромагнитных клапанов расходомера.

Контакты CH1 и CH2 подключаются к разъемам (pin) D9 и D8 макетной платы Arduino Nano v 3.0 [12], которая построена на базе микроконтроллера ATmega 328p.

Контакты F0 и F1 датчика расхода топлива подключаются к цифровым разъемам (pin) D2 и D3, на которых организовано управление аппаратными прерываниями (INT1 и INT2) микроконтроллера ATmega 328p.

Контакты D10, D11 и D12 реализует в микропроцессоре протокол SPI, для которого необходим также канал управления SCK, который на схеме реализован через контакт (pin) D13.

Контакты (pin) A0–A7 и D4–D8 задействованы для вывода изображения на экран. Контакт RESET связан с LCD_RS экрана, используется для сброса состояния микропроцессора механической кнопкой, расположенной на экране.

Управление экраном осуществляется через выводы A0–A3. Передача данных на экран для стандартного подключения использовались 8 цифровых каналов (D2–D9). Однако выводы D2 и D3 задействованы под прерывания (INT1 и INT2).

Для передачи данных на экран были реально задействованы 4 цифровых вывода (D4–D7), а также дополнительно использованы 4 аналоговых вывода (A4–A7), которые запрограммированы на цифровой ввод и вывод через управление подтягивающими резисторами. В программе предусмотрено обращение к портам PORTB и PORTC через маску.

На плате реализован USB-порт, который используется для прошивки памяти и организации обмена данными с компьютером. На плате интегрирован преобразователь USB \leftrightarrow COM, построенный на микросхеме FT232RL производства FTDI или CH340G производства WCH.

USB-UART преобразователь общается с микроконтроллером по интерфейсу UART через пины 0 (Rx) и 1 (Tx) [16]. Поскольку в процессе работы контроллера организован обмен данными с компьютером по последовательному порту, то линии D0 и D1 не использовались.

Питание микросхемы осуществляется от внешнего источника +12 В, подаваемого на контакт VIN на плате. Массы GND всех компонентов объединены.

Общий вид монтажной платы на базе микроконтроллера ATmega 328p приведено на рис. 3. На этом рисунке указано наименование всех присоединенных контактов (pin).

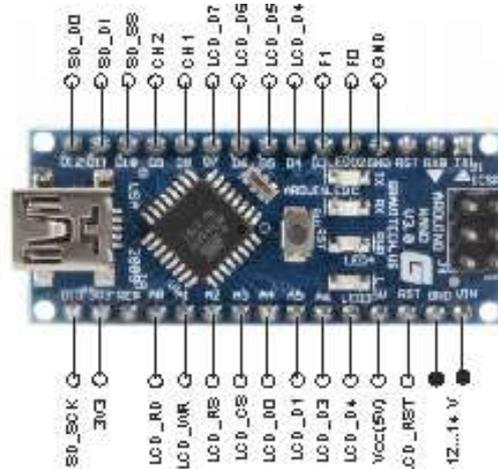


Рис. 3. Схема подключения к выводам (pin) макетной платы

Программное обеспечение в контроллере

Программирование микропроцессора выполнялось в среде Arduino IDE [13].

Программа состоит из блока инициализации (setup) и основного цикла (loop).

В первом блоке производится: настройка портов; инициализация последовательного порта (Serial); включение объектов для работы с экраном (tft) и каналом SPI; объявление функции для работы с прерываниями; задание начальных значений глобальным переменным; обрисовка статических элементов на экране; открытия файла на запись на SD.

Функция прерывания (INT1 и INT2) ожидает изменение уровня сигнала на портах микропроцессора D2 и D3. При возникновении события: проверяется очередность срабатывания; записывается время; устанавливается флаг измерения; возвращает управление основной программе.

В основном цикле программы происходит проверка наличия нового измерения. Если флаг указывает, что такое измерение было произведено, то он сбрасывается, по разнице времени между двумя срабатываниями прерывания рассчитывается расход топлива, значение которого передается для изображения на экране, передачи на компьютер и запись в файл на SD карту (в зависимости от настроек). В программе контролируется со-

стояние тачпада от экрана и команды от компьютера, изменяя каналы вывода информации.

Общая схема работы программы микропроцессора представлена на рис. 4.

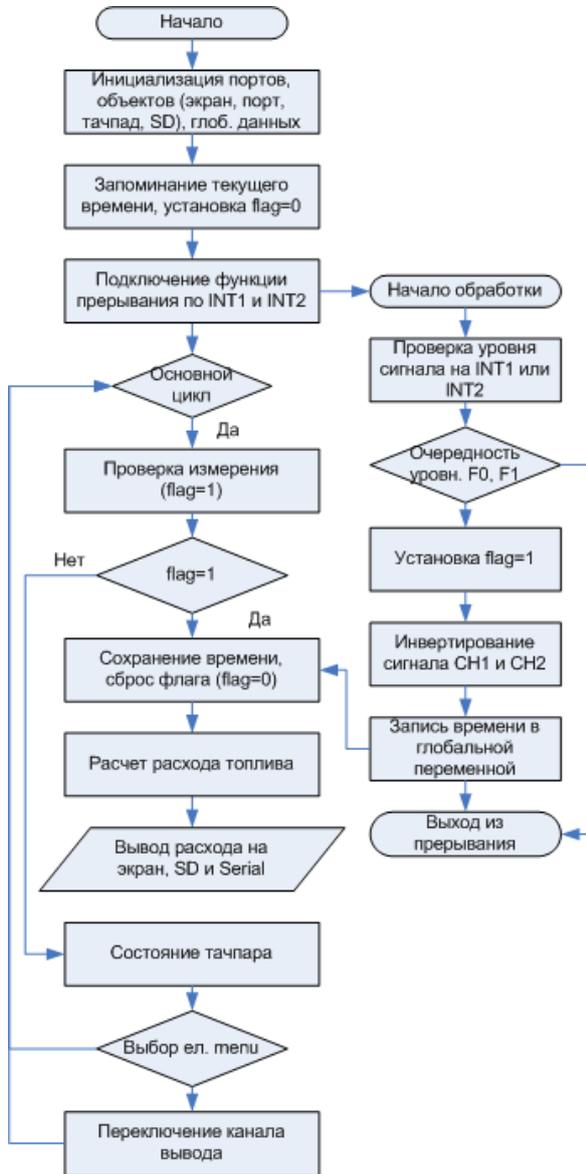


Рис. 4. Блок-схема работы контроллера

Вывод результатов измерения расхода топлива осуществляется на экран TFT LCD Touch screen 2.4". Экран имеет разрешение 320x240 пикселей, снабжен сенсорной панелью и имеет устройство для записи на SD карту [14]. Управление экраном и тачпадом осуществляется 4 каналам (LCD_CS, LCD_RS, LCD_WR, LCD_RD), а данные передаются по 8 каналам (LCD_D0...LCD_D7). Канал LCD_RST используется для сброса настроек. Доступ к SD организован по протоколу SPI через каналы SD_SS, SD_DI, SD_DO, SD_SCK. Схема обозначение и рас-

положения выводов представлена на рис. 5.

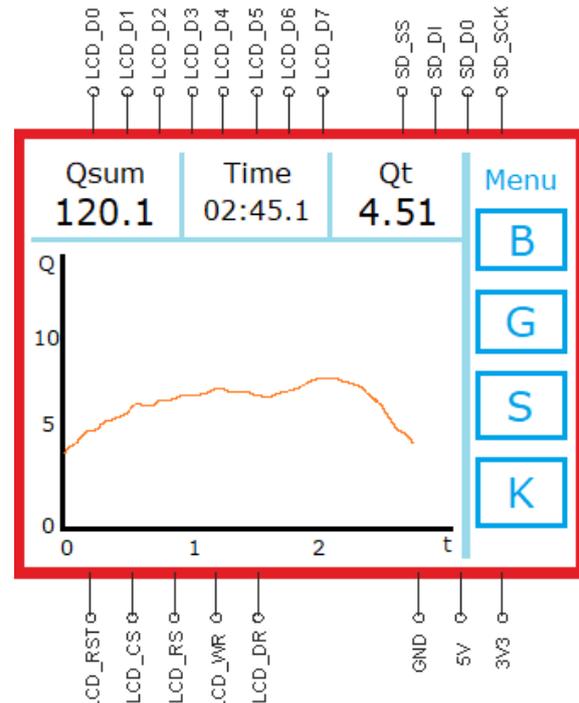


Рис. 5. Представление данных на экране расходомера и обозначение выводов

Для вывода информации на экран использовалась библиотека GFX_Library, а для работы с сенсорной панелью – TouchScreen. Эти библиотеки можно скачать с сервера GitHub (<https://github.com/adafruit>). Для записи данных на SD карту производилось функциями стандартной библиотеки SPI, входящую в поставку среды программирования Arduino IDE (<https://www.arduino.cc/>).

Визуально экран поделен на три части. В верхней части отображаются текущие данные расхода топлива (Q_t), время измерения (Time) и общий расход топлива (Qsum). В средней части строится график расхода топлива в л/ч от времени. С правой части экрана выведены кнопки для управления: В – начало измерения; G – вывод графика; S – запись данных на SD карту; K – передача данных на компьютер. Нажатие соответствующей кнопки изменяет в программе ветвь вывода данных.

В библиотеку для работы с экраном были внесены изменения, связанные с переназначением портов: вместо 2-х регистров PORTA, использовались 4-е регистра PORTC, а в PORTB из шести регистров использовано только четыре. Порт PORTC переведен в цифровой режим.

Программное обеспечение на компьютере

Для получения информации о расходе топлива на компьютере разработана специальная программа в среде Embarcadero® RAD Studio 10.3 Rio. Программа написана на языке программирования Delphi [17]. Для получения данных через USB по COM использовалась библиотека nrComm Lib (DeepSoftware LLC), а для представления данных в графическом виде – TeeChart (Steema Software).

Блок-схема работы программы представлена на рис. 6.

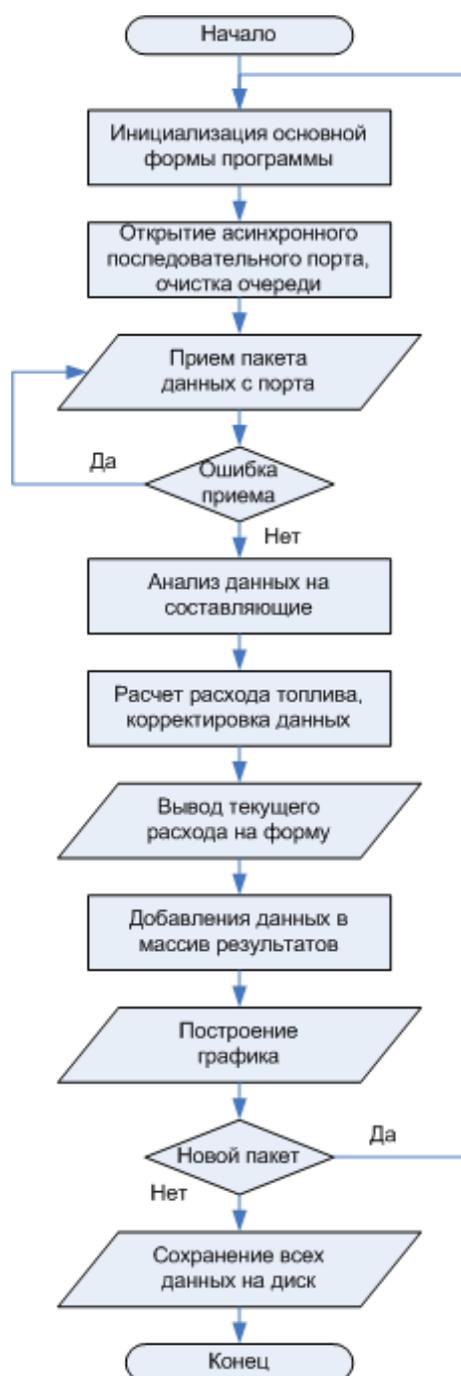


Рис. 6. Блок-схема работы программы на компьютере

Программа на компьютере открывает асинхронный канал приема данных по виртуальному COM порту, принимает очередной пакет, расшифровывает данные, сохраняет информацию в массиве, для их отображения на экране.

Общий вид основной формы программы для отображения данных о расходе топлива на компьютере отображено на рис. 7.

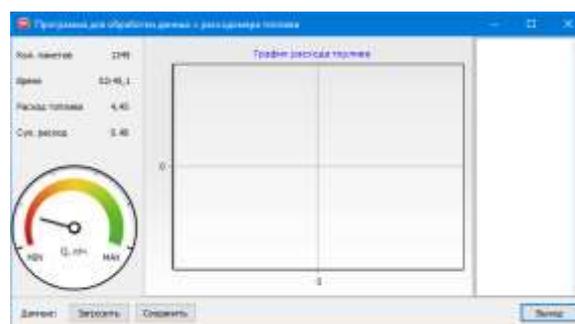


Рис. 7. Вид данных на экране компьютера

В левой части окна (Form) выводятся текущие показания расхода топлива и времени, количество принятых пакетов с данными и суммарный расход топлива за период наблюдения. В центральной части окна строится график расхода топлива от времени. В правом окне (Мемо) выводятся все полученные значения расхода топлива. Через кнопки (Button) в нижней части можно записать и загрузить данные в файл на диск, очистить данные и остановить программу.

Перспективы исполнения

Для определения крайнего положения поршня, вместо контактов можно использовать щелевой оптический датчик (2 шт.) на основе фотодиода и фоторезистора [18]. В этом случае исключается протекание тока через цилиндр-поршень, а также залипание и ложное срабатывание контактов. Тогда можно уменьшить размер и вес поршня, а это приведет к увеличению скорости срабатывания, что позволяет сократить объем камеры в цилиндре, следовательно, повысить частоту переключения.

В расходомер топлива можно подключить дополнительные датчики: температуры и давления, что позволит учесть изменения свойств топлива. Контроль по давлению позволит предусмотреть аварийное отключение расходомера.

В микроконтроллере ATmega 328p были использованы все активные выводы (pin). Для расширения функциональности расхо-

домера необходимо использовать контроллеры с большим числом выводов (pin), например, на базе ATmega 2560, имеющих 54 цифровых входов/выходов и 16 аналоговых. К такому микроконтроллеру можно подключить более высокопроизводительный экран на 16 каналов передачи данных [15].

Повысить скорость обработки и передачи данных можно за счет применения микроконтроллеров более высокой частоты и разрядности. Например, 32-битные микроконтроллеры AVR32 AP или AVR32 UC3.

Можно также применять контроллеры других линий и производителей. Интерес представляют микроконтроллеры семейства STM32 от STMicroelectronics.

Выводы

Предложенная схема расходомера топлива, построенная на современной элементной базе, позволяет оценивать топливную экономичность автомобиля в условиях эксплуатации и диагностирования. Применение микропроцессоров в измерительных системах позволяет повысить производительность, функциональность, точность и информативность оборудования. Для оценки адекватности технических решений и проверки точности измерений требуется провести дополнительные исследования.

Литература

1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті : Нормативний документ, затверджений Міністерством інфраструктури України 07.10.2011. Київ, 2012. 120 с.
2. Говорущенко Н.Я. Системотехніка автомобільного транспорту (расчетные методы исследований) : монографія. Харьков, 2011. 292 с.
3. ГОСТ 20306-90. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. URL: <http://www.vashdom.ru/gost/20306-90/>. (дата звернення: 15.04.2020).
4. Islam R., Alam M.M., Ahmed I., Azad K. Automatic prevention model for vehicle fuel theft. *6th BSME International Conference on Thermal Engineering*. 2014. 7 p.
5. Точный датчик уровня топлива ДУТ-Е. Измерение уровня топлива в баке. Система мониторинга и контроля транспорта. URL: https://ukrevro.com/datchik_urovnja_dut.html (дата звернення 15.04.2020).
6. Расходомеры топлива DFM. ООО «Технотон Трейд». URL: <http://tehnoton.by/расходомеры-топлива--dfm/-dfm/> (дата звернення: 15.04.2020).
7. Брднер В.А. Измерительные приборы (теория, расчет, проектирование) : учебник для вузов. Т. 2. Методы измерений, устройств и проектирования приборов. Москва, 1986. 224 с.
8. Atmel AVR Microcontrollers for Automotive. URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-4073-AVR-Microcontrollers-for-Automotive_Brochure.pdf (дата звернення 28.04.2020).
9. Monisha L. Shubhra S., Kanna N., Ramya A. Smart fuel meter design and implementation. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2018. Vol. 119, N 15. p. 871-877
10. 2 Channel 5V Optical Isolated Relay Module. - URL: <http://www.handsontec.com/dataspecs/2Ch-relay.pdf>. (дата звернення: 15.04.2020).
11. 5V low level trigger One 1 Channel Relay Module interface Board Shield For PIC AVR DSP ARM MCU Arduino. - URL: <http://magicduino.com/Images/ItemsMedia/File/7214.pdf> (дата звернення: 15.04.2020).
12. Arduino Nano 3.1. ARMB-0022. URL: <https://www.es.co.th/Schemetic/PDF/ARMB-0022.PDF>. (дата звернення: 15.04.2020).
13. Anderson R., Cervo D. Pro Arduino. Apress Media LLC. 2013. 305 p.
14. 2.4 inch TFT LCD with Touch Panel. Model: LMCP2024BQ N3-4RA1. Specification. Date: 2013/03/21. URL: <http://www.inteltronicinc.com/files/DRIVER/201411040007381.pdf> (дата звернення: 15.04.2020).
15. MAR3513-User Manual. 3.5inch LCD Module For Mega2560. URL: <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/STM-TFTLCD3.5.pdf> (дата звернення 15.04.2020).
16. Mikeln J., Mitrović V. BASCOM AVR Programming with practical projects. AX elektronika d.o.o., 2012. 214 p.
17. Gabrijelcic P. Mastering Delphi Programming: A Complete Reference Guide: Learn all about building fast, scalable, and high performing applications with Delphi. Packt Publishing, 2019. 674 p.
18. Characteristics and use of infrared detector - URL: <https://mmrc.caltech.edu/FTIR/Literature/General/Hamamatus%20IR%20detectors.pdf> (дата звернення: 15.04.2020)

References

1. Normy vytrat palyva i mastyl'nyh materi-aliv na avtomobil'nomu transporti [Consumption rates of fuel and lubricants in road transport]. Normative document approved by the Ministry of Infrastructure of Ukraine. 2012. Kiev [in Ukrainian].
2. Govorushchenko N. Ya. (2011) Automotive system engineering (design research methods) [Automotive system engineering (design research methods)]. Kharkov. [in Russian]
3. GOST 20306-90. (1990) Avtotransportnye sredstva. Toplivnaja jekonomichnost'. Metody ispytanij [Motor vehicles. Fuel efficiency. Test methods]. Retrired from: <http://www.vashdom.ru/gost/20306-90/>. (accessed: 15.04.2020). [in Russian].

4. Rubayat I, Muntasir A., Irfan A., Azadb A. (2014) Automatic prevention model for vehicle fuel theft. *6th BSME International Conference on Thermal Engineering*. 7 p.
5. Tochnyj datchik urovnja topliva DUT-E. Izmenenie urovnja topliva v bace [Accurate fuel level sensor DUT-E. [Fuel level measurement in the tank]. *Vehicle Monitoring and Control System*. URL: https://ukrevro.com/datchik_urovnja_dut.html (accessed 15.04.2020) [in Russian].
6. Rashodomery topliva DFM [DFM fuel flow meters]. Retrived from: <http://tehnoton.by/расходомеры-топлива--dfm/-dfm/> (accessed: 15.04.2020) [in Russian].
7. Brdner V.A. (1986) Izmeritel'nye pribory (teoriya, raschet, proektirovanie) [Measuring instruments (theory, calculation, design)]. *Uchebnik dlya vuzov. T. 2. Metody izmereniy, ustroystv i proektirovaniya priborov*. Moskva. [in Russian]
8. Atmel AVR Microcontrollers for Automotive. Retrived from: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-4073-AVR-Microcontrollers-for-Automotive_Brochure.pdf (accessed: 28.04.2020).
9. Monisha L, Shubhra S., Kanna N., Ramya A. (2018) Smart fuel meter design and implementation. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. Vol. 119, N. 15. 871-877.
10. 2 Channel 5V Optical Isolated Relay Module. - Retrived from: <http://www.handsontec.com/dataspecs/2Ch-relay.pdf> (accessed: 15.04.2020).
11. 5V low level trigger One 1 Channel Relay Module interface Board Shield For PIC AVR DSP ARM MCU Arduino. Retrived from: <http://magicduino.com/Images/ItemsMedia/File/7214.pdf> (accessed: 15.04.2020).
12. Arduino Nano 3.1. ARMB-0022. Retrived from: <https://www.es.co.th/Schematic/PDF/ARMB-0022.PDF>. (accessed: 15.04.2020).
13. Anderson R., Cervo D. (2013) Pro Arduino. Apress Media LLC. 305 p.
14. 2.4 inch TFT LCD with Touch Panel. Model: LMCP2024BQ N3-4RA1. Specification. Date: 2013/03/21. Retrived from: <http://www.inteltronicinc.com/files/DRIVER/201411040007381.pdf> (accessed: 15.04.2020).
15. MAR3513. User Manual. 3.5inch LCD Mod-ule For Mega2560. Retrived from: <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/STM-TFTLCD3.5.pdf> (accessed 15.04.2020).
16. Mikeln J., Mitrović V. (2012) BASCOM AVR Programming with practical projects. AX elektronika d.o.o.
17. Gabrijelcic P. (2019) Mastering Delphi Programming: A Complete Reference Guide: Learn all about building fast, scalable, and high performing applications with Delphi. Packt Publishing.
18. Characteristics and use of infrared detector - Retrived from: <https://mmrc.caltech.edu/FTIR/Litera->

ture/General/Hamamatus%20IR%20detectors.pdf (accessed: 15.04.2020)

Кривошапов Сергей Иванович¹, к.т.н., доц. каф. «Технической эксплуатации и сервиса автомобилей им. проф. Говорущенко Н.Я.», тел. +38 057-707-37-68, keat@khadi.kharkov.ua,

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Витратомір палива на базі мікроконтролера AVR Microchip (Atmel)

Анотація. Під час експлуатації автомобіля необхідно періодично контролювати витрату палива. Поширено застосовуються експериментальні методи визначення витрати палива за даними системи управління двигуном через роз'їм OBD, за контролем рівня палива у баку та за виміром потоку у паливній магістралі системи подачі. Найбільшу точність забезпечує метод вимірювання кількості палива, яке перетікає за одиницю часу через паливопровід. Мета роботи - удосконалити метод вимірювання витрати палива автомобіля, побудувати систему управління і вимірювання на основі використання мікропроцесорної технології. Використовується алгоритмічний метод дослідження, який описує перетворення інформації в системі управління витратоміром палива, передачу даних на комп'ютер, аналіз і представлення результатів зручних для користувача. Вимірювальна система побудована на мікропроцесорі ATmega 328p, яке випускається фірмою Microchip (Atmel). Контролер керує потоками палива всередині датчика, за допомогою перериваній визначає момент заповнення мірного обсягу, реєструє час між циклами, розраховує миттєву і накопичену витрату. Програмне забезпечення контролера організовує представлення інформації на екрані, записує показання витрати палива у файл на SD карту, організовує передачу даних на комп'ютер через UART. Розроблене програмне забезпечення комп'ютера приймає дані від мікропроцесора за допомогою послідовного порту через USB, виводить загальну інформацію про витрату палива на екран комп'ютера у графічному і текстовому вигляді. Описані всі етапи реалізації системи, використання засобів та інструментів, програмного забезпечення та додаткових бібліотек. Розглянуто основні шляхи вдосконалення конструкції, які розширюють і удосконалюють функціональність та підвищують точність вимірювань. Регулятор потоку палива, побудований на сучасній елементній базі, може бути використаний у діагностуванні загального стану автомобіля, своєчасного виявлення прихованих несправностей в процесі експлуатації, здійснення оцінки ефективності паливно-економічних показників.

Ключові слова: паливо, витратомір, транспортний засіб, вимірювальна система, мікропроцесор, програмне забезпечення, інформаційні технології.

Кривошапов Сергій Іванович¹, к.т.н., доц. каф. «Технічної експлуатації і сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенко М.Я.», тел. +38 057-707-37-68, keat@khadi.kharkov.ua,

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Fuel flow meter based on the AVR Microchip (Atmel) microcontroller

Abstract. Problem. During operation of the vehicle, it is necessary to periodically monitor fuel consumption. Experimental methods are known for determining fuel consumption according: by signal from the engine control system, by the fuel level in the tank, by the flow rate in the fuel line of the fuel supply system. A physical measurement of the amount of fuel per unit time in a vehicle's fuel line provides accuracy of up to 1%. **Goal.** The purpose of the work is to improve the method of measuring fuel consumption in the fuel line of a car, by constructing a control and measurement system based on the use of microprocessor systems. **Methodology.** An algorithmic research method is used that describes the transformation of information in the fuel flow meter control system, data transfer to a computer, analysis and presentation of results for the user. **Results.** The measuring system is based on the ATmega 328p microprocessor manufactured by Microchip (Atmel). The controller controls the fuel flows inside the sen-

sor, through interruptions determines the moment of filling the measured volume, registers the time between cycles, calculates the instantaneous and accumulated flow. The controller software organizes the output of information on the screen, writes fuel consumption readings to a file on an SD card, and organizes data transfer to a computer via UART. The developed computer software receives data from the microprocessor through the serial port via USB, displays the received fuel consumption information on the computer screen in graphical and text form. All stages of the implementation of the system, the use of tools, software products and libraries are described. **Originality.** The fuel flow meter is built on the basis of a modern element base using affordable and inexpensive components. **Practical value.** The fuel flow meter can be used to diagnose the general condition of the car, to detect timely hidden malfunctions during operation, to evaluate the effectiveness of fuel and economic indicators.

Key words: fuel, flow meter, vehicle, measuring system, microprocessor, software, information technology.

Krivoshapov Sergey¹, Ph.D., Assoc. Prof., Department of "Technical operation and service of cars named after prof. Govorushchenko N.Ya.", тел. +38 057-707-37-68, keat@khadi.kharkov.ua,

¹Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkov, 61002, Ukraine.