



Л.К. Стариков, А.Н. Сорокин
Вологодский государственный университет

РАСЧЁТ РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЯ ПО ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ САМОДИАГНОСТИРОВАНИЯ

В статье рассматриваются способы расчёта расхода топлива автомобиля по показаниям различных датчиков системы самодиагностирования. Представлены основные зависимости и результаты их реализации в виде программного приложения. Предложенные результаты позволяют провести анализ стиля вождения и дать советы по более экономичному управлению.

Расход топлива, автомобиль, OBD2, ELM327, измерение, расчет.

В последние годы в связи с повышением цен на топливо для автомобиля становится всё актуальнее вопрос экономичного расхода топлива. Он во многом зависит от стиля вождения автомобиля. Чтобы выработать экономичный стиль, нужно знать значение расхода топлива в каждый момент времени при движении автомобиля. В некоторых автомобилях расход топлива может выводиться на экране бортового компьютера. Для того чтобы использовать это значение в программных реализациях каких-либо алгоритмов, необходимо научиться считывать его с бортового компьютера.

Цель исследования состоит в том, чтобы выделить основные способы определения расхода топлива автомобиля и разработать программное обеспечение, которое производит его расчёт.

Несмотря на отсутствие информации о расходе на экране бортового компьютера, её можно получить, подключившись к бортовому компьютеру автомобиля через диагностический разъем OBD2. При этом потребуется специальный адаптер, например ELM327, и устройство (ПК, смартфон и т.д.), подключённое к нему по интерфейсу USB, Bluetooth или Wi-Fi. На конечном устройстве должно быть установлено специальное программное обеспечение (например, TorqueLite), позволяющее обмениваться информацией с адаптером. Подключение схематично изображено на рисунке 1.

Существует несколько способов получения данных о расходе топлива с бортового компьютера [1]:

1. Использование специальной AT-команды семейства протоколов OBD2: 015E [2] для получения значения расхода топлива в литрах/час. Эта команда посылается с конечного устройства на адаптер. В ответ на нее от адаптера придет несколько байт. Доста-

точно разобрать этот ответ в соответствии с выражением $((A*256)+B)*0.05$ [3], где A – первый байт ответа в шестнадцатеричной системе счисления, а B – второй; в итоге получится значение мгновенного расхода топлива с размерностью литры/час.

2. На некоторых автомобилях можно считать данные с датчика импульса форсунки (Injector Pulse Width), такие как длительность открытия и производительность топливной форсунки. При этом расход можно получить расчётным путём по формуле:

$$R \left(\frac{\text{л}}{\text{ч}} \right) = \frac{\text{RPM}}{60} * \text{Cilinders} * \text{Injector} * 0,001 * \frac{\text{InjectorFlow}}{60*1000},$$

где R – искомый расход топлива с размерностью литры/час; RPM – обороты двигателя в минуту; Cilinders – количество цилиндров в двигателе; Injector – время, которое форсунка открыта за один оборот двигателя, в миллисекундах; Injector Flow – количество кубических сантиметров, проходящих через форсунку за минуту.

3. Если в автомобиле доступен датчик массового расхода воздуха (MAF), то данные можно вычислить следующим образом:

$$R \left(\frac{\text{л}}{\text{ч}} \right) = \frac{\text{MAF}}{\text{AFR} * \text{Density}} * 3600,$$

где R – искомый расход топлива с размерностью литры/час; MAF – массовый расход воздуха (Mass Air Flow Rate) в г/сек; AFR – коэффициент топливовоздушной смеси (Air-fuel ratio) – идеальное соотношение воздух/топливо: 14,7 г. воздуха на 1 г бензина; Density – плотность топлива в г/л.



Рис. 1. Подключение адаптера и конечного устройства к диагностическому разъему автомобиля

4. Также расход топлива можно получить, зная значение датчика абсолютного давления на впускном коллекторе – *MAP* (Manifold Absolute Pressure). Кроме этого необходимо знать температуру воздуха на впуске, объемную эффективность и количество оборотов двигателя для определения расчетного значения потока воздуха:

$$MAF = \frac{RPM * MAP}{IAT * 120} * \frac{VE}{100} * ED * \frac{MM}{R};$$

$$FC \left(\frac{\text{л}}{\text{ч}} \right) = \frac{MAF}{AFR * Density} * 3600,$$

где *FC* (fuel consumption) – искомый расход топлива с размерностью л/ч; *MAF* – массовый расход воздуха (Mass air flow rate) в г/сек; *RPM* – обороты двигателя в минуту; *MAP* – массовый расход воздуха в кПа; *IAT* – температура воздуха на впуске в °К; *R* – универсальная газовая постоянная $R0 \approx 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{Моль} * \text{К}}$; *MM* – средняя молекулярная масса воздуха – 28,97 г/моль; *ED* – рабочий объем двигателя в литрах; *VE* (Volumetric Efficiency) – объемная эффективность двигателя в процентах, корректировочная константа. Для атмосферного двигателя значение по умолчанию «95».

Расчет расхода топлива будем производить на примере автомобиля Kia Rio 2013 года выпуска с бензиновым двигателем объемом 1,6 литра. По наличию доступных датчиков осуществим только способ № 4. Значения *RPM*, *MAP* и *IAT* можно получить из бортового компьютера, используя команды 010С, 010В и 010F соответственно. Эти команды посылаются с конечного устройства на адаптер. В ответ на них от адаптера придут последовательности байтов. Достаточно разобрать ответы в соответствии с нужным выражением. Для скорости вращения коленчатого вала двигателя это

$$((A * 256) + B) / 4,$$

где *A* – первый байт ответа в шестнадцатеричной системе счисления, а *B* – второй.

В результате расчета значение мгновенного расхода топлива получается с размерностью литры/час. Чтобы получить значение расхода в л/100 км нужно л/час поделить на текущее значение скорости автомобиля (км/час) и умножить на 100.

Результат программной реализации расчета расхода топлива по способу № 4 представлен на рисун-

ке 2. Из него следует, что мгновенный расход топлива составляет 3,7 л/час или 8,8 л/100 км. В это же время на бортовом компьютере шкала расхода показывала 7,5–9,5 л/100 км. Такой разброс обусловлен малой информативностью отображаемой на экране шкалы. Показания программы довольно близки к показаниям бортового компьютера. Это означает, что их можно использовать в дальнейших исследованиях.

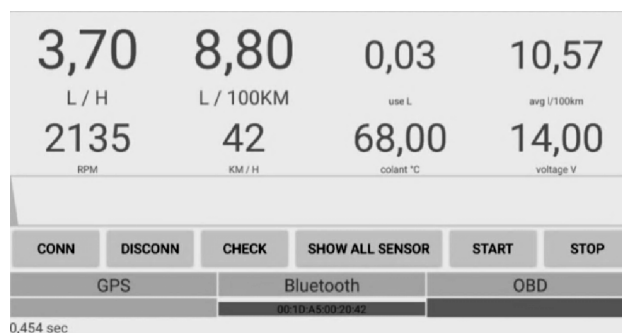


Рис. 2. Скриншот программы с результатами работы

В ходе исследования были выделены 4 способа определения расхода топлива и разработано программное обеспечение на платформе Android, позволяющее определить мгновенный расход топлива с размерностью л/час и л/100 км по способу под номером 4. Это первый этап на пути создания программного обеспечения для анализа стиля вождения, которое будет помогать водителю выбирать более экономичный стиль управления автомобилем.

Литература

1. Патент US9939301B2. Автоматизированная система контроля расхода топлива : дата приоритета 2016.02.16 / Джеймс Дэвид Ситон, Александр Шубс.
2. ELMElectronics. – Text : Electronic // OBD. – URL: <https://www.elmelectronics.com/products/ics/obd/#ELM327v21> (дата обращения: 28.11.2019).
3. ELMScanner. – Текст : электронный // Считываемые параметры (PID'ы). – URL: <http://elm-scanner.ru/obd-2/obd-pids.html> (дата обращения: 28.11.2019).

L.K. Starikov, A.N. Sorokin

CALCULATION OF CAR FUEL CONSUMPTION BY INFORMATION OF THE SELF-DIAGNOSTIC SYSTEM

The article discusses how to calculate the fuel consumption of a car according to the testimony of various sensors of the self-diagnosis system. The main dependencies and the results of their implementation in the form of a software application are presented. The proposed results allow an analysis of the driving style and give tips on more economical management.

Fuel consumption, car, OBD2, ELM327, measurement, calculation.