

## Мобилна модулна система за обучение и изследвания в областта на транспорта

Иван Белолев, Павел Стоянов, Асен Асенов, Велизара Пенчева

*Mobile modular system for training and research in the field of transport. This article presents a mobile modular system suitable for training and research in the field of transport. The system is scalable and works with the software LabView. With the system are prepared two exercises - one is to measure the ambient temperature and the second to display the information obtained from on-board computer for the operation of an internal combustion engine of the Toyota car, using CAN OBD-II interface cable.*

**Key words:** road transport, LabView, scientific research; education.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Развитието на съвременните технологии е свързано с използването на електронното управление и програмни продукти в инженерните изследвания. Това е допринесло до създаването на програмен език за инженери, които не е необходимо да имат познания по други програмни езици като Делфи, С++ и др. Един такъв виртуален програмен език е LabVIEW (англ. Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench). Той представлява графична среда за разработване на приложения за измерване, контролиране или тестване на процеси. Съществено предимство на средата LabVIEW е, че може да се свързва към различни устройства за събиране на данни, контролери за управление на двигатели, лабораторни измервателни уреди, при определени условия от източници на аналогови и цифрови сигнали. Хардуерът, работещ с LabVIEW се състои от модули, които се свързват един към друг и по този начин може да се надгражда до създаването на сложна система за измерване и симулации във всички инженерни области [1].

В настоящата работа ще бъде представено едно приложение, работещо в средата LabVIEW, подходящо за научни изследвания и провеждане на практически упражнения за учебни цели в областта на транспорта.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

#### 1. Техническо задание на мобилната модулна система за изследвания

За провеждане на научни изследвания в областта на транспорта и практически упражнения за обучение на студенти от Транспортния факултет на Русенския университет с използване на средата LabVIEW е подготвено техническо задание за създаване на мобилна модулна система за изследвания в транспорта. Изискванията към системата са следните:

- системата да е компактна, лека, преносима и да може да се монтира в превозно средство, работещо с двигател с вътрешно горене и/или електродвигател;
- да има възможност за комуникация с бордовия компютър на автомобил чрез CAN OBD-II интерфейсен кабел;
- да има минимум 2 аналогови входа, работещи с напрежение  $\pm 10$  волта и 2 аналогови входа, работещи с напрежение  $\pm 300$  волта;
- да има минимум 4 цифрови входаве.
- възможност за определяне и записване на позицията, на която става измерването с GPS приемник;
- да има възможност да се измерват и записват ток, напрежение и мощност във функция на времето, които се изразходват от консуматорите на енергия в електромобил и зареждат в акумулаторната му батерия;
- възможност за свързване на датчици (едно от двете трябва) за измерване на температура, влажност, налягане;

- да може да се свързва с цифрова камера за записване на картина от изследванията в реално време;
- да има възможност за връзка с компютър, визуализиране, съхраняване и прехвърляне на информацията от системата;
- да може да работи на 220 , 24 и 12 волта напрежение;
- да работи с програмата LabView, с която ще се визуализират и анализират изследваните процеси и величини.

## 2. Възможности на създадената мобилна модулна система.

В резултат на подготовеното техническо задание и развитие на технологиите по проект BG161PO003-1.2.04 -0011- C0001 "Развитие на приложните изследвания в Русенския университет", осъществяван с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на конкурентоспособността на българската икономика” 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз беше създадена мобилна модулна система с елементи от National instruments, [3] с характеристики, представени в таблица 1.

Таблица 1. Характеристики на мобилната модулна система

Тип модули	Описание на модулите
cRIO-9022	Контролер за отдалечен контрол с RT операционна система Характеристики: - 533 MHz процесор, 2 GB енерго независима памет, 256 MB DDR2 памет
cRIO-9112	8- слотно шаси с Virtex-5 LX 30 FPGA чип
NI 9215	4-канален аналогов модул за паралелно събиране на данни, 16-Bit, 100 kS/s/ch – 2 броя
NI 9225	3-канален аналогов модул, +/-300V; - Честота на дискретизация: 50 kS/s/ch, 24 бита
NI 9862	Модул едно портов високоскоростен модул за CAN комуникация; Характеристики: -1 порт с CAN интерфейс, макс. скорост: 1 Mbits/s ; -Интегрирана CAN база данни- импортира и променя на FIBEX, DBC и NCD файлови формати
NI 9411	6-канален цифров модул с програмируеми нива, ±5-24 V, 1 MHz, Diff./SE DI Module
NI 9935	15 пинов конектор към цифров модул
cRIO GPS MOBILE Module	Интерфейсен модул за GPS комуникация
PS-15	Захранване 12/24 VDC, 5 A, 200-240 VAC
CAN OBD-II Cable интерфейсен кабел	CAN OBD-II Cable (2m)
GPS Patch Antenna with Amplifier	GPS антена с предусилвател
NI CAN No Termination Cable	CAN интерфейс кабел
Academic Standard Suite Софтуер	Софтуер за събиране на данни и управление на системата с безсрочен лиценз за работа.

Общ вид на системата е представен на фиг.1.

Системата от модули има възможност да визуализира получените данни на монитора, а управлението става с помощта на компютърна клавиатура и мишка.



Фиг.1. Общ вид на мобилната модулна система

### 3. Практическо приложение на системата.

Със мобилната модулна система е подготвено практическо упражнение за обучение на студентите за изследване на работата на двигателя на лек автомобил Тойота Корола Версо.

#### 3.1. *Практическо упражнение за измерване изменението на температурата на въздуха в реална среда, в която се движи транспортния поток.*

При изследване движението на транспортния поток в градски условия се наблюдават пътни участъци, в които има концентрация на превозни средства, който предизвикват увеличаване на парниковите газове в околната среда – емисии, отделяни от двигателите на превозните средства и шум. В резултат, на което се променят стойностите на околната температура, и състава на околния въздух. За да бъдат измерени тези показатели е необходима специална апаратура с чувствителни датчици. В настоящата задача е предложено измерване на температурата на въздуха в лабораторни условия с термодвойка, със следните характеристики: диапазон на измерване на температурата от  $-200^{\circ}\text{C}$  до  $+350^{\circ}\text{C}$ , клас Т, състав мед-константан, точност  $\pm 1\%$ .

Тип Т -- Мед / Константан

Подходящ за измервания в  $-200$  до  $350^{\circ}\text{C}$  обхват. Много подходящ за измерване на разлики, тъй като сондите имат контакт само с мед. Тъй като и двата проводника са немагнитни, тези термодвойки са особено популярни в електрическите генератори, които имат силни електромагнитни полета. Тип Т имат чувствителност  $\sim 43 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ .

Основната част от грешките при измерване с термодвойки се дължи на:

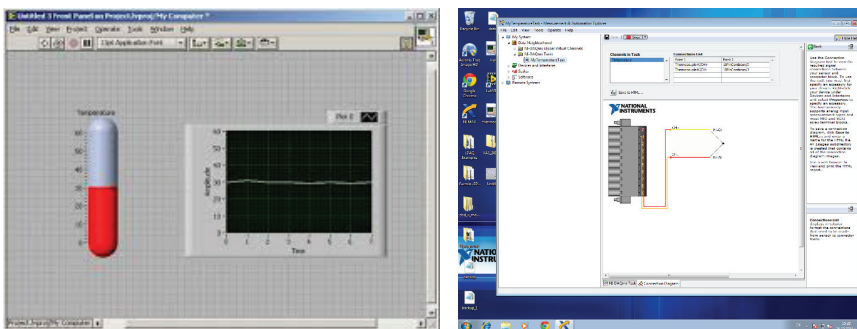
- а) влиянието на магнитни полета;
- б) непостоянството на относителната влажност;

в) непостоянството на температурата на студените краища.

Термодвойката Тип Т – Мед / Константан няма тези грешки или те са нищожно малки.

Термодвойката се свързва към един от аналоговите входове на 4-каналния аналогов модул за паралелно събиране на данни NI 9215. В случая, съгласно фиг.2, тя е свързана на входове 1 и 2 от канал а0. Схемата за приемане на информацията от измерването, визуализиране и съхраняване във функция на времето е подготвена в средата LabVIEW, [2]. При направеното измерване е отчетена температура от около 30° С, фиг. 2.

С подготвената схема може да се покаже как се изменя температурата на средата с увеличаване на гъстотата или интензивността на единиците в нея или в транспортния поток, както и всякако друго измерване на температурата. При включване на GPS антената и записване на информация за местоположението на измервателната система може да се отчете и тази информация за да се проследи как се изменя температурата според географския фактор.



Фиг. 2. Общ вид на измерването на температурата на въздуха

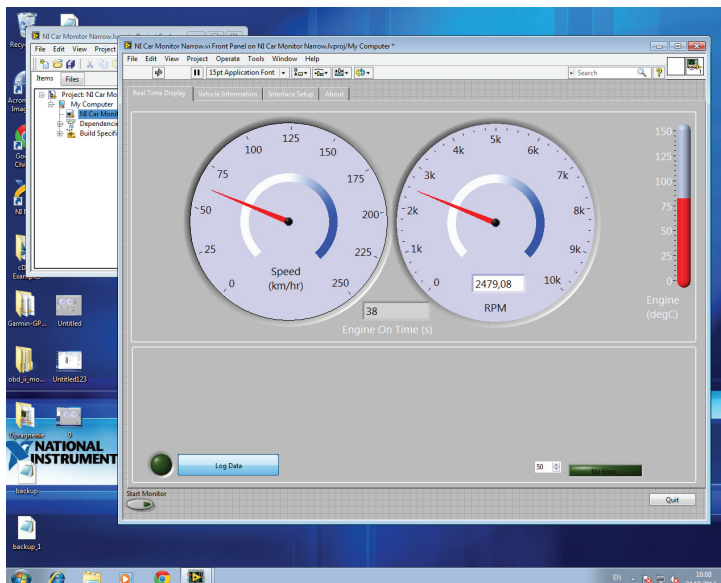
### 3.2. Визуализиране на информацията получена от бордовия компютър за работата на двигател с вътрешно горене с помощта на CAN OBD-II интерфейсен кабел на лек автомобил.

В съвременните автомобили е създадена възможност за измерване и проследяване на редица показатели за работата на отделните системи на автомобила. Освен това към бордовия компютър на тези автомобили има връзка за комуникация OBD-II, която се използва при диагностика е подходяща за визуализиране на основните показатели на отделните системи. Някои от данните които се записват и съхраняват в паметта на компютъра са разход на гориво, изминат пробег, отчетен грешки.

За учебни цели интерес представлява да бъдат представени и визуализирани стойностите на основните показатели на отделните системи при работен режим на автомобила. За изследването, системата е включена към бордовия компютър на лек автомобил Тойота Корола Версо със следните характеристики: Двигател: 2200 dm<sup>3</sup>, 136 hp., въртящ момент на двигателя 170 Nm / 4200 min<sup>-1</sup>, Евро 4, мак. скорост 195 km/h, тип гориво: дизелово, връзка за комуникация OBD-II. Отново в средата LabVIEW е подготвена схемата за приемане на информацията от автомобила,

визуализиране и съхраняването и във функция от времето. Симулация за движение на автомобила е реализирана в лабораторни условия, където задвижващия мост е повдигнат на 5 см от земната повърхност. Предварително двигателят на автомобила беше подгрят до работна температура. Общ вид на измерването е представено на фиг. 3.

С подготвения формат за визуализиране с LabVIEW на екрана на монитора от фиг. 3 са представени данни за честотата на въртене на коляновия вал, която е  $2479 \text{ min}^{-1}$ , температурата на маслото -  $80^\circ \text{ C}$ , имитирана скорост на движение -  $62 \text{ km/h}$ . Възможна е визуализацията и на други данни, но в настоящия формат те не бяха предвидени.



Фиг. 3. Общ вид на визуализиране на информацията от бордовия компютър на лек автомобил Тойота в средата LabVIEW

С разработената мобилна модулна система в средата LabVIEW могат да се следят основните показатели на работа на автомобилите, които имат възможност да предават информация с помощта на CAN OBD-II интерфейсен кабел, без да се използват измервателни уреди и специализирани софтуери на компаниите производители на тези марки автомобили.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представена е мобилна модулна система, която може да бъде допълвана и разширявана за извършване на научни изследвания, провеждане на практически занятия за обучение и симулации на реални процеси с използване на средата LabVIEW в областта на транспорта. Тя получава информация чрез 11 аналогови канали, 6 цифрови и един високоскоростен модул за CAN комуникация. За отчитане на реалното местоположение на измерването се използва GPS антена.

С модулната система е направено измерване на температурата на околната среда в учебна лаборатория на катедра Транспорт в Русенския университет и са записани данни от CAN комуникацията, реализирана с интерфейс кабел OBD II на лек автомобил Тойота Корола Версо. Предстои да бъдат подготвени нови приложения за други измервания със системата.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] LabVIEW. Учебный курс. Статья 1: Вводная.  
<http://we.easyelectronics.ru/LabViewManual/labview-uchebnyy-kurs-statya-1-vvodnaya-dataflow.html>
- [2] Федосов В. П., Нестеренко А. К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW. Москва, 2007.
- [3] <http://www.metrisys.com/category/brands/national-instruments/>

Изследванията са подкрепени по проект BG161PO003-1.2.04 -0011- C0001 "Развитие на приложните изследвания в Русенския университет". Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма " „Развитие на конкурентоспособността на българската икономика” 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

Русенският университет „Ангел Кънчев” носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката."

### За контакти:

ас. инж. Иван Христов Белоев, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 605, E-mail: [ibeloev@uni-ruse.bg](mailto:ibeloev@uni-ruse.bg)  
ас. инж. Павел Йорданов Стоянов, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 609, E-mail: [pstoyanov@uni-ruse.bg](mailto:pstoyanov@uni-ruse.bg)  
доц. д-р инж. Асен Цветанов Асенов, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 605, E-mail: [asasenov@uni-ruse.bg](mailto:asasenov@uni-ruse.bg)  
проф. д-р инж. Велизара Иванова Пенчева, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 377, E-mail: [vpencheva@uni-ruse.bg](mailto:vpencheva@uni-ruse.bg)

**Докладът е рецензиран.**