



РАЗРАБОТВАНЕ НА СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ НА ПАРАМЕТРИ НА ВЪЗДУШНАТА СРЕДА

Златин Златев

Резюме: Мониторингът на параметрите на въздуха е важна задача за осигуряване на безопасността и здравето на хората. В настоящата работа е предложена компютърна система за измерване на температура, относителна влажност и газов състав на въздуха. Разработен е сензорен модул и микропроцесорна система за управлението му, предлагаща безжична комуникация. Необходимо е системата да бъде усъвършенствана, което включва освен мониторинг, така и контрол на качеството на въздуха с помощта на подходящи изпълнителни устройства. Разработване на приложения за мобилни устройства, както и предаване на данните в Интернет с цел контрол на замърсяването и предприемане на необходимите мерки за ограничаването му

Ключови думи: Параметри на въздуха, микропроцесорна система, сензорна система

1. Увод

Замърсяването на въздуха, в резултат на индустриалния растеж, допринася за изменението на климата с опасни глобални последици [6]. За да бъде проследен процесът на замърсяване са необходими данни за замърсителите и техните изменения във времето. Системите за мониторинг на замърсяването на въздуха, служещи за получаване на такива данни са

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR MONITORING AIR ENVIRONMENT PARAMETERS

Zlatin Zlatev

Abstract: Monitoring of air parameters is an important task for ensuring the safety and health of people. A computer system for measurement of temperature, relative humidity and gas composition of the air is proposed in the present work. A sensor module and microprocessor control system is developed, that offers wireless communication. The system needs to be upgraded, which includes, in addition of monitoring and air quality control, with appropriate control devices. Applications development is also need, for mobile devices as well as data transmission on the Internet to control pollution and take the necessary measures to limit it.

Keywords: Air parameters, microprocessor system, sensor system

1. Introduction

Air pollution, as a result of industrial growth, contributes to climate change with dangerous global consequences [6]. In order to track the pollution process, data on pollutants and their changes over time is needed. Air pollution monitoring systems serving to obtain

автономни устройства, с относително ниска себестойност [2,7,8].

Мониторингът на замърсителите на въздуха с висок пространствен и времеви характер в градските райони все още е технически трудна задача [3,9]. Системите за мониторинг на параметри на въздуха включват измерване и управление на величини като влажност, температура, фини прахови частици, концентрация на газове. Изграждат се на основата на иновативни технически решения с интерактивно представяне на измерва-телната информация при съответна сигурност на съхранение на данните [5].

В настоящата работа е представен сензорен модул за температура, относителна влажност и газов състав на въздуха, управляван чрез микро-процесорна система. Системата дава възможност за събиране, съхранение на данните и реализиране на мониторинг на параметри на въздушната среда.

2. Избор на измервателни, управляващи и комуникационни устройства

Избрани са достъпни технически средства, с използване на хардуер с отворен код (отворен хардуер). Причините за това са добрите характеристики на тези продукти, които не отстъпват на комерсиалните аналози, ниска себестойност на техническите устройства, липса на лицензионни такси, голям обем свободно достъпна информация за конкретното устройство и други технически решения за неговата реализация, споделяне на опита с други разработчици [1,4].

such data are autonomous devices with relatively low cost [2,7,8].

The monitoring of high spatial and time air pollutants in urban areas is still a technically difficult task [3,9]. Air Parameter Monitoring Systems include measurement and control of quantities such as humidity, temperature, fine particulate matter, gas concentration. They are built on innovative technical solutions with interactive presentation of measurement information with adequate data storage security [5].

In the present work is presented sensor module for temperature, relative humidity and gas composition of the air controlled by microprocessor system. The system enables the collection, storage and monitoring of air environment parameters.

2. Selection of measurement, control and communication devices

Appropriate technical tools are selected, that use open source hardware (open hardware). The reasons for this are the good features of these products, near to the commercial analogs, the low cost of technical devices, the lack of license fees, a large amount of freely available information about the device, and other technical solutions for its implementation, sharing experience with other developers [1,4].

Избраните устройства са разделени в две основни групи – микрокомпютърна система и сензори. В таблица 1 са посочени избраните елементи за микрокомпютърната система с техните основни технически характеристики, които касаят използването им в измервателната система.

В таблица 2 са посочени основни технически характеристики на избраните сензорни устройства. Използвани са сензори с аналогов изход и такива с цифров интерфейс.

The selected devices are divided into two main groups - microcomputer system and sensors. Table 1 shows the elements selected for the microcomputer system with their basic technical characteristics that concern their use in the measuring system.

Table 2 lists the basic technical characteristics of the selected sensor devices. Analog output and digital interface sensors are used.

Таблица 1.

Table 1.

Микро-компютърна систем

Micro-computer system








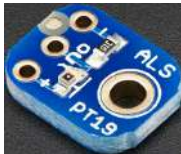




Наименование Device	Общ вид General view	Описание Description			
Itearduino Nano - Ардуино Нано съвместима платка Itearduino Nano - Arduino Nano Compatible board		Itearduino Nano е Ардуино базирана микроконтролерна платка за разработки и изграждане на прототипи, съвместима по функции с Arduino Nano. Изградена е с микроконтролер ATmega328P и USB-сериен порт конвертор CP2102. Работи с тактова честота 16MHz. Itearduino Nano is an Arduino-based microcontroller for development and prototyping, compatible with features with Arduino Nano. Built with ATmega328P microcontroller and CP2102 USB-port serial converter. Works at a clock frequency of 16MHz.			
Сериен Bluetooth модул – HC-06 Serial Bluetooth Module - HC-06		Изграден е със сериен Bluetooth модул HC-06 (работещ с BC417). Конфигуриран е по подразбиране с pair код 1234 и скорост на обмен до 9600 bps. Зареден е с фърмуер за комуникация и конфигуриране по сериен интерфейс с AT команди. It is built with a serial Bluetooth module HC-06 (working with BC417). Configured by default with pair code 1234 and exchange rate up to 9600 bps. It is loaded with firmware for communication and serial interface configuration with AT commands.			
Дисплей LCD 16x2 – син Display LCD 16x2 – blue		Дисплеят е двуредов, с по 16 знака на ред (16x2). Използва HD44780 базиран контролер - KS0066, има син фон и бяла подсветка. The display is two-line, with 16 characters per line (16x2). Uses HD44780 based controller - KS0066, It has blue background and white backlight.			
Незадържаш бутон с NO контакт Push button with NO contact		Задържаш бутон с NO и NC контакти Switch with NO and NC contacts		Задържаш бутон с един NO контакт Switch with one NO contact	
Акумулаторна батерия с изход 5V 1000mA, Li-Ion 12000mAh Power bank Rechargeable battery with 5V 1000mA output, Li-Ion 12000mAh, Power bank		Захранващ модул с вградена акумулаторна батерия - Power bank, осигуряващ изходно напрежение 5V и ток до 1000mA. Има три USB конектора – micro USB за зареждане и два USB-A за изходното напрежение. Батерията е литиево-йонна (Li-Ion) с капацитет 12000mAh, зарежда се с напрежение 5V, подавано от USB на компютър или от 5V захранващ адаптер. Батерията не може да бъде използвана по време на зареждане. Power bank with built-in rechargeable battery - Power bank, providing output voltage 5V and current up to 1000mA. There are three USB connectors - micro USB for charging and two USB-A for the output voltage. The Li-Ion battery is 12000mAh, powered by a 5V supply from USB to a computer or a 5V power adapter. The battery can not be used during charging.			

Таблица 2.
Сензори в система за измерване
качеството на въздуха

Table 2.
Sensors in air quality measurement
system

Наименование Device	Общ вид General view	Описание Description
Сензор за светлина ALS-PT19 - аналогов /Light Sensor/ Light Sensor ALS-PT19 - Analogue		Модулът е изграден с аналогов сензор за светлина ALS-PT19 , монтиран върху компактна платка с размери 8mm x 11mm. Работи с напрежение 2,5V-5,5V и има аналогов изход - напрежение, нарастващо при увеличаване на светлината. Не се нуждае от допълнителни компоненти, за да се свърже директно към аналогов вход на микроконтролер. The module is built with an analogue ALS-PT19 light sensor mounted on a compact 8mm x 11mm board. It works with a voltage of 2.5V-5.5V and has an analogue output - a voltage increasing with increasing light. It does not need additional components to connect directly to the analog input of a microcontroller.
Сензор за влажност и температура - DHT11 Humidity and temperature sensor - DHT11		DHT11 измерва температура от 0° до 50° C и относителна влажност на въздуха в диапазон 20%-90%. Има предварително калибриран цифров изход. DHT11 measures a temperature of 0° to 50°C and a relative humidity in the range 20%-90%. There is a pre-calibrated digital output.
Сензор за прах Sharp GP2Y1010AU0F Dust Sensor Sharp GP2Y1010AU0F		Модулът е изграден със сензор за прахови частици Sharp GP2Y1010AU0F . Модулът може да измерва общо количество фини прахови частици в единица обем с размер над 0,5µm. Модулът не може да разделя частиците по размер (PM1, PM2.5, PM10). The module is built with a Sharp GP2Y1010AU0F particle sensor. The module may measure a total amount of fine particle matter in a unit volume in excess of 0.5 µm. The module can not separate particles by size (PM1, PM2.5, PM10).
Adafruit CCS811 сензор за газ, Air Quality - VOC, eCO2 Adafruit CCS811 Gas Sensor, Air Quality - VOC, eCO2		Модулът е изграден със сензор за качеството на въздуха CCS811. Отчита наличие на множество VOC газове (органични летливи съединени) и позволява да се изчисли еквивалентна CO ₂ концентрация (eCO ₂ - equivalent carbon dioxide). Има I ² C интерфейс и се захранва с напрежение 3V-5V. The module is built with an air quality sensor CCS811. It detects the presence of multiple VOC gases (organic volatile compounds) and allows to calculate an equivalent CO₂ concentration (eCO ₂ - equivalent carbon dioxide). It has an I ² C interface and is powered by a voltage of 3V-5V.
Сензор за газ MQ-135, Air Quality Gas sensor MQ-135, Air Quality		Модулът е изграден със сензор за газ MQ-135. Отчита наличие на бензен, алкохол, дим, амоняк и др. Захранва се с напрежение 3V - 5V и консумира 170-220 mA ток. The module is built with a gas sensor MQ-135. Recognizes the presence of benzene, alcohol, smoke, ammonia and others. It is powered by a voltage of 3V - 5V and consumes 170-220 mA current.

3. Апаратна част на система за мониторинг на параметри на въздушната среда

В резултат на направения избор на електронни компоненти, хардуерна и системна архитектура е създаден експериментален сензорен модул за мониторинг и локално интегриране на данни за параметри на въздушната среда.

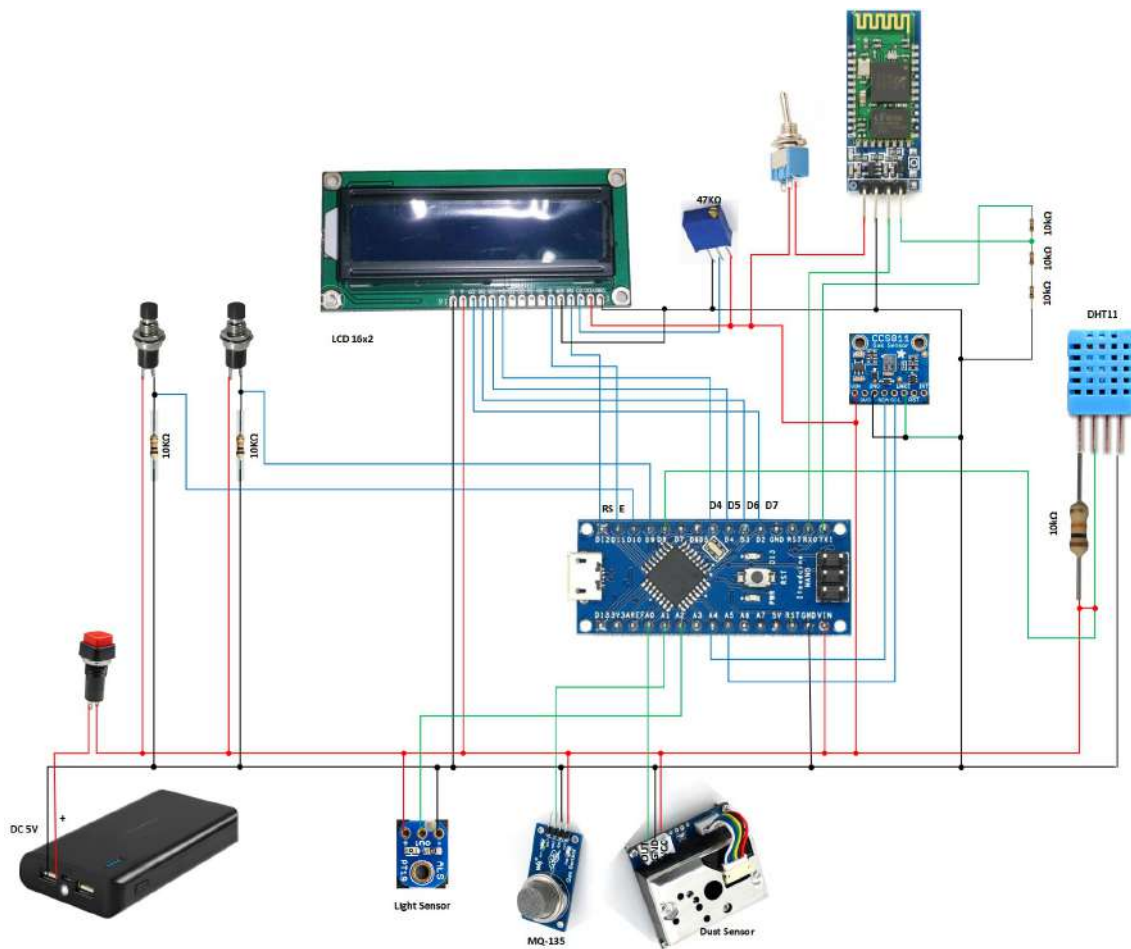
3. Hardware of a system for monitoring of air environment parameters

As a result of the choice of electronic components, hardware and system architecture, an experimental sensor module for monitoring and local integration of data on air environment parameters has been created.

Системата, показана на фигура 1 е изградена с едноплаткова компютърна система Itead Nano. Сензорът за влажност и температура DHT11 е свързан към D8 на микроконтролера с pull-up резистор 10kΩ. Цифровият сензор за газ CCS811 е свързан към I2C интерфейса на микроконтролера, изведен на пинове A4 и A5 (SCA и SCL). Пинът Wake на сензора е свързан към маса. Аналоговият сензор за светлина ALS-PT19 е свързан към аналогов вход A2 на микроконтролера. Сензорът за газ MQ-135 към A1. Сензорът за фини прахови частици GP2Y1010AU0F към A0. Към цифрови пинове D9 и D10 са свързани два незадържащи бутона с нормално отворени контакти през резистори по 10kΩ. Контрастът на двуредовия дисплей се регулира с потенциометър 47kΩ. Управляващият пин E е свързан към D12, а RS към D13 на микроконтролера. Пинове D4-D7 от дисплея са свързани към D5-D2 на микроконтролера. Bluetooth модула HC-06 е свързан към Rx и Tx пиновете на микроконтролера. Пин Rx на безжичния модул е свързан през делител на напрежение към пин Tx на микроконтролера, защото работи на 3,3V. Захранването на схемата е от акумулаторна батерия. Бутон за включване и изключване на цялата система и бутон за включване/изключване на безжичен модул.

The system shown in Figure 1 is built with a single-board computer Itead Nano computer system. The DHT11 humidity and temperature sensor is connected to the D8 of the microcontroller with a pull-up resistor of 10kΩ. The digital CCS811 gas sensor is connected to the I2C interface of the microcontroller on pins A4 and A5 (SCA and SCL). Pin Wake on the sensor is connected to ground. The analog light sensor ALS-PT19 is connected to the analogue input A2 of the microcontroller. The gas sensor MQ-135 to A1. The dust particle sensor GP2Y1010AU0F to A0.

To digital pins D9 and D10 are connected two push buttons with normally open contacts through resistors of 10kΩ. The contrast of the two-line display is adjusted with a 47kΩ potentiometer. The control pin E is connected to the D12 and the RS to the D13 of the microcontroller. D4-D7 pins on the display are connected to the D5-D2 of the microcontroller. The Bluetooth module HC-06 is connected to the Rx and Tx pin of the microcontroller. The pin Rx of the wireless module is connected via a voltage divider to the Tx pin of the microcontroller because it works at 3.3V. The circuit is powered by a rechargeable battery. Full System On/Off Button and Wireless Module On/Off Button.



Фиг.1. Схема електрическа на система за измерване параметри на околната среда

Fig.2. Electrical schematic of a system for measuring environmental parameters

На фигура 2 е показан общ вид на разработената система. На предния панел са монтирани двуредовият дисплей и бутоните за превключване на екраните за визуализация на данните от сензорите. В горната част са изведени чувствителните елементи на сензорите за влажност, температура, въглероден диоксид, общи летливи вещества, светлина, газ, фини прахови частици. на левия панел са монтирани бутоните за включване/изключване на системата; включване/изключване на Bluetooth комуникационния модул; изводите на акумулаторната батерия; конекторът за захранване на системата. Едноплатковият микро-

Fig. 2 shows a general view of the developed system. On the front panel are mounted the two-line display and the buttons for switching screens for visualization of the sensor data. Sensitive elements of the humidity, temperature, carbon dioxide, VOC gases, light, gas, dust particle sensors are mounted at the top. the on/off switches on the left panel are mounted; switch on/off the Bluetooth communication module; the terminals of the battery; the system power connector. The single-chip micro-controller and the communication

контролер и комуникационния модул са монтирани във вътрешната част на корпуса на кутията. Всички елементи са монтирани в полиетиленова кутия с клас на защита IP54 с размери 180x140x80mm.

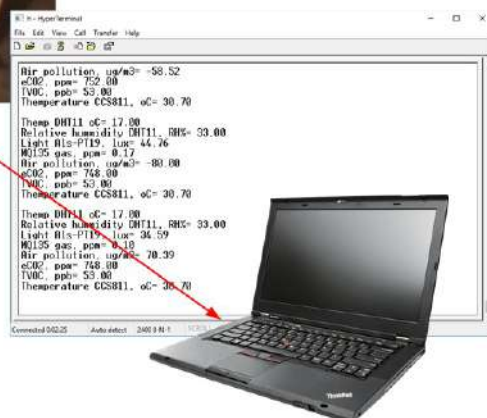
Системата за измерване параметри за определяне качеството на околния въздух може да бъде свързвана безжично към едно мобилно устройство посредством Bluetooth 2.0 връзка, със скорост 2400 bit/s. За свързване към мобилен телефон, с операционна система Android е използвано приложение BT Terminal ver.4.0 (Samak Twins, Google Commerce Ltd.). Тестът за връзка към мобилен компютър е направен с програма HyperTerminal. Освен данни от измерванията на различните инсталирани сензори при предаване към мобилно устройство се показва и температура на сензора CCS811, която не се визуализира на двуредовия дисплей, монтиран на измервателната система.

module are mounted inside the housing. All elements are mounted in a polyethylene box with protection class IP54 with dimensions 180x140x80mm.

The ambient air quality measurement system can be wirelessly connected to a mobile device via a Bluetooth 2.0 connection at 2400 bit/s. A BT Terminal ver.4.0 application (Samak Twins, Google Commerce Ltd.) was used to connect to a mobile phone using the Android operating system. The test for connection to a mobile computer is made with the HyperTerminal program. In addition to the measurement data of the various sensors installed when transmitting to a mobile device, a temperature sensor of the CCS811 sensor that is not displayed on the two-line display mounted on the measuring system is also displayed.



Фиг.2. Система за мониторинг на параметри на въздушната среда – общ вид



Фиг.3. Air quality monitoring system - general view

4. Програмно осигуряване на система за мониторинг на параметри на въздушната среда

Основните етапи от управляващата програма на система за определяне качеството на околния въздух са описани чрез псевдокод в таблица 3. Етапите на работа са: зареждане на библиотеки; дефиниране на константи и променливи; начална инициализация на сензорите и комуникацията с външни устройства; прочитане на данни от цифровите сензори; изчисляване на данни от аналоговите сензори; визуализация на дисплей; извеждане на данни по сериен канал.

4. Software of a system for monitoring the parameters of the air environment

The main stages of the air quality monitoring system control program are described in pseudocode in Table 3. The stages of operation are: loading of libraries; defining constants and variables; initial initialization of sensors and communication with external devices; reading data from digital sensors; calculation of analog sensor data; display visualization; output serial data.

Таблица 3.

Псевдокод на управляваща програма

Table 3.

Pseudo code of a control program

<u>Етап</u> Stage	<u>Функция</u> Function	<u>Описание</u> Description
<u>Зареждане на библиотеки</u> Loading libraries	<Adafruit_CCS811.h>; <LiquidCrystal.h>; <DHT.h>; <DHT_U.h>	<u>Зареждане на библиотеки за цифров сензор за газ; двуредов дисплей; цифров сензор за влажност и температура</u> Loading libraries for digital gas sensor; two-line display; digital humidity and temperature sensor
<u>Дефиниране на константи и променливи</u> Define constants and variables	#define DHTPIN 8; #define DHTTYPE DHT11; const int rs = 12, en = 11, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7 = 2; float temp; float co2; float tvoc; float tgs; const int up = 10; const int dn = 9; const int maxa = 7; const int mina = 1; int a = 1; int bup; int bdn;	<u>Настройка на пин за свързване и тип на цифров сензор за влажност и температура; пинове за свързване на двуредов дисплей; променливи за показанията на сензорите; променлива за потребителски заявки; пинове на бутоните</u> Set up pin for connection and type of digital humidity and temperature sensor; pins for connecting a two-line display; sensors variables; variable for custom queries; button pins
<u>Начална инициализация</u> Initial Initialization	{Serial.begin(9600); lcd.begin(16, 2); dht.begin(); ccs.begin(); ccs.available(); ccs.readData(); if(!ccs.begin()){Failed to start sensor!} ccs.setTempOffset(temp - 25.0); pinMode(bup, INPUT); pinMode(bdn, INPUT); }	<u>Настройка на серийна комуникация 9600 Bit/s; активиране на сензор за влажност и температура; сензор за газ; начална температура на сензор за газ; работа на пинове за бутоните като вход</u> Set up serial communication 9600 Bit/s; activation of a humidity and temperature sensor; gas sensor; initial temperature of a gas sensor; work on pins for buttons as input
DHT11	dht.temperature().getEvent(&event);	<u>Прочитане на стойности за температура</u>

	float t=event.temperature; dht.humidity().getEvent(&event); float h=event.relative_humidity;	<u>и влажност</u> Reading of temperature and humidity values
ALS-PT19	float sensorValue=analogRead(A2); float lux, Lux;	$V_{in} = \frac{5.A}{1024}, V; I_{in} = \frac{V_{in}}{4800} \cdot 100000, \mu A;$ $L = I_{in} \cdot 2, Lux$ <u>където A са данни от аналоговия вход;</u> <u>V_{in} – входно напрежение; I_{in} – входен ток;</u> <u>L – осветеност</u> where A is data from the analog input; V_{in} - input voltage; I_{in} - input current; L - illumination
MQ-135	float m = -0.318; float b = 1.133; float R0 = 11.820Ω	$V_{in} = \frac{5.A}{1024}, V; R_s = \frac{5.4,7}{V_{in}} - 4,7, \Omega; ratio = \frac{R_s}{R_0};$ $G_{log} = \frac{\log_{10} ratio}{m}; G = G_{log}^{10}, ppm$ <u>където A са данни от аналоговия вход;</u> <u>V_{in} – входно напрежение; R_s –</u> <u>съпротивление на сензора; R_0 –</u> <u>съпротивление при чист въздух; G_{log} –</u> <u>концентрация в логаритмичен мащаб; G</u> <u>– концентрация в ppm</u> where A is data from the analog input; V_{in} - input voltage; R_s - Sensor resistance; R_0 - resistance to fresh air; G_{log} - concentration at logarithmic scale; G - concentration in ppm
GP2Y1010AU0 F	float raw=analogRead(A0); float dust, ug/m^3	$D = \frac{5}{1024} \cdot A \cdot 11 - 400.0, 2, \mu g / m^3$ <u>където A са данни от аналоговия вход; D</u> <u>– фини прахови частици за единица</u> <u>обем</u> where A is data from the analog input; D - fine particle matter per unit volume
CCS811	if(ccs.available()){ temp = ccs.calculateTemperature(); if(!ccs.readData()){ co2=ccs.getCO2(); tvoc=ccs.getTVOC(); tgs=temp; } else{ERROR! }}	<u>Извличане на данни за eCO₂; TVOC;</u> <u>температура</u> Retrieving eCO ₂ data; TVOC; temperature
<u>Управление</u> <u>визуализацията</u> <u>а на данни</u> Managing data visualization	bup = digitalRead(up); bdn = digitalRead(dn); if (bup==LOW) { a=a+1; lcd.noDisplay(); lcd.clear();	<u>При натискане на bup, а увеличава</u> <u>стойността си с 1; bdn води до</u> <u>намаляване с 1; дисплеят се изчиства и</u> <u>се визуализирт данни от съответния</u> <u>сензор</u> By pressing bup, a increases its value by 1; bdn leads to a decrease of 1; the display is cleared and the data of the sensor is displayed
<u>Извеждане</u> <u>към сериен</u> <u>порт и</u> <u>Bluetooth</u> <u>модул</u> Output to serial port and Bluetooth module	//serial port and Bluetooth Serial.print(Sensor name); Serial.println(Sensor value); Serial.println();	<u>Данните се извеждат по сериен порт към</u> <u>персонален компютър и към безжичен</u> <u>модул</u> The data is output through a serial port to a PC and to a wireless module

5. Заключение

Разработеният сензорен модул и предложената структура на компютърно базирана система за включването му успешно могат да бъдат използвани при мониторинг на качеството на въздушната среда както в затворени помещения, така и на открито.

Функциите на системата могат да се разширяват с цел решаване задачи за разпознаване на газове, включително в газови смеси, както и за определяне на концентрацията на съответния газов замърсител във въздушната среда.

Необходимо е системата да бъде усъвършенствана, което включва освен мониторинг, така и контрол на качеството на въздуха с помощта на подходящи изпълнителни устройства. Разработване на приложения за мобилни устройства, както и предаване на данните в Интернет с цел контрол на замърсяването и предприемане на необходимите мерки за ограничаването му.

Благодарности

Работата в настоящата статия е подкрепена по проект 3.ФТТ/2018 „Оценяване на екологичната чистота на хранителни суровини и продукти“ – с ръководител доц. Снежана Динева.

Приложение 1. Управляваща програма на система за измерване параметри на качеството на околния въздух, реализирана в Arduino IDE

5. Conclusion

The developed sensor module and the proposed structure of a computer-based system for its successful integration can be used to monitor the quality of the air environment both indoor and outdoor conditions.

The functions of the system can be expanded to solve tasks for the detection of gases, including in gas mixtures, as well as to determine the concentration of the respective pollutant in the air environment.

The system needs to be upgraded, which includes, in addition to monitoring and air quality control, with appropriate control devices. Applications development is also need, for mobile devices as well as data transmission on the Internet to control air pollution and take the necessary measures to limit it.

Acknowledgements

The work in this article is supported by the project 3.FTT / 2018 "Evaluation of the ecological purity of food raw materials and products" - headed by Prof. Snejana Dineva.

Appendix 1. Control program for the ambient air quality measurement system, implemented in Arduino IDE

```
#include <Adafruit_CCS811.h>
Adafruit_CCS811 ccs;
#include <LiquidCrystal.h>
#include <DHT.h>
```

```
//cases of a
if (a==1){
  lcd.display();
  lcd.setCursor(0, 0);//set the cursor to column 0, line
```

<pre> #include <DHT_U.h> #define DHTPIN 8 // Pin which is connected to the DHT sensor. #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11 DHT_Unified dht(DHTPIN, DHTTYPE); const int rs = 12, en = 11, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7 = 2; LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7); float temp; float co2; float tvoc; float tgs; const int up = 10; // pin for the Up button const int dn = 9; // pin for the Down button const int maxa = 7; const int mina = 1; int a = 1; int bup; int bdn; void setup() { Serial.begin(9600); lcd.begin(16, 2); dht.begin(); //DHT11 sensor ccs.begin(); ccs.available(); ccs.readData(); if(!ccs.begin()){ Serial.println("Failed to start sensor! Please check your wiring."); while(1); } //calibrate temperature sensor while(!ccs.available()); temp = ccs.calculateTemperature(); ccs.setTempOffset(temp - 25.0); pinMode(bup, INPUT); pinMode(bdn, INPUT); } void loop() { //DHT11 sensors_event_t event; dht.temperature().getEvent(&event); float t=event.temperature; dht.humidity().getEvent(&event); float h=event.relative_humidity; //ALS-PT19 analog light sensor float sensorValue=analogRead(A2); float volts = sensorValue * 5.0 / 1024.0; float amps = volts / 4800.0; // across 10,000 Ohms float microamps = amps * 1000000; float lux = microamps * 2.0; float m = -0.318; //Slope float b = 1.133; //Y-Intercept float R0 = 11.820; //Sensor Resistance in fresh air from previous code sensorValue=analogRead(A1); float sensor_volt = sensorValue*(5.0/1023.0); //Convert average to voltage float RS_air = ((5.0*4.7)/sensor_volt)-4.7; //Calculate RS in fresh air float RS_gas = ((5.0*4.7)/sensor_volt)-4.7; //Get value of RS in a gas float ratio = RS_gas/R0; // Get ratio RS_gas/RS_air float ppm_log = (log10(ratio)-b)/m; //Get ppm value in linear scale according to the the ratio value float ppm = pow(10, ppm_log); //Convert ppm value to log scale </pre>	<pre> 1 // print the number of seconds since reset: lcd.print(""); lcd.print("DTH11 T, oC"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" "); lcd.print(t); lcd.print(" "); } if (a==2){ lcd.display(); lcd.setCursor(0, 0);//set the cursor to column 0, line 1 // print the number of seconds since reset: lcd.print(""); lcd.print("DTH11 H, RH %"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" "); lcd.print(h); lcd.print(" "); } if (a==3){ lcd.display(); lcd.setCursor(0, 0);//set the cursor to column 0, line 1 // print the number of seconds since reset: lcd.print(""); lcd.print("Als-PT19, L lux"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" "); lcd.print(lux); lcd.print(" "); } if (a==4){ lcd.display(); lcd.setCursor(0, 0);//set the cursor to column 0, line 1 // print the number of seconds since reset: lcd.print(""); lcd.print("MQ135 gas, ppm"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" "); lcd.print(mq); lcd.print(" "); } if (a==5){ lcd.display(); lcd.setCursor(0, 0);//set the cursor to column 0, line 1 // print the number of seconds since reset: lcd.print(""); lcd.print("Air poll., ug/m3"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" "); lcd.print(dust); lcd.print(" "); } if (a==6){ lcd.display(); lcd.setCursor(0, 0);//set the cursor to column 0, line 1 // print the number of seconds since reset: lcd.print(" "); lcd.print("eCO2,ppm"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" "); lcd.print(co2); </pre>
--	---

<pre> float mq = ppm/10000; //Convert to percentage //GP2Y1010AU0F air pollution sensor float raw=analogRead(A0); float dust=((5000 / 1024.0)*raw*11.0) - 400.0) * 0.2; // unit: ug/m3 //CCS811 gas sensor I2C if(ccs.available()){ temp = ccs.calculateTemperature(); if(!ccs.readData()){ co2=ccs.getCO2(); tvoc=ccs.getTVOC(); tgs=temp; } else{ Serial.println("ERROR!"); while(1); } } //LCD 16x2 Display data bup = digitalRead(up); bdn = digitalRead(dn); if (bup==LOW){ a=a+1; lcd.noDisplay(); lcd.clear(); } </pre>	<pre> lcd.print(" "); } if (a==7){ lcd.display(); lcd.setCursor(0, 0);//set the cursor to column 0, line 1 // print the number of seconds since reset: lcd.print(" "); lcd.print("TVOC,ppb"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" "); lcd.print(tvoc); lcd.print(" "); } //serial port and Bluetooth Serial.print("Themp DHT11 oC= "); Serial.println(t); Serial.print("Relative hummidity DHT11, RH%= "); Serial.println(h); Serial.print("Light Als-PT19, lux= "); Serial.println(lux); Serial.print("MQ135 gas, ppm= "); Serial.println(mq); Serial.print("Air pollution, ug/m3= "); Serial.println(dust); Serial.print("eCO2, ppm= "); Serial.println(co2); Serial.print("TVOC, ppb= "); //parts per billion Serial.println(tvoc); Serial.print("Temperature CCS811, oC= "); Serial.println(tgs); Serial.println(); delay(1000); } </pre>
--	--

6. Литература

6. References

- [1] Cynthia, B., B. Priya, R. Nandhini, P. Sindhuja, A. Senthilkumar, S. Raja. (2018). Proactive Indoor Air Quality Monitoring System. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, vol. 6, No. 3, pp.133-138.
- [2] Hsu, Y-C., P. Dille, J. Cross, B. Dias, R. Sargent, I. Nourbakhsh. (2017). *Community-Empowered Air Quality Monitoring System, Smart Monitoring in Physical Spaces*, CHI 2017, 6-11 May 2017, Denver, CO, USA, pp.1607-1619.
- [3] Khedo, K., V. Chikhooreeah. (2017). Low-Cost Energy-Efficient Air Quality Monitoring System Using Wireless Sensor Network, Chapter 7 in Book "*Wireless Sensor Networks*", Edited by P. Sallis, pp.121-140.
- [4] Marques, G., C. Ferreira, R. Pitarma. (2018). A System Based on the Internet of Things for Real-Time Particle Monitoring in Buildings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, pp.1-14.
- [5] Nenova, Z., G. Georgiev, S. Ivanov. (2015). Computer-based System for Monitoring of Indoor Air Parameters. *Proceedings of University of Russe*, Vol. 54, ser. 3.1, pp.186-190. (in Bulgarian)

- [6] Olsen, J., S. Dineva. (2017). Effects of Chronic Ionizing Radiation and Interactions with Other Environmental and Climatic Factors on Plant Growth and Development. *eJournal of Applied Forest Ecology (eJAFE)*, vol. 5, No. 1, pp.31-53.
- [7] Revathy, V., K. Ganesan, K.Rohini, S. Chindhu, T. Boobalan. (2016). Air Pollution Monitoring System. *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)*, vol. 11, iss. 2, ver II, pp.27-40.
- [8] Shitole P., S. Markande. (2016). Review: Air Quality Monitoring System. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 5, Iss. 6, pp.461-463.
- [9] Tasić, V., M. Jovašević-Stojanović, D. Topalović, M. Davidović. (2016). Measurement of PM2.5 Concentrations in Indoor Air Using Low-Cost Sensors and Arduino Platforms. *Proceedings of Sixth Scientific Meeting EuNetAir*, pp.69-72.

Контакти

Доц. д-р инж. Златин Златев
Тракийски университет – Стара Загора
Факултет „Техника и технологии“
Ямбол

Contacts:

Assoc. prof. Zlatin Zlatev, PhD, Eng.
Trakia University – Stara Zagora
Faculty of Technics and Technologies
Yambol, Bulgaria

e-mail: zlatin.zlatev@trakia-uni.bg