

**AKADEMIA TECHNICZNO - HUMANISTYCZNA
W BIELSKU-BIAŁEJ**

**Projekt
interdyscyplinarny
projektem XXI wieku**



Akademia
Techniczno-Humanistyczna
w Bielsku-Białej

Tom 1

Monografia



Akademia
Techniczno-Humanistyczna
w Bielsku-Białej

Projekt interdyscyplinarny projektem XXI wieku Tom 1



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Polska Akademia Nauk
Komitet Budowy Maszyn



Polska Akademia Nauk
Komitet Inżynierii Produkcji



International Federation
for the Promotion of Mechanism
and Machine Science

Bielsko – Biała 2017

Redaktor Naczelny Wydawnictwa: prof. dr hab. n.t. Iwona ADAMIEC-WÓJCIK
Redaktor Działu: prof. dr hab. inż. Jacek STADNICKI
Redakcja: dr inż. Jacek RYSIŃSKI
Sekretarz Redakcji: mgr Grzegorz ZAMOROWSKI

Adres Redakcji – Editorial Office – Adresse de redaction –
Schriftleitungadresse:

WYDAWNICTWO NAUKOWE
AKADEMII TECHNICZNO - HUMANISTYCZNEJ
W BIELSKU-BIAŁEJ

PL 43-309 Bielsko-Biała, ul. Willowa 2

ISBN 978-83-65182-70-8
ISBN 978-83-65192-80-7 (Tom 1)

Artykuły wydrukowano na podstawie materiałów dostarczonych przez autorów.
Oryginały referatów (tekst i rysunki) reprodukowane są z uwzględnieniem uwag
recenzentów na odpowiedzialność Autorów.

XVIII Beskidzki Festiwal Nauki i Sztuki – zadanie finansowane w ramach umowy
nr 866/P/DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego na
działalność upowszechniającą naukę.

Bielsko – Biała 2017

KOMITET NAUKOWY - SCIENTIFIC COMMITTEE

CZECH Piotr	Politechnika Śląska
ČUBOŇOVÁ Nadežda	Žilinská Univerzita v Žiline, Słowacja
DANIELCZYK Piotr	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
DREWNIAK Józef	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
DROBINA Robert	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
FOMIN Aleksey	École Polytechnique Fédérale De Lausanne, Switzerland
GREGOR Milan	Žilinská Univerzita v Žiline, Słowacja
GRYŚ Sławomir	Politechnika Częstochowska
HOLUB Sephii	Czerkaski Narodowy Uniwersytet im. Bohdana Chmielnickiego, Ukraina
HOMIŠIN Jaroslav	Technical University of Košice, Słowacja
JAROSŁAW Janusz	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
JĘDRZEJCZYK Dariusz	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
KARPIŃSKI Mikołaj	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
KAZAKOVA Nadiia	Odeska Państwowa Akademia Regulacji Technicznej i Jakości, Ukraina
KŁOSIŃSKI Jacek	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
LUZHETSKYI Volodymyr	Winnicki Narodowy Uniwersytet Techniczny, Ukraina
MADEJ Jerzy	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
MARTSENYUK Vasyl	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
MATUSZEK Józef	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
MIČIETA Branislav	Žilinská Univerzita v Žiline, Słowacja
NOWAKOWSKI Jacek	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
PARKHUTS Lyubomyr	Narodowy Uniwersytet - Politechnika Lwowska, Ukraina
PLINTA Dariusz	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
RAJZER Izabella	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
RYSIŃSKI Jacek	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
SKOŁUD Bożena	Politechnika Śląska
STADNICKI Jacek	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
VASILIU Yerhen	Odeska Narodowa Akademia Łączności im. O.S. Popowa, Ukraina
VLASYUK Anatolij	Międzynarodowy Uniwersytet Ekonomiczno- Humanistyczny im. akad. Stepana Demianczuka, Ukraina
WIĘCEK Dariusz	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
WIĘCEK Dorota	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
WOJNAR Grzegorz	Politechnika Śląska
ZAWIŚLAK Stanisław	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

Projektowanie, badania i eksploatacja
Designing, researches and exploitation

Henrietta BÁN, David GÁL 19

Opiekun naukowy: Alexander MOLNAR, Vitaly GERASIMOV

Osobisty system telemetryczny dla strażaków z obsługą tzw. rozszerzonej rzeczywistości (AR)

Personal telemetry system for firefighters with Augmented Reality support

Tomasz BRACHACZEK..... 27

Opiekun naukowy: Jacek RYSIŃSKI

Dydaktyczne stanowisko do badania układów sprężyn

Didactic stand for investigation of spring systems

Marek BRYKCZYŃSKI..... 39

Opiekun naukowy: Marcin SIDZINA

Dynamiczne kodowanie danych w polu identyfikatora wiadomości w oparciu o CAN 2.0

Dynamic encoding of data in the message identifier field based on CAN 2.0

Magda DROŹDZIEL 49

Opiekun naukowy: Tadeusz HEJWOWSKI

Odporność na zużycie ściernie powłok na osnowie niklu i kobaltu

Abrasion resistance of ni- and co- based coatings

Rafał DZIERGAS 53

Opiekun naukowy: Tomasz KNEFEL

Modyfikacja algorytmów sterowania silnika o zapłonie samoczynnym

Diesel engine control algorithm modification

Paweł FURDYGIEL, Tomasz KĄDZIOŁKA, Piotr NOWAK..... 67

Opiekun naukowy: Józef DREWNIAK

Idea metody analizy rodzajów i skutków uszkodzeń (fmea) wg EN 60812:2006

Idea of analysis of types and damage effects (FMEA) according to EN 60812: 2006

Artur GAWOR	71
Opiekun naukowy: Andrzej URBAŚ	
Analiza wyników symulacji dynamicznej czterowirnikowego bezzałogowego systemu latającego z żyroskopową stabilizacją siły ciągu	
Analysis of dynamic simulation results of a four-rotor unmanned aircraft system with gyroscopic thrust stabilization	
Wojciech GRZYBEK	85
Opiekun naukowy: Jacek RYSIŃSKI	
Projekt oraz wykonanie robota typu SCARA	
Design and implementation of SCARA robot	
Adam JABŁOŃSKI	99
Opiekun naukowy: Izabella RAJZER	
3D bioprinting – zastosowanie i perspektywy rozwoju	
3D bioprinting – application and the future direction of development	
Daniel JANCARCZYK, Marcin SIDZINA	109
Opiekun naukowy: Izabella RAJZER	
Modyfikacja układu sterowania w urządzeniu do elektroprzędzenia nanowłókien kompozytowych dla celów medycznych	
Control system modification in Electrospinning machine of Composites Nanofibers for medical use	
Bartosz JANOWSKI	121
Opiekun naukowy: Jacek RYSIŃSKI	
Projekt oraz wykonanie systemu sterowania inteligentnym budynkiem	
Design and performance of intelligent building control system	
Łukasz JĘDRZEJKO	137
Opiekun naukowy: Jacek PEZDA	
Wpływ wielokrotnego przetapiania stopu EN AC-ALSi11 na jego strukturę i właściwości mechaniczne	
Influence of multiple melting of EN AC-ALSi11 alloy on structure and mechanical properties	
Aleksandra KŁOS-WITKOWSKA	147
Wpływ promieniowania mikrofalowego podawanego w dawkach frakcyjnych i jednorazowych na składnik sieciujący matryc biosensorów	
Impact of microwave radiation delivered in one fold and fractional doses on Crosslinking component of biosensor matrix	

Oleksandr KONONCHUK, Olena SKYBA	155
Supervisor: Nadiia DENYSIUK	
Analiza odkształceń betonowych belek wzmacnianych kompozytami z włókien węglowych	
Computer software system as a tool for simulating the building constructions operation	
Jakub KOZIOŁEK	163
Opiekun naukowy: Jacek RYSIŃSKI	
Projekt oraz budowa dydaktycznego stanowiska sortującego	
Design and implementation of didactic sorting station	
Wioleta KRASUCKA	177
Opiekun naukowy: Tadeusz HEJWOWSKI	
Wpływ zjawisk cieplnych i mechanizmu zużycia tribologicznego na powierzchnię napawaną metodą GMA	
Effect of thermal phenomena and tribological wear mechanism of on the surface pad welded with use of GMA method	
Maciej KRZYWOŃ	181
Opiekun naukowy: Piotr KAMIŃSKI	
Projekt i wykonanie pieca kowalskiego	
Project and realization of blast furnace	
Anna KUROWSKA, Javier RACERO CATALÁN	187
Opiekun naukowy: Izabella RAJZER	
Proces elektroprzędzenia nanowłókien modyfikowanych grafenem	
Electrospinnig of nanofibers modified with graphene	
Dawid MATURA, Michał MICHAŁEC	195
Opiekun naukowy: Dorota WIĘCEK	
Analiza wytrzymałościowa konstrukcji wału mieszadła wstęgowego poziomego z określeniem potencjalnych przyczyn pęknięcia wału	
Strength analysis shaft construction horizontal ribbon stirrer with the identification of potential causes of shaft fracture	

Arkadiusz MATUSZEK.....	209
Opiekun naukowy: Izabella RAJZER	
Wtryskiwanie polimerów biodegradowalnych – dobór parametrów procesu i ich wpływ na jakość wytwarzanego elementu	
Injection molding of biodegradable polymers – selection of process parameters and evaluation of their effect on final element quality	
Jerzy MARSZAŁEK.....	219
Opiekun naukowy: Jacek STADNICKI	
Symulacja pęknięcia próbki laminatu w warunkach ścinania wzdłużnego	
Simulation of delamination in layered composite under in-plane shear loading	
Natalia ŁOMNICKA, Karol JABŁOŃSKI	231
Opiekun naukowy: Tomasz GRZYCHOWSKI	
Konstrukcja oraz wzorcowanie systemu dozowania materiałów sypkich	
Design and calibration of the bulk materials dispensing system	
Ivan PIDGURSKYI.....	241
Scientific supervisor: Petro YASNIY	
Modelling of structural stress concentrators influence on stress intensity factors of surface semielliptical crack using finite element method	
Modelowanie wpływu koncentratorów naprężeń strukturalnych na współczynniki intensywności naprężeń (SIF) dla pęknięć powierzchniowych półeliptycznych metodą elementów skończonych	
Dušan PUŠKÁR, Michal PUŠKÁR.....	249
Opiekun naukowy: Michal PUŠKÁR	
Redukcja emisji tlenu azotu jednostki napędowej pojazdu doświadczalnego poprzez optymalizację systemu sterowania	
Reduction of nitrous oxide emission of the drive unit of the experimental vehicle by optimization of the control system	
Dawid PYSZ, Przemysław BAGIER.....	263
Opiekun naukowy: Piotr KAMIŃSKI	
Projekt dydaktycznego parku maszynowego	
Didactic machinery park	

Javier RACERO CATALÁN, Anna KUROWSKA	271
Opiekun naukowy: Izabella RAJZER	
Barwione nanowłókna otrzymane metodą elektroprzędzenia	
Dyed nanofibers produced by electrospinning method	
Mateusz SOŁTYSIK.....	281
Opiekun naukowy: Robert DROBINA	
Alternatywne źródła napędu pojazdów samochodowych	
Alternative sources of powering car drives	
Elżbieta SZATKOWSKA	297
Opiekun naukowy: Dariusz JĘDRZEJCZYK	
Obróbka cieplna cynkowej powłoki zanurzeniowej nanoszonej na części maszyn	
– analiza wstępna	
Heat treatment of the hot-dip zinc coating deposited on parts of machines	
– the preliminary analysis	
Mateusz ŚLIWKA, Kacper CIEŚLAR.....	307
Opiekun naukowy: Jacek RYSIŃSKI	
Projekt robota sferycznego	
Project of the spherical robot	
Vladimír TLACH, Miroslav CÍŠAR, Ján STANČEK	319
Supervisor: Ivan KURIC	
Industrial robot testing with the Renishaw Ballbar QC20-W: verifying the effect	
of program's parameter on the measurement duration	
Testowanie robota przemysłowego za pomocą systemu Ballbar QC20-W:	
weryfikacja wpływu parametrów programu na czas pomiarów	
Jakub URBANSKÝ, Ľubomír BEŇA.....	327
Opiekun naukowy: Ľubomír BEŇA	
Wpływ temperatury panela fotowoltaicznego na ilość wytwarzanej energii	
elektrycznej	
The influence of photovoltaic panel temperature on the amount of produced	
electricity	

Matej URBANSKÝ, Jaroslav HOMIŠIN..... 333

Opiekun naukowy: Jaroslav HOMIŠIN

Metoda regulacji drgań skrętnych układów mechanicznych w przypadku losowego zakłócenia ich działania

Principle of torsional vibration control on mechanical system at inner accidental event occurrence

Daniel WĄDRZYK..... 341

Opiekun naukowy: Robert DROBINA

Wykorzystanie wodoru w układach napędowych samochodów

Hydrogen in driving systems of cars

Mateusz WIĘCEK 353

Opiekun naukowy: Marcin KORZENIOWSKI

Algorytm detekcji wad w połączeniach zgrzewanych na podstawie analizy sygnałów ultradźwiękowych

Algorithm of defects detection in spot welding joints basing on analysis of ultrasonic signals

Kamil WYROBEK, Aleksandra JARCO..... 363

Opiekun naukowy: Jacek PEZDA

Wpływ temperatury ekstruzji kopolimeru akrylonitrylo-butadieno-styrenowego na właściwości mechaniczne części wykonanych technologią FFF

Temperature influence of acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer extrusion on mechanical properties of parts produced in FFF technology

Jan ŻABIŃSKI, Paweł WIEROŃSKI 371

Opiekun naukowy: Józef MATUSZEK

Analiza przystosowania wyciągów z napędem ciernym do większych głębokości

Analysis of adjusting lifts with friction drive to a higher depth

Technologie, procesy i systemy produkcyjne
Technologies, processes and systems of manufacturing

Tomasz BOROWY	383
Opiekun naukowy: Dariusz PLINTA	
Mapowanie i zarządzanie strumieniem wartości	
Manage and mapping value stream	
Miroslav CÍŠAR, Ivan ZAJAČKO	393
Opiekun naukowy: Ivan KURIC	
Processing of data from measurements with Renishaw Ballbar	
Przetwarzanie danych z pomiarów przeprowadzanych z zastosowaniem Renishaw Ballbar	
Yurii DREIS, Olha ROMANENKO	397
Scientific supervisor: Alexander KORCHENKO	
Analysis problems in the field of state's critical infrastructure	
Analiza problemów w dziedzinie infrastruktury krytycznej państwa	
Ewelina HAŁAT	403
Opiekun naukowy: Sławomir KUKLA	
Racjonalizacja procesów wytwarzania z wykorzystaniem metody FMEA oraz symulacji komputerowej	
Processes' rationalization of manufacturing by using the method FMEA as well as computer simulation	
Róbert HODOŇ, Patrik GRZNÁR	411
Supervisors: Milan GREGOR	
Algortym dynamicznej weryfikacji potoku danych	
Dynamic model creation algorithm for the value stream mapping	
Blanka HORVÁTHOVÁ, Martin GAŠO	419
Supervisors: Ľuboslav DULINA	
Nowe technologie do oceny ergonomiczności stanowisk pracy	
New technologies for ergonomic workplaces evaluation	

Ewa KACZMAR, Damian KOLNY.....	425
Opiekun naukowy: Dariusz WIĘCEK	
Zastosowanie narzędzia planowania eksperymentu w celu poprawy procesu zgrzewania	
Application of design of experiment method in order to improvement of welding process	
Żaneta KASPER.....	435
Opiekun naukowy: Sławomir KUKLA	
Analiza systemów pomiarowych z wykorzystaniem metod statystycznych	
Analysis of measurement systems using statistical methods	
Damian KOLNY, Ewa KACZMAR.....	445
Opiekun naukowy: Paweł ZIOBRO, Dorota WIĘCEK	
Analiza eliminacji strat dla wdrożenia systemu monitorowania obróbki skrawaniem z punktu widzenia potencjału ekonomicznego	
Analysis of loss elimination for the implementation of the tool monitoring system from economic potential point of view	
Wojciech MADYDA.....	455
Opiekun naukowy: Aleksander MOCZAŁA	
Doskonalenie procesu obróbki korpusu z modelowaniem i symulacją w programie MTS CNC	
Improving engine body treatment process with modeling and simulation on MTS CNC program	
Iryna MYSHKOVETS.....	465
Influence of economic conflicts on the world economy in conditions of globalization	
Wpływ konfliktów ekonomicznych na światową ekonomię w warunkach globalizacji	
Szymon PAWLAK.....	473
Opiekun naukowy: Krzysztof NOWACKI	
Zastosowanie symulacji komputerowej do identyfikacji wąskich gardeł procesu produkcyjnego i szacowania kosztów	
Application of computer stimulation in identification of the bottlenecks of production process and estimation of costs	

Roksana POLOCZEK	477
Opiekun naukowy: Krzysztof NOWACKI	
Analiza kosztów stalowniczych w wybranych krajach świata	
The steelmaking cost analysis in selected countries of the world	
Marta POMIETLORZ-LOSKA	483
Opiekun naukowy: Dariusz PLINTA	
Zarządzanie i organizacja pracy działu utrzymania ruchu	
The management and Work organization of the maintenance movement department	
Radovan SKOKAN, Monika BUČKOVÁ	497
Supervisors: Martin KRAJČOVIČ	
Zastosowanie metody FMEA w logistyce wybranego przedsiębiorstwa	
Application of logistics FMEA in the selected enterprise	
Indeks nazwisk – Index of names	505

Projektowanie, badania i eksploatacja

Designing, researches and exploitation

Henrietta BÁN¹, David GÁL²

Opiekun naukowy: Alexander MOLNAR³, Vitaly GERASIMOV⁴

OSOBISTY SYSTEM TELEMTRYCZNY DLA STRAŻAKÓW Z OBSŁUGĄ TZW. ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI (AR)

Streszczenie: W niniejszym artykule przedstawiono wyniki opracowania osobistego systemu telemetrycznego dla strażaków. Składa się on z dwóch podsystemów - mierząc parametry ludzkiej działalności i określając parametry środowiska. Wszystkie otrzymane dane wraz z ostrzeżeniami o zagrożeniach są wyświetlane w polu widzenia strażaka za pomocą okularów AR, a także za pośrednictwem interfejsu Wi-Fi są przenoszone do centrum zdalnej diagnostyki. Możliwe jest zapisanie wszystkich wskazań w lokalnym chronionym medium jako osobistej czarnej skrzynki.

Słowa kluczowe: czujniki, mikrokontrolery, rozszerzona rzeczywistość (AR), telemetria bezprzewodowa

PERSONAL TELEMETRY SYSTEM FOR FIREFIGHTERS WITH AUGMENTED REALITY SUPPORT

Summary: In this paper, the results of developing a personal telemetry system for firefighters are presented. It consists of two subsystems - measuring the parameters of human activity and determining the parameters of the environment. All received data, together with warnings of danger, are displayed in the field of view of the firefighter using AR glasses, and through the Wi-Fi interface are transferred to the center of remote diagnostics. It is possible to store all the indications in the local protected medium as a personal black box.

Keywords: sensors, microcontrollers, Augmented Reality, wireless telemetry.

1. Introduction

In recent times, glasses of Augmented Reality have gained special popularity. They allow us to output additional information in the field of view of a person. The daily

¹ Uzhhorod National University, Ukrainian-Hungarian Educational Institute, Department of Physics and Mathematics, specjalność: Physics, banhenrietta@gmail.hu

² Uzhhorod National University, Ukrainian-Hungarian Educational Institute, Department of Physics and Mathematics, specjalność: Physics, galdavidagu7@gmail.com

³ Ph.D., Uzhhorod National University, Department of the Physics of Semiconductors, alex.molnar@uzhnu.edu.ua

⁴ Ph.D., Mukachevo State University, Faculty of Economics, Management and Engineering, vitgerv@gmail.com

use of such systems is still limited by high cost. However, there are such professions where the use of AR systems is fully justified. In our opinion, one of them can be considered by employees of rescue services and firefighters. In conditions of poor visibility, important additional information can be displayed on the AR-glasses - a diagram of the rooms, information from different sensors and so on. Such equipment can also warn about additional hazards (radiation, hazardous gases) that can save many lives.

2. Implementation

We have developed a modular personal telemetry device. It allows **you** to determine the physiological data of a person and the parameters of the environment. The system consists of two modules (Fig.1). One of them is fixed on the patient's chest with a special strap. In its design, electrodes for measuring ECG, skin resistance, and chest expansion are built-in. As a measurement system, we chose the Maxim Integrated hSensor platform [1]. The second module is attached to the belt. It contains: a GPS module for locating; a level meter for radiation and ultraviolet radiation; sensor for the concentration of dangerous gases. Modules are combined using the Bluetooth LE radio channel. The received and preprocessed data via the built-in WEB server (module 2) via the Wi-Fi interface are transmitted for remote monitoring and analysis. The information also accumulates in a local secure drive based on an SD card. It acts as a personal "black box" for cases of emergency radio communication loss. Module 2 is built on the basis of TI MSP-EXP430FR5994 [2] and Wi-Fi CC3100BOOST [3]. The received data together with warnings of danger are displayed in the field of view of the firefighter through glasses of augmented reality. For these purposes we use AR-glasses Intel/Recon - Recon Jet™ Pro [4].

2.1. Maxim Integrated hSensor platform

The Maxim developed integrated sensor platform for medical and high-end fitness applications is called "hSensor" or MAXREFDES100#. The platform integrates one bio potential analog front-end solution (MAX30003/MAX30004) providing ECG waveforms and heart-rate detection, one pulse oximeter and heart-rate sensor (MAX30101), two human body temperature sensors (MAX30205) one on the top side and one on the bottom side, one 3-axis accelerometer, one 3D accelerometer and 3D gyroscope, and one absolute barometric pressure sensor. The hSensor platform supports the measurement of motion, precision skin temperature, and a variety of biopotential measurements, including electrocardiography (ECG), electromyography (EMG), and electroencephalography (EEG).

In addition, the hSensor platform also supports a variety of reflective photo plethysmography measurements including pulse oximetry and heart rate (HR) detection at three wavelengths, 880nm (infrared, IR), 660nm (red) and 537nm (green). Bluetooth® low energy (BLE) radio is supported for configuration and data collections. In addition, a direct-to-flash memory mode is supported for data collection. The MAX32620 microcontroller lies at the center of the hSensor platform. The following sensors are installed: MAX30003/MAX30004 biopotential analog front-end (AFE), two MAX30205 human body temperature sensor, MAX30101 pulse

oximeter and heart-rate sensor, LIS2DH 3-axis accelerometer, LSM6DS3 3D accelerometer and 3D gyroscope, and BMP280 absolute barometric pressure sensor. The accuracy of the MAX30205 meets the clinical thermometry specification of the ASTM E1112 when soldered on the final PCB. The hSensor platform can be powered by a CR2032-type coin cell battery.

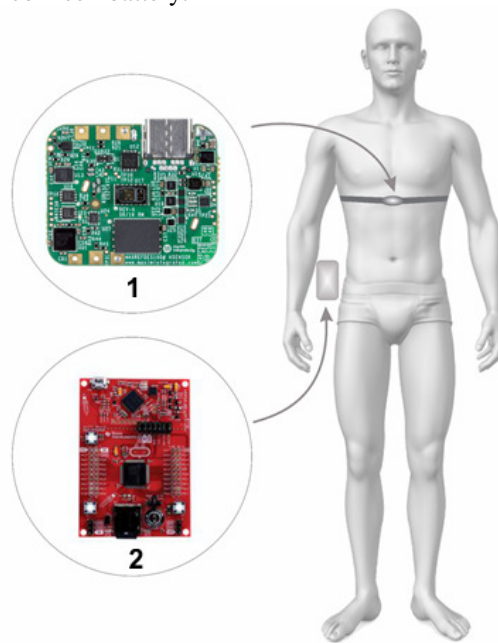


Figure 1. Modular system of remote monitoring of the physiological state of a person and environment parameters. 1 - hSensor from Maxim Integrated, 2 - MSP-EXP430FR5994 based environment monitor systems

The biopotential channel has ESD protection, EMI filtering, internal lead biasing, DC leads-off detection, ultra-low power leads-on detection during standby mode, and extensive calibration voltages for built-in self-test. Soft power-up sequencing ensures that no large transients are injected into the electrodes. The biopotential channel also has high-input impedance, low noise, high CMRR, programmable gain, various low-pass and high-pass filter options, and a high resolution analog-to-digital converter (ADC). The biopotential channel is DC coupled, can handle large electrode voltage offsets, and has a fast recovery mode to quickly recover from overdrive conditions, such as defibrillation and electro surgery [1].

2.2. TI MSP-EXP430FR5994 LaunchPad™ based environment monitor

Our modular telemetry device (Fig.3) allows us to determine the parameters of the environment. It contains a GPS module for geolocation; a level meter for α , β , γ radiation and ultraviolet radiation; sensors for the concentration of dangerous gases; temperature, atmosphere pressure and humidity. The received and preprocessed data through the built-in WEB server via the Wi-Fi interface are transmitted for remote monitoring and analysis. The information also accumulates in a local secure drive

based on an SD card. It acts as a personal "black box" for cases of emergency radio communication loss. The module is based on TI MSP-EXP430FR5994 and Wi-Fi CC3100BOOST [3]. To provide the possibility of extending the functionality of the telemetry system, it is possible to connect additional modules via the Bluetooth LE interface. Such can be dust meters, specific gas concentration detectors, and other rarely used sensors.

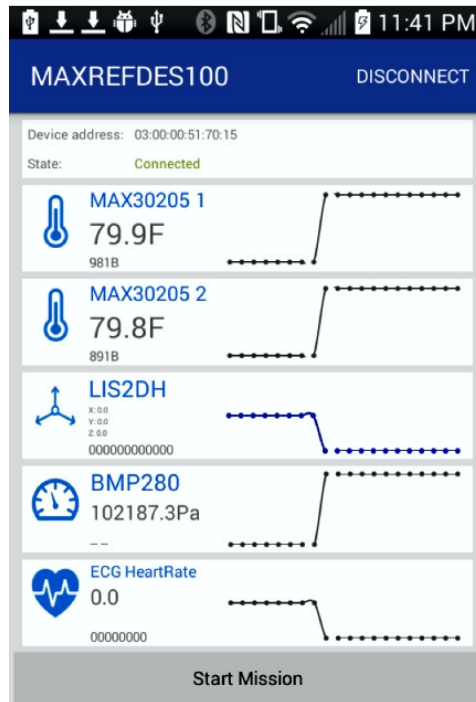


Figure 2. Android sample program interface for Maxim Integrated hSensor platform

The MSP-EXP430FR5994 LaunchPad™ is based on the ultra-low-power MSP430FR5x FRAM microcontroller platform [2]. The board includes buttons and LEDs for quick integration of a simple user interface as well as two unique features: a microSD card slot allowing the user to interface with SD cards, as well as a super capacitor (super cap) that acts like a rechargeable battery, enabling standalone applications without an external power supply. The 16MHz MSP430FR5994 device features 256KB of embedded FRAM (Ferroelectric Random Access Memory), a non-volatile memory known for its ultra-low power, high endurance, and high speed write access. Combined with the 8 KB of on-chip SRAM, users have access to 264KB of memory to split between their data and code as they see fit. For example, a data logging application can greatly benefit from the fast, low power writes into FRAM – and all of that without fear of data-loss due to loss-of-power. The MSP430FR5994 includes the new Low-Energy Accelerator (LEA). This new hardware module delivers fast, efficient, low-power vector math acceleration commonly found in digital signal processing (DSP) applications. This makes it easy for the MSP430 to process

incoming analog data in real-time. With benchmarks that outpace 32-bit ARM® Cortex®-M0+ MCUs by more than 40x, this nimble MCU delivers performance with exceedingly low power consumption. The device also includes a wide variety of integrated peripherals including: communication ports, timers, real-time clock, AES encryption and CRC error-checking accelerators, as well as the included analog comparator and a multichannel ADC with its ultra-low power, window-based interrupts.

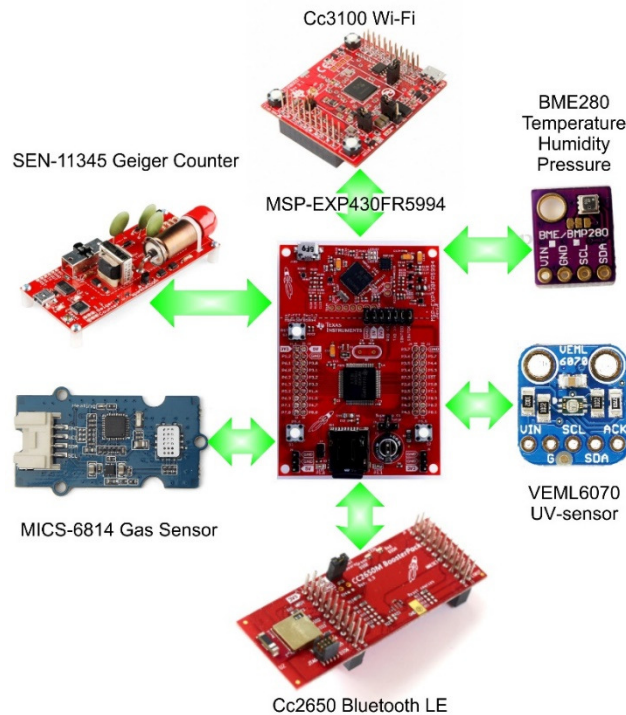


Figure 3. Schematic structure of environment monitor

2.3. Sensors

When choosing the sensors used, preference was given to simple, easily accessible, cheap and most importantly with low or ultra-low power consumption. It is also very important that the necessary drivers and software are available and simple.

As a temperature, pressure and humidity sensor, we chose BME280 from Bosch Sensortec [5]. The BME280 is an integrated environmental sensor developed specifically for mobile applications where size and low power consumption are key design constraints. The unit combines individual high linearity, high accuracy sensors for pressure, humidity and temperature, designed for low current consumption (3.6 μA @1Hz), long-term stability and high EMC robustness.

The humidity sensor features an extremely fast response time, which supports performance requirements for emerging applications such as context awareness, and high accuracy over a wide temperature range. The pressure sensor is an absolute

barometric pressure sensor with features exceptionally high accuracy and resolution at very low noise. The integrated temperature sensor has been optimized for very low noise and high resolution. It is primarily used for temperature compensation of the pressure and humidity sensors, and can be used for estimating ambient temperature. The pressure sensing interval is 300...1100 hPa with ± 0.12 hPa relative accuracy and resolution 0.18 Pa. Temperature sensing interval is 40...85°C with ± 1.0 °C relative accuracy and resolution 0.01°C. Humidity sensing interval is 0...100% with ± 1 %RH relative accuracy and resolution 0.008 %RH.

To determine the level of ultraviolet radiation, it is very convenient to use VEML6070 from Vishay [6]. It is an advanced ultraviolet (UV) light sensor with I²C protocol interface. VEML6070's adoption of Filtron™ UV technology provides the best spectral sensitivity to cover UV spectrum sensing. It has an excellent temperature compensation and a robust refresh rate setting that does not use an external RC low pass filter. Software shutdown mode is provided, which reduces power consumption to be less than 1 μ A.

Table 1. A set of parameters that are measured by the system

Physiological	Environment
- Body temperature	- Air temperature
- ECG	- Atmospheric pressure
- Heart rate	- Humidity
- Saturation level	- Radiation level (α , β , γ)
- Resistance of the skin	- The level of ultraviolet radiation
- Frequency and depth of breath	- The level of harmful gases *

* - Carbon monoxide CO (1 - 1000 ppm), nitric oxide NO₂ (0.05 - 10 ppm), ethanol C₂H₆OH (10 - 500 ppm), hydrogen H₂ (1 - 1000 ppm), ammonia NH₃ (1 - 500 ppm), methane CH₄ (> 1000 ppm), propane C₃H₈ (> 1000 ppm), butane C₄H₁₀ (> 1000 ppm).

As a sensor of α , β and γ particles, it was decided to use SEN-11345 SparkFun Geiger Counter board, which is equipped with a built in ATmega328 microcontroller. The board contains a high-voltage converter and is connected to host controller through standard COM port.

One of the most difficult tasks in the design of mobile environmental monitoring systems is the selection of gas sensors. Most of them consume 200-250 mA of current, which is unacceptable when using battery power. A successful exception is the MiCS-6814 gas sensor from SGX Sensortech [7]. The MiCS-6814 is a robust MEMS sensor for the detection of pollution from automobile exhausts and for agricultural/industrial odors. Because this chip has an analog output, for simplification of designing it is easier to use Seeed Studio Grove – Multichannel Gas sensor. This microcontroller-based module can detect many unhealthful gases, and three gases can be measured simultaneously due to its multi channels, so it can help to monitor the concentration, which is more than one gas. This board built with ATmega168PA, has an I²C interface with programmable address. Heating power can be shut down for low power.

This set of sensors, if necessary, can be expanded in the future.



Figure 4. Telemetry system data displayed in the field of view of the firefighter through glasses of Augmented Reality

3. Telemetry System

The received and preprocessed data from sensors through the built-in WEB server via the Wi-Fi interface are transmitted for remote monitoring and analysis. The SimpleLink Wi-Fi CC3100 [3] solution provides the flexibility to add Wi-Fi to any microcontroller (MCU). This Internet-on-a-chip™ solution contains all you need to easily create IoT solutions – security, quick connection and cloud support.

To connect the Recon Jet™ Pro AR glasses we used the Cc2650 Bluetooth LE module. Texas Instruments CC2650 SimpleLink™ Ultra-Low Power Wireless Microcontrollers are wireless MCUs that target Bluetooth Smart, ZigBee and 6LoWPAN, and ZigBee RF4CE remote control applications. These devices are members of the CC26xx family of cost-effective, ultra-low power, 2.4GHz RF devices. Very low active RF and MCU current and low-power mode current consumption provide excellent battery lifetime and allow operation on small coin cell batteries and in energy-harvesting applications. The CC2650 contains a 32-bit ARM Cortex-M3 processor running at 48MHz as the main processor and a rich peripheral feature set. This makes the CC2650 ideal for applications within a whole range of products including industrial, consumer electronics, and medical one. The Bluetooth Low Energy controller and the IEEE 802.15.4 MAC are embedded into ROM and are partly running on a separate ARM Cortex®-M0 processor. This architecture improves overall system performance and power consumption and frees up flash memory for the application.

Cc2650 Bluetooth LE module also provides the possibility of extending the functionality of the telemetry system through connection of additional sensors.

4. Software

The software development tools, which were used to be developed, include Code Composer Studio (with unlimited possibilities and a huge library of ready to use solutions), IDE Energia integrated development environment for Arduino compatible developments [8] and MSPWare-Advanced system. To improve the energy efficiency, we used separate optimizers such as EnergyTrace software.

5. Conclusion and summary

We have developed a personal telemetry system that collects information about the firefighter's health status, his activity and environmental parameters. All the information received is analyzed for danger and transmitted to the glasses of augmented reality and to the control center.

Total cost of the designed device in case of manufacture is about 2000\$.

To increase the autonomy of the telemetry system it is advisable to use modern energy harvesting systems for converting movement and deformation of the human body to electricity [9].

REFERENCES

1. Serwis internetowy: https://www.maximintegrated.com/en/design/reference-design-center/system-board/6312.html/tb_tab0, 30.10.2017.
2. Serwis internetowy: <http://www.ti.com/tool/msp-exp430fr5994>, 30.10.2017
3. Serwis internetowy: <http://www.ti.com/tool/cc3100boost>, 30.10.2017.
4. Serwis internetowy: <https://www.reconinstruments.com/enterprise/jet-pro/>, 30.10.2017
5. Serwis internetowy: https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/all_products/bme280, 30.10.2017.
6. Serwis internetowy: <https://www.vishay.com/docs/84277/veml6070.pdf>, 30.10.2017
7. Serwis internetowy: https://www.sgxsensortech.com/content/uploads/2015/02/1143_Datasheet-MiCS-6814-rev-8.pdf, 30.10.2017.
8. MOLNAR A., GERASIMOV V., KURYTNIK I.P.: The Development of Monitoring Devices in the „Man-Clothes” System Based on Modern Microcontrollers. *Pomiary Automatyka Robotyka*, **20**(2016)2, 11–15.
9. MOLNAR A.A., KURITNIK I.P., GERASIMOV V.V., KARABEKOVA D.ZH.: Pezoelektrichestvo kak istochnik elektroenergii dlya portativnyih elektronnyih ustroystv v sisteme «chelovek–odezhda». *Vestnik karagandinskogo universiteta, Seriya FIZIKA*, N **4**(2015)80, 62–65, (in russian).

INDEKS NAZWISK**INDEX OF NAMES**

BAGIER Przemysław.....	263
BÁN Henrietta.....	19
BEŇA Ľubomír.....	327
BOROWY Tomasz.....	383
BRACHACZEK Tomasz.....	27
BRYKCZYŃSKI Marek.....	39
BUČKOVÁ Monika.....	497
CIEŚLAR Kacper.....	307
CÍŠAR Miroslav.....	319, 393
DENYSIUK Nadiia.....	155
DREIS Yurii.....	397
DREWNIAK Józef.....	67
DROBINA Robert.....	281, 341
DROŹDZIEL Magda.....	49
DULINA Ľuboslav.....	419
DZIERGAS Rafał.....	53
FURDYGIEL Paweł.....	67
GÁL David.....	19
GAŠO Martin.....	419
GAWOR Artur.....	71
GERASIMOV Vitaly.....	19
GREGOR Milan.....	411
GRYCHOWSKI Tomasz.....	231
GRZNÁR Patrik.....	411
GRZYBEK Wojciech.....	85
HAŁAT Ewelina.....	403
HEJWOWSKI Tadeusz.....	49, 177
HODOŇ Róbert.....	411
HOMIŠIN Jaroslav.....	333
HORVÁTHOVÁ Blanka.....	419
JABŁOŃSKI Adam.....	99
JABŁOŃSKI Karol.....	231
JANARCZYK Daniel.....	109
JANOWSKI Bartosz.....	121
JARCO Aleksandra.....	363

JĘDRZEJCZYK Dariusz	297
JĘDRZEJKO Łukasz	137
KACZMAR Ewa	425, 445
KAMIŃSKI Piotr	181, 263
KASPER Żaneta.....	435
KĄDZIOŁKA Tomasz	67
KŁOS-WITKOWSKA Aleksandra	147
KNEFEL Tomasz.....	53
KOLNY Damian.....	425, 445
KONONCHUK Oleksandr	155
KORCHENKO Alexander	397
KORZENIOWSKI Marcin	353
KOZIOŁEK Jakub	163
KRAJČOVIČ Martin	497
KRASUCKA Wioleta	177
KRZYWOŃ Maciej	181
KUKLA Sławomir	403, 435
KURIC Ivan	319, 393
KUROWSKA Anna.....	187, 271
ŁOMNICKA Natalia	231
MADYDA Wojciech	455
MARSZAŁEK Jerzy	219
MATURA Dawid	195
MATUSZEK Arkadiusz.....	209
MATUSZEK Józef	371
MICHALEC Michał	195
MOCZAŁA Aleksander	455
MOLNAR Alexander	19
MYSHKOVETS Iryna.....	465
NOWACKI Krzysztof	473, 477
NOWAK Piotr	67
PAWLAK Szymon.....	473
PEZDA Jacek.....	137, 363
PIDGURSKYI Ivan.....	241
PLINTA Dariusz.....	383, 483
POLOCZEK Roksana.....	477
POMIETLORZ-LOSKA Marta	483
PUŠKÁR Dušan	249
PUŠKÁR Michal	249

PYSZ Dawid	263
RACERO CATALÁN Javier	187, 271
RAJZER Izabella	99, 109, 187, 209, 271
ROMANENKO Olha	397
RYSIŃSKI Jacek	27, 85, 121, 163, 307
SIDZINA Marcin	39, 109
SKOKAN Radovan	497
SKYBA Olena	155
SOŁTYSIK Mateusz	281
STADNICKI Jacek	219
STANČEK Ján	319
SZATKOWSKA Elżbieta	297
ŚLIWKA Mateusz	307
TLACH Vladimír	319
URBANSKÝ Jakub	327
URBANSKÝ Matej	333
URBAŚ Andrzej	71
WĄDRZYK Daniel	341
WIEROŃSKI Paweł	371
WIĘCEK Dariusz	425
WIĘCEK Dorota	195, 445
WIĘCEK Mateusz	353
WYROBEK Kamil	363
YASNIY Petro	241
ZAJAČKO Ivan	393
ZIOBRO Paweł	445
ŽABIŃSKI Jan	371