International Science Group

ISG-KONF.COM

XIX INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE "INNOVATIVE APPROACHES TO SOLVING SCIENTIFIC PROBLEMS"

Tokyo, Japan

May 16 - 19, 2023

ISBN 979-8-88955-318-2

DOI 10.46299/ISG.2023.1.19

INNOVATIVE APPROACHES TO SOLVING SCIENTIFIC PROBLEMS

Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference

Tokyo, Japan
May 16 – 19, 2023

UDC 01.1

The 19th International scientific and practical conference "Innovative approaches to solving scientific problems" (May 16 – 19, 2023) Tokyo, Japan. International Science Group. 2023. 498 p.

ISBN – 979-8-88955-318-2
DOI – 10.46299/ISG.2023.1.19

99.	Kalyn T. ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF DRINKING QUALITY WATER POLLUTED BY MINERAL FERTILIZER RESIDUES	392
100.	Khudoba B. ANALYSIS OF OPERATOR WORK USING COMPUTER TRAINERS	394
101.	Khvostivskyy M., Uniyat S., Khvostivska L., Yavorskyy I. MATHEMATICAL MODELING OF THE PULSE SIGNAL DURING PHYSICAL ACTIVITY FOR THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR COMPUTER CARDIODIAGNOSTIC SYSTEMS	396
102.	Kolomiitsev V. UNIFICATION OF THE CREATION OF CORRELATION RULES USING SIGMA RULES	400
103.	Koyshybaeva A.T., Paizuly T.K., Kaimbayeva L.A., Kazakbaev S.Z., Yerdoskyzy M.S. USE OF GREEN BUCKWHEAT FLOUR IN THE TECHNOLOGY OF COOKED SAUSAGE PRODUCTS	403
104.	Matkivskyi S., Matiishyn L. MODELING AND FORECASTING ENHANCED CONDENSATE RECOVERY OF GAS CONDENSATE FIELDS	407
105.	Ovcharenko V., Tokarieva O. CONSIDERATION OF THE INERTIAL CHARACTERISTICS OF THERMORESISTIVE TEMPERATURE TRANSMITTERS IN THEIR DESIGN	411
106.	Raskin L., Korsun R. INDIVIDUAL FORECASTING OF THE TECHNICAL STATE OF COMPLEX SYSTEMS, TAKING INTO ACCOUNT THE MODES AND CONDITIONS OF THEIR OPERATION	414
107.	Shabanova Z. SAP (PM) PLANT MAINTENANCE IN ENTERPRISE AUTOMATION	416
108.	Shmarkov O. POSSIBILITIES OF USING HYDROGEN FUEL IN HYBRID GAS-STEAM UNITS	421

MATHEMATICAL MODELING OF THE PULSE SIGNAL DURING PHYSICAL ACTIVITY FOR THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR COMPUTER CARDIODIAGNOSTIC SYSTEMS

Khvostivskyy Mykola,
Ph.D., Associate Professor
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Uniyat Serhiy,
Postgraduate
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Khvostivska Liliya,
Ph.D., Senior Lecturer
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Yavorskyy Ihor,
Student
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

From 10 to 25% of cases of sudden death of the population are related to physical exertion, which makes this problem important not only for athletes, but also for the general population [1, 2]. In sports medicine, screening tests are used to prevent sudden death during exercise, in which functional tests in the form of dosed exercise are used to diagnose the functional state of blood vessels.

The study of changes in the structure of the pulse signal during physical exertion is a universal method of controlling and regulating the intensity of physical exertion and serves to identify hidden pathologies of the cardiovascular system, which are the causes of sudden death.

In medical practice, for the registration and processing of the pulse signal during physical exertion, computer cardiodiagnostic systems (CCS) [4, 6] are used, which are built according to the scheme "bioobject-mathematical model-processing method-algorithm-software-informative (diagnostic) signs of the condition of human vessels". The effectiveness of the software for automated diagnosis of the functional state of the cardiovascular system during physical exertion based on pulse signals as part of the CCS depends on the type of mathematical model and pulse signal processing methods that ensure the selection of diagnostic signs.

In CCS, mathematical support is implemented on mathematical models (deterministic, stochastic) [5, 7, 9] and pulse signal processing methods (morphological, spectral, spectral-correlation, wavelet transformation, component [8, 9], synphase [8, 9]).

However, the existing mathematical support does not provide a description of the pulse signal as a stochastic fluctuation in time with a changing period, which is essential in the study of the signal structure when a complex of changes in the functioning of the cardiovascular system is detected during physical.

Taking into account the fact that the informative characteristic of the state of the cardiovascular system is adaptability to changes during physical exertion, which is manifested in the change of periods (time durations of blood filling) throughout the entire implementation of the pulse signal ($T_{\text{rest}} \neq T_{\text{load}} \neq T_{\text{restoration}}$), therefore it is advisable to analyze the studied signal by samples with a correlation period T_m (Fig. 1).

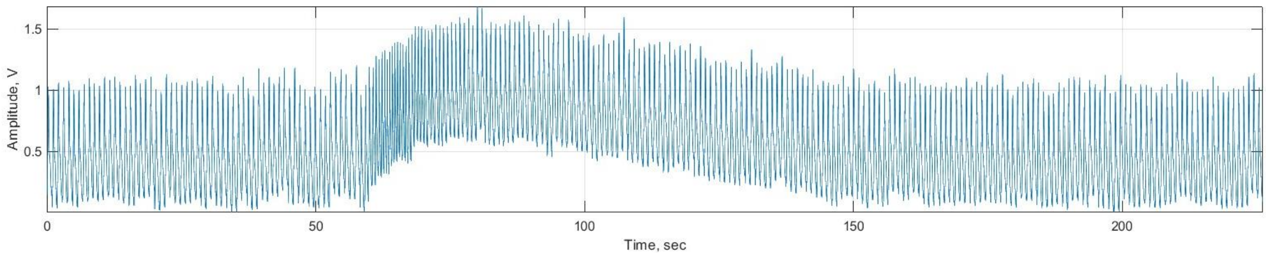

Figure 1. The structure of the pulse signal during physical exertion

Then the model of the pulse signal during physical exertion will take the form:

$$\xi_m(t) = \xi(t) \cdot \chi_{D_m}(t), \ t \in \mathrm{R}, \tag{1}$$

where $\xi_m(t)$, $t \in D_m$ – implementation of the pulse signal sample with a period T_m within the *m*-th sliding window on the segment D_m (Fig. 2);

$\chi_{D_m}(t) = \begin{cases} 1, \textit{якщо} \ \ t \in D_m \\ 0, \textit{якщо} \ \ t \in D_m \end{cases}$ – segment indicator function D_m (sliding window);

D_m – duration of the *m*-th sliding window.

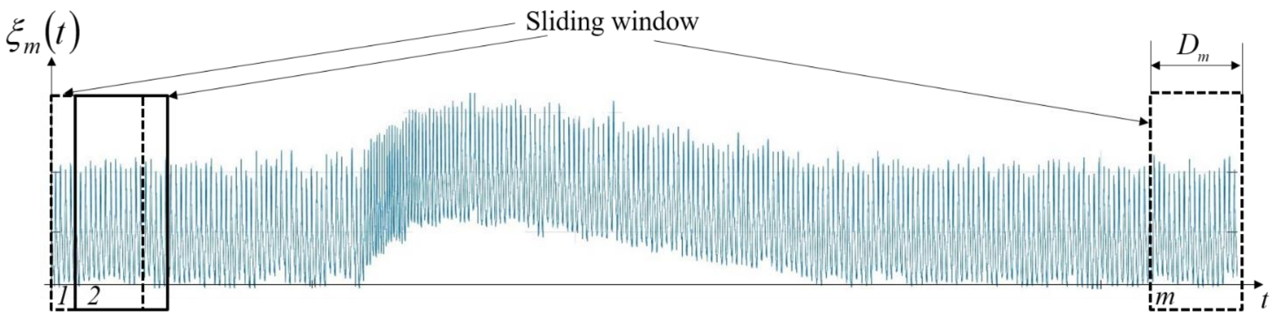

Figure 2. Image of a sliding window on the time realization of the pulse signal during physical exertion

Considering samples of the pulse signal $\xi_m(t), t \in D_m$ as implementations of periodically correlated stochastic processes with a correlation period T_m, it is advisable to represent them through stationary components:

$$\xi_m(t) = \sum_{k \in \mathrm{Z}} \xi_{mk}(t) e^{i\frac{2\pi}{T_m}kt}, \quad t \in \mathrm{R} \tag{2}$$

where $\xi_{mk}(t), k \in \mathrm{Z}$ - stochastic component in the form of stationary components of the *m*-th sample of PS $\xi_m(t)$;

$e^{i\frac{2\pi}{T_m}kt}$ - periodic component of the *m*-th sample of the pulse signal.

Expression (2) makes it possible to describe the temporal variability of the pulse signal and combine in its structure both stochastic and periodic components of the signal, and has the means to describe non-stationary fluctuations of the pulse signal by decomposing the signal into stationary components and correlation components as informative (diagnostic) signs of the functional state of the cardiovascular system during physical exertion.

Such justification ensures the application of synphase and component methods [10] for pulse signal processing and to develop algorithms and software based on them for computer cardiodiagnostic systems in order to automate the process of determining the functional state of the cardiovascular system during physical exertion.

References:

1. Полянська О.С. Ризик раптової смерті у спортсменів: електрокардіографічні критерії [Risk of sudden death in athletes: electrocardiographic criteria]. Український журнал медицини, біології та спорту. 2018. Т.3, №1. С. 231-234.

2. Price DE, McWilliams A, Asif IM, Martin A, Elliott SD, Dulin M, Drezner JA. Electrocardiography-inclusive screening strategies for detection of cardiovascular abnormalities in high school athletes. Heart Rhythm. 2014 Mar; 11 (3): 442-9. PMID: 24315964. doi: 10.1016/j.hrthm.2013.12.002.

3. Хвостівська Л.В., Яворський Б.І. Математична модель пульсового сигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану судин людини [Mathematical model of the pulse signal to increase the informativeness of systems for diagnosing the state of human vessels]. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2015. Випуск 6 (95). С.29-34.

4. Хвостівський М.О., Хвостівська Л.В. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу [Synthesis of the structure of the information system of pulse signal registration and processing]. *Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка*. 2015. Т. 4. Вип. 1 С. 83-89. ISSN 2227-8842.

5. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О., Яворська Є.Б. Математична модель пульсового сигналу для визначення гемодинамічних показників серцево-

судинної системи людини [Mathematical model of the pulse signal for determining the hemodynamic parameters of the human cardiovascular system]. Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2013. С. 15-18.

6. Хвостівський М.О., Хвостівська Л.В. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу [Synthesis of the structure of the information system of pulse signal registration and processing]. Матеріали XVIII наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Природничі науки та інформаційні технології»: зб. тез доповідей (29-30 жовтня 2014 р.). Тернопіль, 2014. С. 105-106.

7. Хвостівська Л.В. Аналіз математичних моделей пульсового сигналу [Analysis of mathematical models pulse signal]. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» (19–21 травня 2015 р.). Тернопіль, 2015. С.158-159.

8. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О., Якимець Б.В. Комп’ютерна система діагностики функціонального стану судин людини [A computer system for diagnosing the functional state of human vessels]. Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (Тернопіль, 28–29 листоп. 2018.). Тернопіль: ТНТУ, 2018. Том 2. С.188-189.

9. Хвостівський М.О., Хвостівська Л.В. Розвиток математичних моделей та методів аналізу пульсового сигналу для комп’ютерних систем діагностики стану судин людини [Development of mathematical models and methods of pulse signal analysis for computer systems for diagnosing the state of human vessels]. Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» (ІСМ–2019ІІ). Харків, 2019. С. 61-63.

10. Хвостівський М.О. Математична модель макромеханізму формування електроретиносигналу для підвищення достовірності офтальмодіагностичних систем [A mathematical model of macromechanism of forming of electroretinosignal is for the increase of authenticity of the oftalmodiagnostic systems]: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 01.05.02. Тернопіль, 2010. 20 с.