



ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Donetsk National Technical University
Department of higher mathematics and physics

**II INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE**
for Students and Young Scientists

**“Mathematics and
Mathematical Simulation in a
Modern Technical University”**

Abstracts of II International
Scientific and Practical Conference

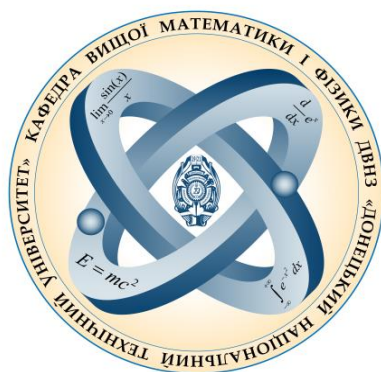
Lutsk, Ukraine
April 30, 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОБУДУВАННЯ, ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ І ФІЗИКИ

**II Міжнародна науково-практична конференція студентів та
молодих вчених «Математика та математичне
моделювання у сучасному технічному університеті»**

30 квітня 2024 року



ЛУЦЬК, 2024

УДК 519.86(082)

Математика та математичне моделювання у сучасному технічному університеті. [Електронний ресурс]: Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених, 30 квітня 2024 р. – Луцьк: ДонНТУ – 122 с.

ISBN 978-966-377-250-9

Організаційний комітет конференції

Голова організаційного комітету:

Новікова Ю.В., к.ф.-м.н., доцент.

Члени організаційного комітету:

Артеменко Юрій Анатолійович, к.т.н., доцент; Власенко Микола Миколайович, к.т.н., доцент; Волков Сергій Володимирович, к.ф.-м.н., доцент; Гоголева Наталія Федорівна, к.ф.-м.н., доцент; Лесіна Євгенія Вікторівна, к.ф.-м.н., доцент; Сергієнко Людмила Григорівна, к.п.н., доцент.

У збірнику опубліковано доповіді учасників II Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених, яка відбулася 30 квітня 2024 року на базі ДВНЗ «Донецький національний технічний університет». У збірник увійшли матеріали секцій конференції: «Математичне моделювання та дослідження процесів у сучасних технологіях та техніці»; «Математичне моделювання та дослідження економічних процесів у контексті сучасних проблем та вимог суспільства»; «Технології та методика викладання математики у сучасному технічному університеті, особливості викладання за умов дистанційного навчання»; «Розвиток та становлення математики і фізики як сучасного апарату моделювання технічних та економічних процесів».

У матеріалах конференції молоді науковці з України та Європи досліджували питання, що стосуються застосування математичного апарату у різних галузях науки. Видання може бути корисним здобувачам вищої освіти, молодим науковцям та викладачам.

Усі матеріали публікуються в авторській редакції.

Розглянуто на засіданні Вченої ради ДВНЗ «ДонНТУ»,
протокол № 5 від 14.05.2024 р.

Відповідальна за випуск: к.ф.-м.н., доцент Гоголева Н.Ф.

Відповідальність за зміст та виклад матеріалів у тезах доповідей несуть автори

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОВАГИ У РАМКАХ ТЕОРІЇ РИЗИКІВ <i>В.О. Спиридонов, Н.Ф. Гоголева</i>	43
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПАРАЛЛЕЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКСПОНЕНЦІЙНОГО МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЛІНІЙНОЇ ЗАДАЧІ КОШІ <i>Є.Р. Терехов, І.А. Назарова</i>	46
ОЦІНКА МОДЕЛЕЙ НАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ <i>І.С. Терещенко, Г.О. Шеїна</i>	49
ALGORITHMIC SUPPORT OF WAVELET PROCESSING OF PULSE SIGNALS IN THE MORLET BASIS <i>І.В. Yavorskyi, S.V. Uniyat, R.A. Tkachuk, M.O. Khvostivskyi</i>	51
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ <i>І.В. Ярош</i>	54
 Section 2. Mathematical modeling and research of economic processes in the context of modern problems and requirements of society 	
ВИКОРИСТАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ <i>В.Р. Камчатний, Є.В. Лесіна</i>	59
СТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИЕПІДЕМІЧНИХ ЗАХОДІВ <i>Д.С. Козуб, О.Ю. Мельников</i>	62
ЗАГАЛЬНІ РОЗУМОВІ ДІЇ ТА ПРИЙОМИ РОЗУМОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ <i>Д.В. Литвин, О.В. Фонарюк</i>	65
РОЛЬ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЕКОНОМІКО- ВИРОБНИЧИХ ЗАДАЧ <i>Є.А. Мерзлікіна, Є.В. Лесіна</i>	67
ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ ВІД ЇЇ ВНУТРІШНІХ СКЛАДОВИХ ЗА ДОПОМОГОЮ МНОЖИННОЇ ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ <i>В.А. Янковський, Ю.В. Новікова</i>	72
ДІАГРАМА ІШКАВИ <i>В.С. Чиж, Н.Ф. Гоголева</i>	74

ALGORITHMIC SUPPORT OF WAVELET PROCESSING OF PULSE SIGNALS IN THE MORLET BASIS

I.V. Yavorskyi, graduate student of the ESP «Biomedical Engineering»

S.V. Uniyat, graduate student of the ESP «Biomedical Engineering»

*R.A. Tkachuk, Doctor of Technical Sciences, professor, professor of
the Department of Biotechnical Systems*

*M.O. Khvostivskyi, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of
the Department of Biotechnical Systems*

Ternopil Ivan Puluji National Technical University, Ternopil, Ukraine

Summary. On the basis of the method of wavelet processing in the basis of Morle, an algorithmic support for the processing of the pulse signal was developed for the purpose of studying its temporal fluctuation, taking into account different scales.

Keywords: pulse signal, wavelet processing, Morlet basis, algorithmic support.

In cardiology, the non-invasive method of photoplethysmography is effectively used when studying vessels and determining their parameters.

Computer photoplethysmographs, which are implemented using the method of photoplethysmography, provide the process of forming diagnostic information as indicators of the state of human vessels. The level of efficiency and diagnostics provided by computer photoplethysmographs on the state of blood vessels is determined by the possibilities of algorithmic processing of pulse signals, which is implemented on the basis of processing methods. Among the known methods of pulse signal processing, the following are highlighted: 1) quantitative processing (S.V. Pavlov, M.E. Friz, B.B. Mlynko) [1,2]; 2) statistical processing (M. Fryz, O.A. Pastukh, B. Marchenko, B. Mlynko) [3-5]; 3) spectral processing (Sharpan O.B., Zudov O.M., Lutsuk O.V., Rybin O.I., Danylevska V.G., Allen J. Murray, etc.) [6-12]; 4) spectral-correlation processing (O.M. Zudov) [7]; 5) wavelet processing with the Dobshe basis function [13]; 6) in-phase and processing component (L.V. Khvostivska) [14].

The wavelet processing method, unlike other methods, provides a study of the structural fluctuation of the signal in the observation time space of different scales, which is necessary for timely detection of changes in human vessels. When searching for effective pulse signal processing methods, researchers did not use the full potential of wavelet processing, but limited themselves only to the Dobshe basis function.

Therefore, the extension of new basis functions to wavelet processing of the pulse signal (PS) will ensure the development of a new effective algorithmic software for computer photoplethysmographs to calculate new diagnostic information about the state of blood vessels, which will ensure their diagnostic level.

The wavelet method was used to analyze the pulse signal. This method makes it possible to study the time-frequency composition of the pulse signal and thereby provide tracking of the structural fluctuation of the pulse signal of different time scales, which is relevant when detecting changes in human vessels.

The expression of the wavelet processing method is given as an expression:

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (1)$$

where $\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$ - wavelet transform kernel (basis); a – scale factor, b – time shift.

As the core of the wavelet basis, the Morle basis was used, since it correlates in shape with the investigated pulse signal as a periodic set of sinusoidal oscillations. The Morlet base expression is presented as an expression:

$$\psi(t, a, b) = e^{i\omega \frac{t-b}{a}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-b}{a}\right)^2}, \quad (2)$$

where ω – base frequency; a – scale factor; b – time shift.

Coefficients t , a and b form a wavelet form.

On the basis of wavelet processing expressions (1) and (2), an algorithmic support for pulse signal processing was developed in the form of an algorithm, which is shown in Fig. 1.

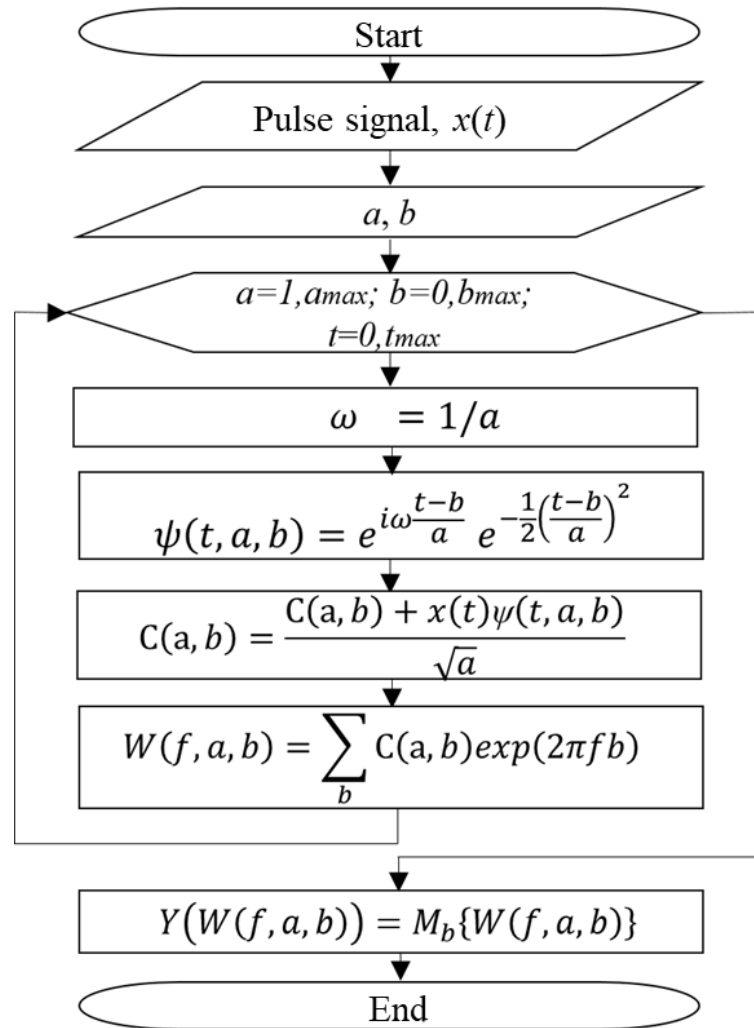


Fig. 1. Algorithmic support of PS wavelet processing in the Morlet basis

According to the implemented algorithmic support, which is shown in fig. 1, the following stages are carried out: entering the values of scale coefficients $a = 1, a_{\max}$,

time shift $b=1, b_{\max}$, interval time as a sequence $t=1, t_{\max}$, calculation of the basic frequency ω and basic Morle frequency $\psi(t)$, wavelet coefficients $C(a, b)$ depending on a, b, t when applying the cycle, and then switching to the frequency representation using the Fourier transform function $W(f, a, b)$.

The implemented algorithmic support provides processing of the pulse signal of human vessels when using wavelets, which allows studying the time-frequency fluctuations of the signal in a three-dimensional projection. This makes it possible to monitor all variations in the structural units of vessels, indicating minimal or maximal disturbances in their functioning.

References

1. Mlynko B.B., Fryz M.Ye. Identyfikatsiia ta otsiniuvannia diahnostychnykh parametriv na osnovi analizu fotopletyzmohramy. Visnyk Ternopil'skoho derzhavnogo tekhnichnogo universytetu Ternopil, 2002. T.7, №4. S.81-87 [in Ukrainian].
2. Pavlov S.V., Makhotniuk M.V. Optoelektronni metody diahnostyky stanu sertsevo-sudynnoi systemy. Tezy dopoidei MNTK «Photonics-ODS 2002». Vinnytsia, 2002. S. 65 [in Ukrainian].
3. Marchenko B. Mlynko B., Fryz M. Matematychna model fotopletyzmohramy – osnova identyfikatsii informatyvnykh oznak. Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Komp'utynh». 2005. T.5. № 2. S. 73-82 [in Ukrainian].
4. Mlynko, B.B., Fryz M.Ye. Alhorytm statystychnoi diahnostyky na osnovi reiestratsii ta analizu fotopletyzmohramy. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. Tekhnichni nauky. Khmelnytskyi, 2013. № 4. S.176-182 [in Ukrainian].
5. Mlynko B.B., Pastukh O.A., Fryz M.Ye. Obgruntuvannia vyboru matematychnoi modeli rytmychnoho svitlovoho syhnalu, porodzenoho tsyklichnyimi zminamy pulsovoho krovonapovnenia. Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh. Khmelnytskyi, 2001. №2(16). C. 100-103 [in Ukrainian].
6. Danylevska V.H., Lutsuk O.V., Rybin O.I., Sharpan O.B. Osoblyvosti i mozhlyvosti diahnostyky za normalizovanim peretvorenniam Fur'ie pulsovoho syhnalu. Elektronika y sviaz. 2006. № 2. S. 49-54 [in Ukrainian].
7. Zudov O. M., Sharpan O.B. Diahnostychni mozhlyvosti spektralnogo analizu syhnaliv pulsovoi khvyli. Visnyk ZhITI. Tekhnichni nauky. 2001. № 16. S. 82-85 [in Ukrainian].
8. Pavlov S.V., Makhotniuk M.V. Optoelektronni metody diahnostyky stanu sertsevo-sudynnoi systemy. Tezy dopoidei MNTK «Photonics-ODS 2002». Vinnytsia, 2002. S. 65 [in Ukrainian].
9. Sharpan O.B. Doslidzhennia zalezhnosti amplitudnogo spektra pulsovoho syhnalu vid stanu systemy hemodynamiky. Naukovi visti NTUU “KPI”. 2004. № 1. S.110-117 [in Ukrainian].
10. Yankovenko O.D. Eksperymentalne doslidzhennia funktsionalnogo stanu liudyny na osnovi amplitudnogo spektralnogo analizu pulsovoi khvyli. Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu Ukrainy «KPI». Seriya: Radiotekhnika. Radioaparatabuduvannia. 2010. № 40. S. 35-41 [in Ukrainian].
11. Allen J. Murray. Effects of filtering on multi-site photoplethysmography pulse waveform characteristics. Computers in Cardiology Proceedins. 2004. P.485-488.
12. Gary E. McVeigh. Pulse Waveform Analysis and Arterial Wall Properties. Hypertension. 2003. 41. P. 1010-1011.
13. Hnilitskyi V.V., Muzhytska N.V. Zadacha vyboru materynskoho veivletu dlia obrobky pulsovoi khvyli v umovakh zavad. Visnyk ZhDTU. №2. 2011. S.64-69 [in Ukrainian].
14. Хвостівська Л. В. Математична модель та методи аналізу пульсового сигналу для підвищення інформативності фотоплетизмографічних систем: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 / Лілія Володимирівна Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2021. 177 с.