

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»  
Мішкольцький університет (Угорщина)  
Магдебурзький університет (Німеччина)  
Петрошанський університет (Румунія)  
Познанська політехніка (Польща)  
Софійський університет (Болгарія)

Ministry of Education and Science of Ukraine  
National Technical University  
«Kharkiv Polytechnic Institute»  
University of Miskolc (Hungary)  
Magdeburg University (Germany)  
Petrosani University (Romania)  
Poznan Polytechnic University (Poland)  
Sofia University (Bulgaria)

**ІНФОРМАЦІЙНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ:  
НАУКА, ТЕХНІКА,  
ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА,  
ЗДОРОВ'Я**

Наукове видання

Тези доповідей  
**XXIX МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ  
MicroCAD-2021**

У п'яти частинах  
**Ч. II.**

**Харків 2021**

**INFORMATION  
TECHNOLOGIES:  
SCIENCE, ENGINEERING,  
TECHNOLOGY, EDUCATION,  
HEALTH**

Scientific publication

Abstracts  
**XXIX INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC-PRACTICAL  
CONFERENCE  
MicroCAD-2021**

In five parts  
**P. II.**

**Kharkiv 2021**

**ББК 73**  
**I 57**  
**УДК 002**

**Голова конференції:** Сокол Є.І. (Україна).

**Співголови конференції:** Герджиков А. (Болгарія), Зарембу К., Лодиговські Т. (Польща), Радун С.М. (Румунія), Стракелян Й. (Німеччина), Ховарт З. (Угорщина).

Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей ХХІХ міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 18-20 травня 2021 р.: у 5 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 345 с.

Подано тези доповідей науково-практичної конференції MicroCAD-2021 за теоретичними та практичними результатами наукових досліджень і розробок, які виконані викладачами вищої школи, науковими співробітниками, аспірантами, студентами, фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, студентів, фахівців.

Тези доповідей відтворені з авторських оригіналів.

ISSN 2222-2944

**ББК 73**  
© Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,  
2021

## CONSTRUCTION OF BISPECTRA FOR PCG SIGNALS

Zhemchuzhkina T.V., Nosova T.V., Hamada A.

*Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv*

The third-order spectrum, called bispectrum, is a particular example of higher-order spectrum (HOS), which is defined as the Fourier transform of third-order cumulant sequence. The power spectrum is member of the class of higher-order spectra. In statistical theory, one long-established approach to higher-order statistics, for univariate and multivariate distributions is through the use of cumulants and joint cumulants. In time series analysis, the extension of these is to higher order spectra, for example the bispectrum and trispectrum. Phonocardiographic signals are non-Gaussian, the bispectrum of phonocardiographic signals is used to characterize the abnormalities while detecting non-linearity or non-Gaussianity in order to improve the diagnostic performance. In the comparison of the diagonal slice of the bispectrum and the power spectrum of PCG signal, the results have shown that the HOS reveal the differences in heart sound analysis indicating non-Gaussianity or non-linearity [1-2]. To construct bispectra for separate segments of PCG such as sounds and murmurs we applied segmentation method based on averaged Shannon envelope.

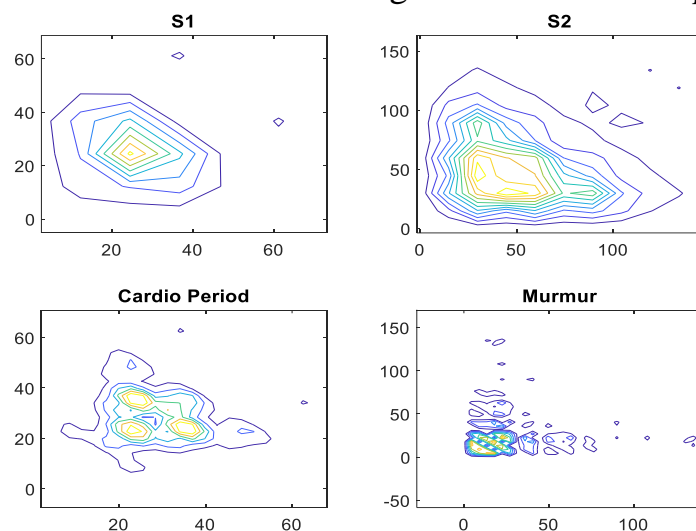


Figure 1 – Averaged bispectra of sounds, cardioperiod, murmur

We got bispectrums of sounds and murmurs for different signals: normal and pathological. It can be seen that bispectra are non-zero, so signals are non-Gaussian. There is phase coupling between each two frequencies for each bispectrum. And also, the patterns for bispectra for each person are different in all groups.

### References:

1. Ahlstrom C, Liljefelt O, Hult P, Ask P Heart Sound Cancellation from Lung Sound Recordings using Recurrence Time Statistics and Nonlinear Prediction // IEEE Signal Processing Letters. – 2005. 12. – P. 812-815.

2. Павлов, С. В., Аврунін, О. Г., Злепко, С. М., Бодянський, Є. В., Колісник, П. Ф., Лисенко, О. М., Чайковський, І. А., Філатов, В. О. (2019). Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія. С. В. Павлов, О. Г. Аврунін (ред). Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К».