

# ΛΌΓΟ



L'ARTE DELLA MENTE SCIENTIFICA

RACCOLTA DI ARTICOLI SCIENTIFICI

CON GLI ATTI DELLA CONFERENZA SCIENTIFICA E PRATICA INTERNAZIONALE

## RICERCHE SCIENTIFICHE E METODI DELLA LORO REALIZZAZIONE: ESPERIENZA MONDIALE E REALTÀ DOMESTICHE

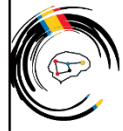
14 MAGGIO 2021 • BOLOGNA, REPUBBLICA ITALIANA 

**TOMO 1**



DOI 10.36074/logos-14.05.2021.v1  
ISBN 978-88-31277-18-1 (PDF)

ISBN 978-617-7991-39-6  
ISBN 978-617-7991-40-2 (tomo 1)



EUROPEAN  
SCIENTIFIC  
PLATFORM

# ΛΟΓΟΣ

RACCOLTA DI ARTICOLI SCIENTIFICI

CON GLI ATTI DELLA CONFERENZA  
SCIENTIFICA E PRATICA INTERNAZIONALE  
**«RICERCHE SCIENTIFICHE E METODI DELLA  
LORO REALIZZAZIONE: ESPERIENZA  
MONDIALE E REALTÀ DOMESTICHE»**

14 MAGGIO 2021 • BOLOGNA, REPUBBLICA ITALIANA

**TOMO 1**

Bologna, Repubblica Italiana  
«Associazione Italiana di Storia Urbana»  
2021

Vinnytsia, Ucraina  
«Yevropeiska naukova platforma»  
2021

ESP

UDC 001(08)  
R 52

<https://doi.org/10.36074/logos-14.05.2021.v1>



*Presidente del Comitato Organizzatore: Holdenblat M.*

*Responsabile del layout: Bilous T.*

*Responsabile del design: Bondarenko I.*



La conferenza è inclusa nel catalogo di conferenze scientifiche internazionali; approvato da ResearchBib e UKRISTEI (Certificato № 205 del 25/02/2021); è certificato da Euro Science Certification Group (Certificato № 22242 del 22/04/2021).

*I materiali per le conferenze sono disponibili pubblicamente con la licenza Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).*



La descrizione bibliografica dei materiali della conferenza è indicizzata da CrossRef, ORCID, Google Scholar, ResearchGate, OpenAIRE e OUCI.

R 52

**Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realta domestiche:** Raccolta di articoli scientifici «ΛΟΓΟΣ» con gli atti della I Conferenza scientifica e pratica internazionale (T. 1), Bologna, May 14, 2021. Bologna-Vinnytsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & Piattaforma scientifica europea, 2021.

ISBN 978-617-7991-39-6

«Piattaforma scientifica europea», Ucraina

ISBN 978-617-7991-40-2 (TOMO 1)

«Piattaforma scientifica europea», Ucraina

ISBN 978-88-31277-18-1 (PDF)

«Associazione Italiana di Storia Urbana», Repubblica Italiana

DOI 10.36074/logos-14.05.2021.v1

La raccolta contiene materiali dei partecipanti di una conferenza scientifica e pratica internazionale multidisciplinare «Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realta domestiche», che si è tenuta a Bologna il 14 maggio 2021.

**UDC 001 (08)**

ISBN 978-617-7991-39-6

© Personale della conferenza, 2021

ISBN 978-617-7991-40-2 (TOMO 1)

© Piattaforma scientifica europea, 2021

ISBN 978-88-31277-18-1 (PDF)

© Associazione Italiana di Storia Urbana, 2021

© In Viaggio con il Levi: Scienza, Tecnologia e Impresa, 2021

DOI 10.36074/logos-14.05.2021.v1.30

## О ПОСТРОЕНИИ ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ ФОНОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

ORCID ID: 0000-0001-8884-5099

**Жемчужкина Татьяна Владимировна**

канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедры биомедицинской инженерии  
*Харьковский национальный университет радиозлектроники*

ORCID ID: 0000-0003-4442-8001

**Носова Татьяна Витальевна**

канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедры биомедицинской инженерии  
*Харьковский национальный университет радиозлектроники*

УКРАИНА

Теория динамических систем – важная составляющая нелинейной обработки сигналов. Динамическая система – это система, состояние которой изменяется со временем. В непрерывном времени система описывается дифференциальными уравнениями, а в дискретном времени – повторяющимися отображениями. Динамика дискретной во времени системы определяется ее возможными состояниями в многомерном векторном пространстве, называемом пространством состояний или фазовым пространством. Переходы между состояниями описываются векторами, и эти векторы образуют траекторию, описывающую временную эволюцию системы.

Фонокардиографические сигналы (ФКГ) состоят из большого разнообразия типов: импульсов (щелчков); звуков, вызванных турбулентностью (шумы); почти периодических колебаний (тонов сердца). Переход между этими типами можно описать переключением между различными линейными моделями, но при использовании нелинейных настроек такие переходы происходят естественным образом как бифуркации [1].

При изучении динамических систем теорема вложения с запаздыванием (теорема Такенса) дает условия, при которых хаотическая динамическая система может быть воспроизведена из последовательности наблюдений за состоянием динамической системы. Задержка  $\tau$  определялась с использованием средней взаимной информации (mutual information – MI).

Для сигналов ФКГ мы определяли время запаздывания – задержку  $\tau$  – с помощью средней взаимной информации (mutual information – MI) (рис. 1). Первый минимум функции MI указывает задержку, при которой сигнал содержит мало MI по сравнению с задержанной версией самого себя. Мы рассчитали взаимную информацию для  $\tau$  от 0 до 200 отсчетов и определили первый локальный минимум зависимости. Используя вычисленную задержку  $\tau$ , построили фазовые портреты (ФП) в двумерном (рис. 2) и трехмерном пространстве состояний.

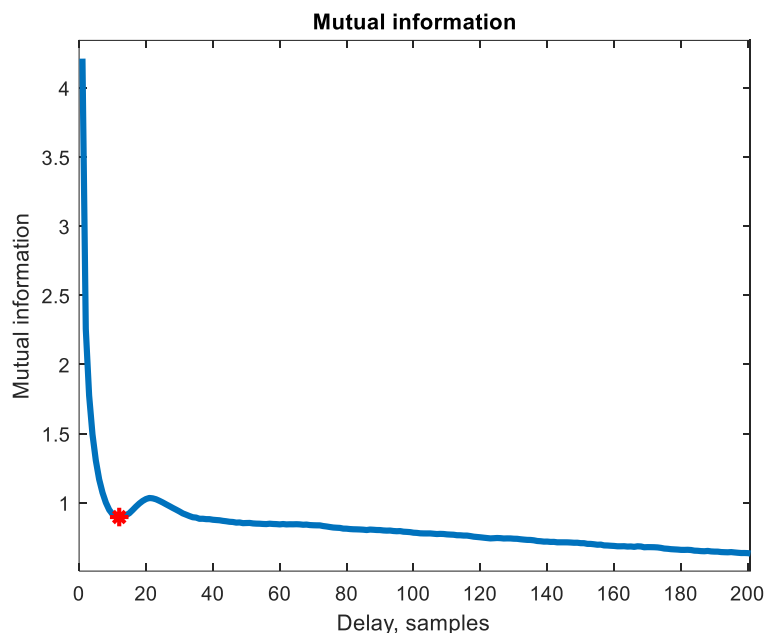


Рис. 1. Зависимость взаимной информации от задержки  $\tau$  в отсчетах

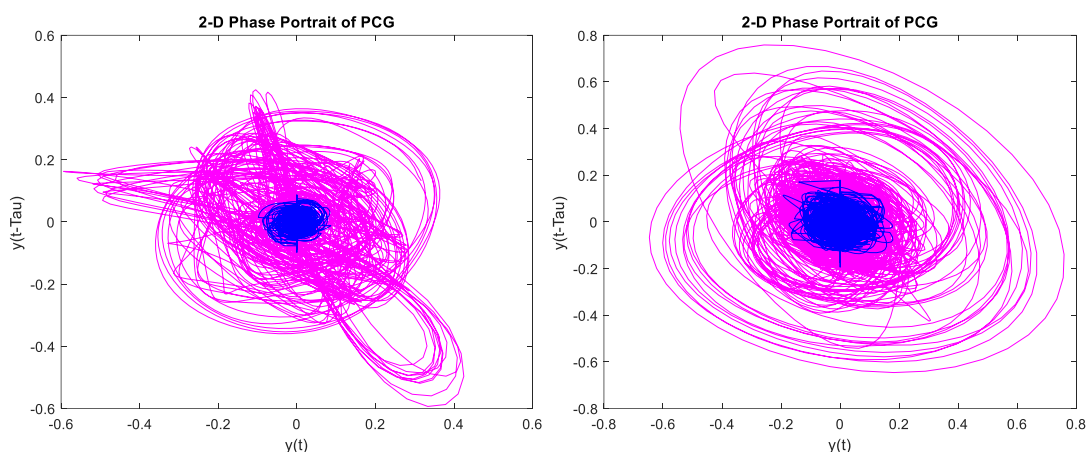


Рис. 2. ФП основных тонов (светлый) и остального сигнала – шума (темный в центре)

Для демонстрации фазовых портретов сердечных тонов и шумов по отдельности из сигнала ФКГ были извлечены основные тоны. Для этого использовался энвелограммный метод Шеннона.

Анализируя все построенные фазовые портреты, убедились, что двумерный вариант наиболее информативен и нет дополнительной информации в трехмерном варианте фазового портрета для всех сигналов.

Различные сигналы имеют разные формы ФП, и сегменты основных тонов могут быть отделены от остальных с помощью ФП. В [2], [3] мы показали возможности использования анализа ФП. Нами рассматривался геометрический метод анализа ФП, который позволяет получить количественные показатели его формы путем аппроксимации эллипсом, а затем вычисления его параметров.

Таким образом, ФП сигналов ФКГ, вероятно, можно использовать для диагностики тонов сердца и сегментации сигнала ФКГ без одновременной записи ЭКГ.

**Список использованных источников:**

- [1]. Ahlstrom, C., Liljefelt, O., Hult P., Ask, P. (2005). Heart Sound Cancellation from Lung Sound Recordings using Recurrence Time Statistics and Nonlinear Prediction. *IEEE Signal Processing Letters*, (12), 812-815.
- [2]. Zhemchuzhkina, T., Zlepko, S., Nosova, T., Semenets, V., Kirichek, O., Maciejewski, M., Ormanbekova, A. Application of EMG-signal phase portraits for differentiation of musculoskeletal system diseases. *Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019*, 1117632. November 6, 2019. Wilga, Poland. doi: 10.1117/12.2537338.
- [3]. Топчий, В.С., Жемчужкина, Т.В., Носова, Т.В. (2018). Статистический анализ показателей фазового портрета ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования заболеваний опорно-двигательного аппарата. *Міжвузівський збірник "Наукові нотатки"*. (64), 217-222.