



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**



**МАТЕРІАЛИ ТЕМАТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**"АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ"**

**В РАМКАХ 26-ГО МІЖНАРОДНОГО**  
**МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ**

**"РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ"**



**Харків 2022**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ



МАТЕРІАЛИ ТЕМАТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ»

В РАМКАХ 26-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ  
«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ»

Том 1

Харків 2022

УДК 615.47+616.7

Тематична конференція «Актуальні питання біомедичної інженерії» в рамках 26-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті». Зб. матеріалів конференції. Т.1. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 134 с.

У збірник включені матеріали тематичної конференції «Актуальні питання біомедичної інженерії» в рамках 26-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті».

Видання підготовлено кафедрою біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14

тел./факс: (057) 702-13-64

E-mail: [d\\_bme@nure.ua](mailto:d_bme@nure.ua)

УДК 004.04:[57+61]

## СПЕКТРИ ВИЩОГО ПОРЯДКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ ОСІБ ІЗ БОЛЕМ У ПОПЕРЕКУ

Курочкін І.О. Чернікова І.В.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Жемчужкіна Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БМІ,  
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 119-31-07, e-mail: [ivan.kurochkin2@nure.ua](mailto:ivan.kurochkin2@nure.ua).

Low back pain (LBP) is a leading cause of years lived with disability. Electromyography (EMG) is used for diagnostics of the functional state of a person with LBP. This work is devoted to the study of higher-order statistical characteristics of EMGs for LBP persons. These methods can be useful due to the non-stationarity, nonlinearity and non-Gaussianity of EMGs. Signals from five groups of patients, including vertebral disorders, scoliosis, functional pain, healthy people without complaints, and healthy people with pain complaints were processed.

Біль у нижній ділянці спини (БНДС) від нижнього краю дванадцятого ребра до нижньої сідничної складки з болю або без болюв однієї або обох нижніх кінцівок є поширеною глобальною проблемою. Поширеність болю в попереку за оцінкою 2017 року становила приблизно 7,5% населення планети, або близько 577 мільйонів людей [1].

Оцінку функції м'язів попереку надає електроміографія (ЕМГ) – метод реєстрації електричної активності м'язів – сумарних коливань потенціалів, що виникають як складова процесу збудження в області нервово-м'язових з'єднань і м'язових волокон при надходженні до них імпульсів від мотонейронів спинного або довгастого мозку. ЕМГ сигнали зазвичай аналізуються за допомогою статистичних методів 2-го порядку, таких як спектр потужності [2], [3], але через нестационарність, нелінійність і негаусовість ЕМГ ці методи не можуть забезпечити адекватний аналіз [4], [5]. Спектри вищого порядку (СВП), також відомі як поліспектри, є спектральним поданням статистик вищого порядку, тобто моментів і кумулянтів третього порядку і вище. СВП може виявляти відхилення від лінійності, стаціонарності або гаусовості в сигналі. Кумулянтний спектр другого порядку є спектром потужності, а кумулянтний спектр третього порядку відомий як біспектр. Пік у біспектрі, вказує на те, що енергетична складова на двох частотних компонентах утворюється, ймовірно, через квадратичну нелінійну залежність. Навпаки, плоский біспектр на двох частотних компонентах свідчить про відсутність такої активності. В роботі аналізувалися ЕМГ сигнали пацієнтів з п'яти груп: особи з вертебрологічними захворюваннями, зі сколіозом, з функціональними болями, здорові без скарг та здорові зі скаргами на біль у попереку. Графіки біспектрів за їх виглядом було розділено на чотири групи. Також було проаналізовано біспектри пацієнтів з вертебрологічними

захворюваннями до та після хірургічного втручання (рис. 1).

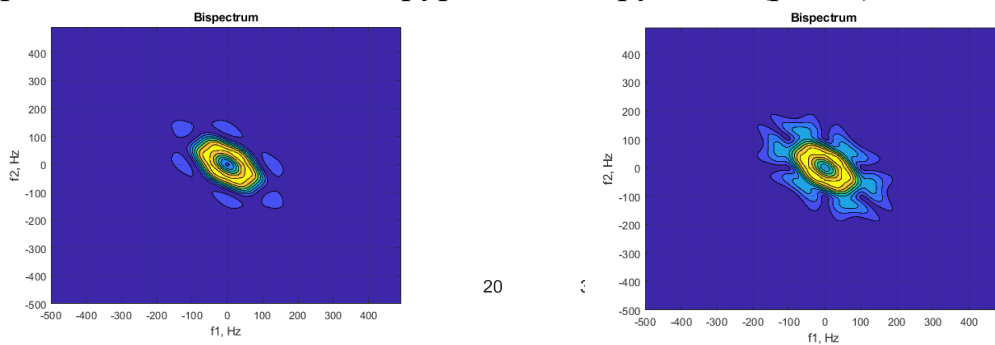


Рис.1– Біспектр пацієнта з вертебрологічним захворюванням до (ліворуч) та через 3 роки після хірургічного втручання (праворуч)

Встановлено, що метод СВП може бути використаний для оцінки стану пацієнтів з БНДС, а також оцінки якості лікування вертебрологічних захворювань, оскільки він дає додаткову до оцінки спектральної щільності потужності інформацію. Виявлено чотири характерні форми біспектрів та зміну біспектру після лікування. Перспективою роботи є вивчення біспектрів ЕМГ більших груп пацієнтів та аналіз залежності між діагнозом і характеристиками СВП.

#### **Список використаних джерел:**

1. O.D. Williamson, “The Global Burden of Low Back Pain,” International Association for the Study of Pain, 2021.
2. Статистический анализ спектральных характеристик ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования поясничных болей / Т. В. Жемчужкина, Т. В. Носова, Я. В. Носова и др. // Бионика интеллекта. – 2015. – №2 (85). – С. 105-108.
3. T. Zhemchuzhkina, T. Nosova, “Analysis of the dynamics of statistical and spectral indicators of electromyograms of the lumbar region,” Scientific Collection “InterConf”, (96): with the Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference Scientific Community: Interdisciplinary Research (January 26-28, 2022). Hamburg, Germany: Busse Verlag GmbH, 2022. 1206 p., pp. 683-686.
4. Шпакович Ю.С., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. (2017). К вопросу о применимости методов анализа электромиографических сигналов. Вестник Национального технического университета Харьковский политехнический институт. Серия: Информатика и моделирование, 2017. – С. 117-123.
5. Топчий В. С. Статистический анализ показателей фазового портрета ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования заболеваний опорно-двигательного аппарата / В. С. Топчий, Т. В. Жемчужкина, Т. В. Носова // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". – 2018. – № 64. – С.217-222.