

МАТЕРІАЛИ XXVII  
МІЖНАРОДНОГО  
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

---

МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ ТА НАУКИ  
УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА  
ТА МОЛОДЬ У XXI  
СТОЛІТТІ



**2023**

**ТОМ 1**

ХАРКІВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 27-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ  
У XXI СТОЛІТТІ»**

10-12 травня 2023 р.

Том 1

**КОНФЕРЕНЦІЯ  
«ЕЛЕКТРОННА, ЛАЗЕРНА ТА БІОТЕХНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»**

Харків 2023

27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2023. – 142с.

В збірник включені матеріали 27-го Міжнародного молодіжного форуму  
«Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті».

Видання підготовлено факультетом електронної та біомедичної інженерії  
Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14  
тел./факс: (057) 7021397

E-mail: mref21@nure.ua

© Харківський  
національний університет  
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2023

## АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛУ РАННІХ АУДИТОРНИХ ВИКЛИКАНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ

Григорович С.В.

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

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

тел. +49 1522 656 68 17, e-mail: [sasha.hryhorovych@nure.ua](mailto:sasha.hryhorovych@nure.ua).

Auditory brainstem response (ABR), also called short-latency auditory evoked potential, is a type of electrophysiological response happening on the brainstem level within 10 ms of an auditory stimulation. It's mainly used to assess hearing function in populations, which can't provide reliable audiogram feedback, as well as an objective measure of a hearing function. Like most brain-derived signals, ABR signal is subject to considerable artifact and needs to be processed before diagnostically useful data can be extracted. This paper is dedicated to a short, fairly simple algorithm that can be used to automatically process raw ABR signals.

У випадках, коли психоакустичні методи дослідження слуху не можуть дати корисної діагностичної інформації – наприклад, при дослідженні слуху у новонароджених та немовлят – використовуються ранні аудиторні викликані потенціали (РАВП, *англ.* auditory brainstem response). РАВП є методом оцінки функціонування периферичної нервової системи, що відповідає за передачу сигналу від слухового аналізатору, насамперед патології VIII черепного нерву та структур довгастого мозку, відповідних за інтеграцію аудиторної інформації [1]. Амплітуда РАВП зазвичай не перевищує 1 мкВ, що зумовлює необхідність їх фільтрації від завад та шумів з амплітудами, що у декілька разів перевищують амплітуду корисного сигналу [1], [2].

РАВП складаються із 5-7 хвиль, що виникають впродовж 10 мс після надходження звукового стимулу до вуха [1]. Алгоритм обробки сигналу РАВП включає в себе наступні етапи:

1. Відсічення амплітуд, вищих за 20 мкВ.
2. Застосування смугового КІХ-фільтру із  $f_{c1} = 0,1$  кГц,  $f_{c2} = 1,5$  кГц.
3. Усереднення сигналів за  $N$  повторень стимулу (зазвичай  $N$  становить від 1000 до 2000 вимірів).
4. Пошук піків, що відповідають хвилям I, III та V у заданих часових інтервалах (рис. 1) [3].
5. Оцінка затримок та амплітуд хвиль I, III та V.

На рис. 1 представлений результат обробки сигналу за описаним алгоритмом, що був реалізований за допомогою MATLAB та модулю

EEGLAB [3]. Сигнали із частотою дискретизації 20 кГц були записані за допомогою системи SynAmps RT протягом  $\sim 120$  с із використанням стимулу у вигляді амплітудно-модульованого синусоїдального сигналу із паузами, частота синусоїди 1 кГц, частота повторення сигналу  $21,37 \text{ с}^{-1}$ . Імпеданси електродів  $< 2$  кОм.

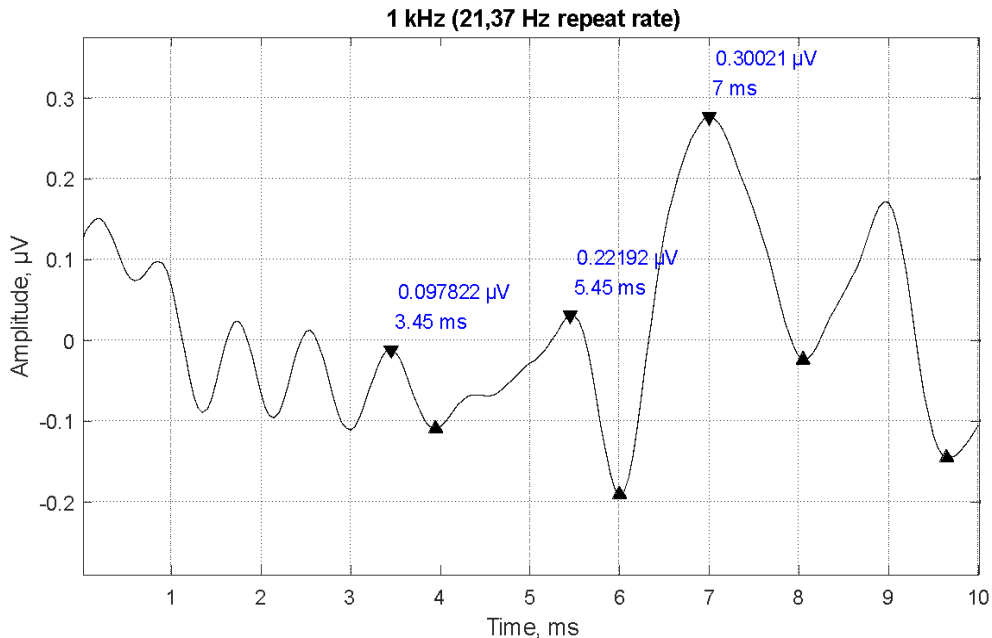


Рисунок 1. Результат обробки сигналу за розробленим алгоритмом

Розроблений алгоритм може бути корисним для допоміжної діагностики, а також для автоматизації обробки сигналів в електрофізіологічних дослідженнях, наприклад при оцінці ЕЕГ-відповіді на акустичні та електричні стимули у користувачів кохлеарних імплантів.

Список використаних джерел:

1. W. J. Wilson, M. Winter, C. Nohr, and F. Aghdasi, 'Signal processing of the auditory brainstem response: clinical effects of variations in fast Fourier transform analysis', in Proceedings of the 1998 South African Symposium on Communications and Signal Processing-COMSIG '98 (Cat. No. 98EX214), Sep. 1998, pp. 23–28.
2. O. Manta et al., 'Development and Evaluation of Automated Tools for Auditory-Brainstem and Middle-Auditory Evoked Potentials Waves Detection and Annotation', Brain Sciences, vol. 12, no. 12, Art. no. 12, Dec. 2022.
3. Delorme and S. Makeig, 'EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis', J Neurosci Methods, vol. 134, no. 1, pp. 9–21, Mar. 2004.