

УДК 661.831-073.97-71:612.741.1

Є.Б. Яворська, к.т.н., доцент, В.Г. Дозорський, к.т.н., доцент, О.Ф. Дозорська
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ОЦІНЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНОСТІ ГОЛОСОВОГО СИГНАЛУ ТА
ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ ГОЛОСОВИХ СКЛАДОК ДЛЯ
ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ ФУНКЦІЇ**

**Ye.B. Yavorska, Ph.D., Assoc. Prof., V.G. Dozorsky, Ph.D., Assoc. Prof., O.F. Dozorska
EVALUATION OF INTERCONNECTIVITY OF VOICE SIGNAL AND
ELECTROMYGRAPHIC SIGNAL OF VOCAL FOLDS FOR THE PROBLEM OF
COMMUNICATIVE FUNCTION RESTORATION**

В працях [1,2] запропоновано метод відновлення втраченої або компенсації порушеної комунікативної функції, що є основним засобом обміну інформацією між людьми, який ґрунтується на відборі та опрацюванні двох груп біосигналів, а саме: електроенцефалографічних сигналів, що відібрані з поверхні голови пацієнтів поблизу мовних центрів, та електроміографічних (ЕМГ) сигналів, відібраних з поверхні шиї поблизу голосових складок. Доцільність відбору та опрацювання першої групи біосигналів пояснюється тим, що в їх структурі повинні міститись відомості про формування та поширення груп нервових імпульсів, з допомогою яких мовні центри головного мозку (центр Брока, Верніке та асоціативний центр) здійснюють керування роботою органів голосового апарату при реалізації комунікативної функції. Доцільність відбору та опрацювання групи ЕМГ сигналів ґрунтується на положеннях так званої нейрохронаксічної теорії французького вченого Рауля Юссона, яка описує процес функціонування голосових складок. Відповідно до цієї теорії голосові складки коливаються не пасивно під дією турбулентного потоку повітря, що нагнітається легеньми (міоеластична теорія), а активно внаслідок скорочень м'язів, які натягують і розслаблюють еластичні голосові складки. При цьому частота скорочень цих м'язів співпадає з частотою основного тону продукованого голосового сигналу. Скорочення м'язів у цьому процесі відбувається під дією нервових імпульсів, які надходять з мовних центрів головного мозку. Нейрохронаксічна теорія знайшла експериментальне підтвердження в дослідженнях Рауля Юссона [3], однак результати наступних досліджень інших вчених були суперечливими і ця теорія не зазнала розвитку. Натомість, сьогодні практично застосовуються теорії процесу функціонування голосових складок, які є частковими випадками або поєднаннями міоеластичної на нейрохронаксічної теорії голосотворення. При цьому, для обґрунтування методу відновлення комунікативної функції мови, що запропонований в працях [1,2] необхідно підтвердити факт наявності функціонального зв'язку між голосовим сигналом та синхронно відібраним з поверхні шиї ЕМГ сигналом; в структурі останнього повинні проявлятися ознаки нервових імпульсів збудження голосових складок, частота слідування таких імпульсів повинна співпадати з частотою основного тону голосового сигналу.

Під час проведення досліджень відбір ЕМГ сигналів проводився з допомогою блока попереднього підсилення на інструментальних підсилювачах AD620 та звукової картки комп'ютера за схемою, що наведена на рис. 1.

Для оцінювання взаємопов'язаності відібраних ЕМГ та голосових сигналів в середовищі Matlab було обчислено значення коефіцієнта взаємної кореляції за виразом:

$$K_{xy} = \frac{\sum (X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y - \bar{Y})^2}}, \text{ де } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i - \text{середні значення вибірок з ЕМГ та}$$

голосового сигналу відповідно.

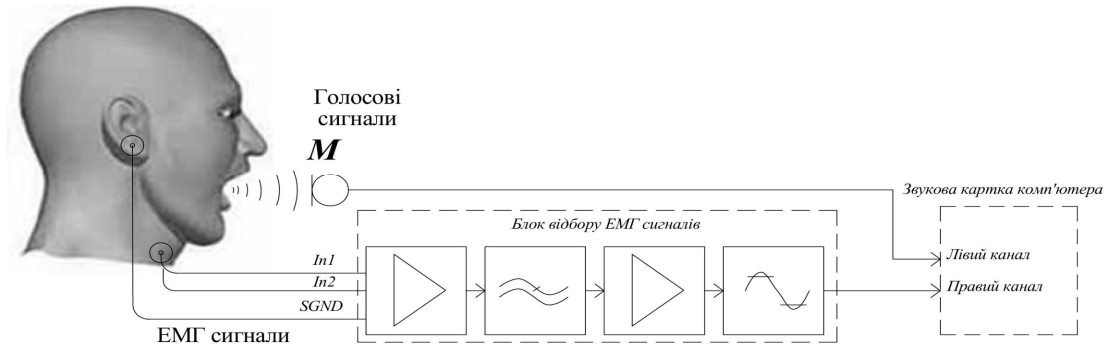


Рисунок 1. Відбір ЕМГ та голосових сигналів

Обчислені значення K_{xy} для однакових вибірок з ЕМГ та голосового сигналу наведено на рис. 2.

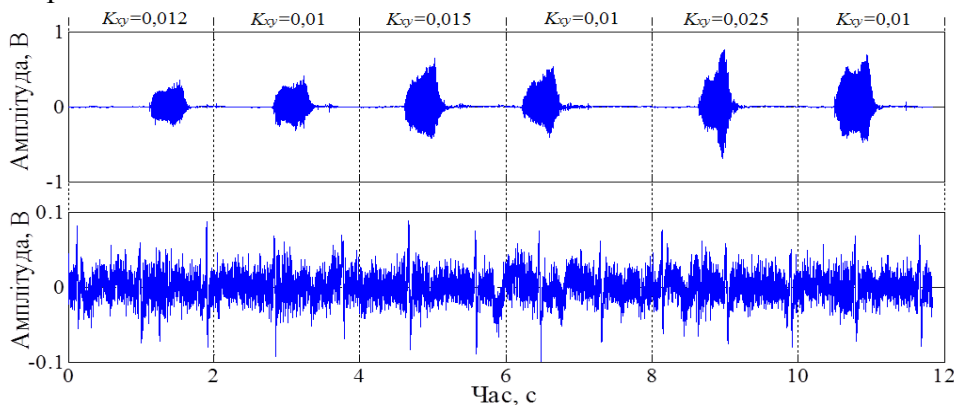


Рисунок 2. Значення коефіцієнта взаємної кореляції для окремих вибірок з реєстрограм голосового (верхня реєстрограма) та ЕМГ сигналу (нижня реєстрограма)

Проаналізувавши рис. 2 можна зробити висновок про наявність взаємопов'язаності між голосовим та ЕМГ сигналом. Однак сила зв'язку є слабкою. Вибір оптимальної схеми накладання електродів та збільшення співвідношення сигнал/шум дасть можливість відібрати ЕМГ сигнали з більшою силою зв'язку із голосовими сигналами. Це дозволить проводити виділення ознак основного тону в структурі ЕМГ сигналів для задачі відновлення комунікативної функції з використанням запропонованого в працях [1,2] методу.

Література

1. Яворська Є.Б. Метод відновлення комунікативної функції мови людини / Є.Б. Яворська, О.Ф. Дозорська // Сборник статей научно-информационного центра «Знание» по материалам X международной заочной научно-практической конференции: «Развитие науки в XXI веке»: сборник со статьями. – Харьков : научно-информационный центр «Знание», 2016. – С. 38-41.
2. Бачинський М.В. Метод розпізнавання словесних образів за сигналами збудження органів голосового апарату для відновлення комунікативних функцій людини / М.В. Бачинський, Є.Б. Яворська, О.Ф. Чолка // Сборник научных трудов Sworld. – Выпуск 4(37). Том 7. – Иваново: МАРКОВА АД, 2014. – С. 44-46.
3. Рауль Юссон. Певческий голос: исследование основных физиологических и акустических явлений певческого голоса. – М.: Музыка, 1974. – 263 с.