

УДК 612.78:661.831-073.97-71

Євгенія Яворська, к.т.н., доцент, Оксана Дозорська

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЧНОГО СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ ФУНКЦІЇ ЛЮДИНИ

Yevgeniya Yavorska, Ph.D., Assoc. Prof., Oksana Dozorska

### MATHEMATICAL MODEL OF ELECTROENCEPHALOGRAPHIC AND ELECTROMYOGRAPHIC SIGNALS FOR THE TASK OF HUMAN COMMUNICATIVE FUNCTION RESTORATION

Комунікативна функція є найважливішим засобом обміну інформацією між людьми [1]. Однак спостерігається зростання кількості людей із обмеженою або втраченою комунікативною функцією, через різного роду захворювання та травми. Тому, задача пошуку способів відновлення комунікативної функції мови, як найважливішого засобу спілкування людей, є актуальною для медицини.

Для вирішення задачі відновлення комунікативної функції можуть бути використані технічні засоби корекції звуковимови або технічні засоби часткової компенсації втраченої комунікативної функції мови. Однак, недоліками таких систем є обмежені функціональні можливості, відсутність на ринку медичної техніки, висока вартість при індивідуальному замовленні, тривалий час адаптації програмного забезпечення під окремого пацієнта. Відповідно актуальним є розроблення нових технічних засобів відновлення комунікативної функції мови.

В області діагностичної та реабілітаційної медицини поширеними сьогодні стають опосередковані методи оцінювання роботи органів та їх систем, що ґрунтуються на положеннях системно-сигнальної концепції, відповідно до якої основним джерелом відомостей про роботу системи є сигнал, який утворюється в процесі функціонування цієї системи. Тому, відновлювати комунікативну функцію можна шляхом належного опрацювання біосигналів, які виникають у процесі мовлення. В праці [2] обґрунтовано метод відновлення комунікативної функції, що ґрунтується на відборі та опрацюванні електроміографічних (ЕМГ) сигналів, які відібрані з поверхні шиї поблизу голосових складок та електроенцефалографічних (ЕЕГ) сигналів, локалізовано відібраних з ділянок поверхні голови пацієнта, що розташовані поблизу мовних центрів.

Запропонований в праці [2] метод включає в себе такі три етапи:

1) За результатами опрацювання ЕЕГ сигналів встановлюються часові моменти початку  $t_x$  та кінця  $t_{xx}$  процесу мовлення (рис. 1)

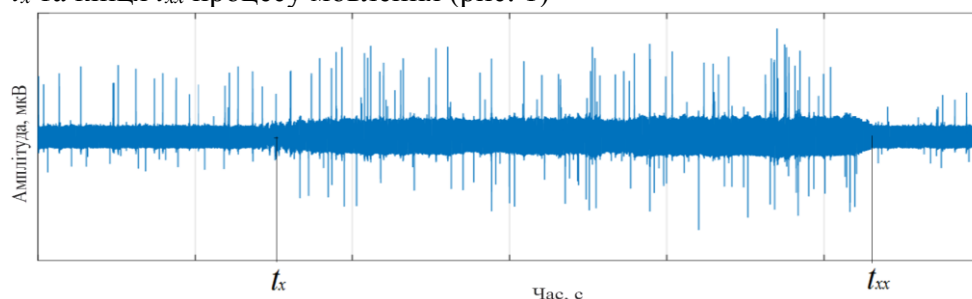


Рис. 1. Реєстрограма ЕЕГ сигналу

2) За результатами опрацювання ЕМГ сигналів встановлюються часові моменти присутності ознак основного тону, що є індикаторами голосних та приголосних вокалізованих фонем (рис. 2)

3) За змінами значень частоти основного тону проводиться ідентифікація голосних та приголосних вокалізованих фонем. Проводиться розпізнавання мови (рис. 2).

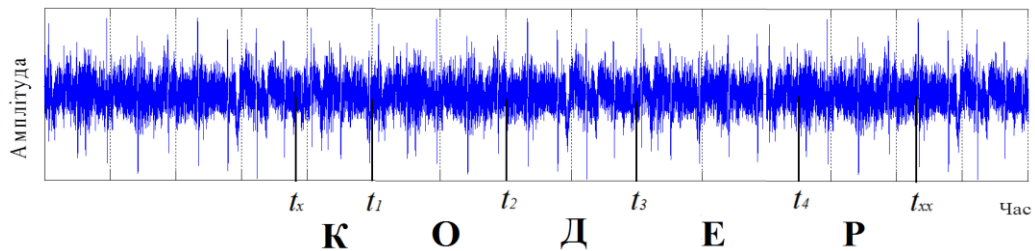


Рис. 2. Реєстрограма ЕМГ сигналу

Однак, необхідним є обґрунтування методу опрацювання таких типів біосигналів, що визначатиметься математичною моделлю таких біосигналів. Вона повинна бути адекватною фізичній природі сигналів та поставленій задачі і містити інформативні ознаки, за якими можна було б проводити виявлення та ідентифікацію окремих фонем.

В ході проведених досліджень встановлено, що в структурі ЕЕГ сигналів повинні проявлятися ознаки зміни мозкової активності при реалізації комунікативної функції, а в структурі ЕМГ сигналів – ознаки наявності основного тону при вимовлянні голосних та приголосних вокалізованих звуків. Відповідно, ознаки основного тону в структурі ЕМГ сигналів можна знаходити, використавши методи формантного аналізу, що передбачає обчислення амплітудних спектрів та оцінювання частотного діапазону, в який повинна входити частота основного тону. При опрацюванні ЕЕГ та ЕМГ сигналів методами гармонічного аналізу детермінованих коливань встановлено, що оцінки амплітудних спектрів обчислені для вибірок однакового об'єму, взятих з реєстрограм цих сигналів, є мінливими, крім того змінюється частотний склад сигналів. Відповідно неможливо за цими оцінками встановити наявність ознак основного тону в структурі цих сигналів.

Модель стаціонарного випадкового процесу відображає складність ЕЕГ та ЕМГ сигналу в спектральному розподілі потужності, але не відображає його часової структури, що є необхідним для знаходження часових моментів початку та закінчення процесу мовлення, а у випадку ЕМГ сигналів – часових моментів появи проявів основного тону в структурі цих сигналів для наступної ідентифікації окремих фонем. Отже модель ЕЕГ та ЕМГ сигналів у вигляді стаціонарного процесу не буде адекватною поставленій задачі відновлення комунікативної функції мови.

В структурі ЕЕГ та ЕМГ сигналів мають проявлятися ознаки реалізації комунікативної функції, що, в свою чергу можна трактувати як зміни типу стаціонарності таких сигналів. Відповідно, як математичну модель ЕЕГ та ЕМГ сигналів обґрунтовано кусково стаціонарний випадковий процес.

Запропоновано використати методи спектрально-кореляційного аналізу стаціонарних випадкових процесів, а опрацювання сигналів проводити на інтервалах часу визначеної тривалості. При цьому поставлена задача зводиться до виявлення часових моментів появи зміни типу стаціонарності таких сигналів.

#### Література:

1. Кашкин В.Б. Введение в теорию коммуникации : учеб. пособие / В.Б. Кашкин. – М. : ФЛИНТА, 2013. – 224 с. ISBN 978-5-9765-1424-9.
2. Дозорський В.Г. Відбір та опрацювання біосигналів для задачі відновлення комунікативної функції мови людини / В.Г. Дозорський, О.Ф. Дозорська, Є.Б. Яворська // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2017. – Випуск 4(105) – С. 9-14.