

УДК 621.397.13:612.82:519.21

Олена Гевко, к. м. н, доц., Микола Хвостівський к. т. н, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МЕТОД ВІДНОВЛЕННЯ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ ІЗ ВРАХУВАННЯМ АЛЬФА- ТА БЕТА-АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ

Olena Hevko, Mykola Hvostivskyi

METHOD RESTORATION OF PSYCHOEMOTIONAL STATE HUMAN WITH ACCOUN OF ALPHA AND BETA ACTIVITY OF THE MAIN BRAIN

Під емоціями психологи розуміють рефлекторну психо вегетативну реакцію, яка пов'язана з проявами суб'єктивного пристрасного відношення (у вигляді переживання) до ситуації [Дмитроца О., Швайко С., Журавльов О.]. Незважаючи на той факт, що емоції беруть участь у підтримці гомеостазу організму, існують численні дані про негативний вплив негативних емоцій на особистість та позитивний – позитивних.

Емоційні стани людини можна досліджувати різними методами: опитуванням, реєстрацією показників активності вегетативної нервової системи (шкірно-гальванічна реакція, електрокардіограма, плетизмограма), проте все більше дослідників надають перевагу електроенцефалограмі [Костюнина М.Б., Лапин М.А., Алфимова М.В., Лапшина Т.Н.]. Існують дані, що точність класифікації емоційних реакцій за даними електроенцефалографії сягає 80 % [Bratsas С., Papadelis С., Konstantinidis E., Pappas С.].

Особливої уваги заслуговує динаміка альфа- та бета-ритмів на тлі різнобарвних емоцій. Відомо, що альфа-ритм реєструється у 85-95 % здорових людей. Частота його складає 8-13 Гц, амплітуда – 30-70 мкВ. Зокрема, найбільшої амплітуди він досягає у потиличних відділах в стані спокійної бадьорості, при закритих очах, блокується або послаблюється при відкриванні очей, при підвищеній увазі (особливо зоровій), при розумових навантаженнях [Поворинский А.Г., Заболотных В.А.]. У здорової дорослої людини в лобних ділянках домінуючою є бета-активність, що представлена хвилями частотою 18-30 Гц, напругою 5-30 мкВ і виникає у стані активної бадьорості.

За результатами окремих науковців, депресія альфа ритму найчастіше має вияв при емоціях страху, тривоги та розпачі, тоді як зростання альфа ритму характерне для радості. Страх, в свою чергу, викликає десинхронізацію альфа-2 та бета-1 ритмів [Lang P.J., Bradley M.M., Cuthbert V.N.]. Так, у обстежуваних з помірним рівнем тривожності, спостерігаються негативні зв'язки між рівнем особистісної тривожності та потужністю альфа- та бета-ритмів, а у обстежуваних з високим рівнем - позитивні зв'язки [Дмитроца О., Швайко С., Журавльов О.]. При помірному рівні особистісної тривожності під час фоновій проби переважає потужність альфа-ритму у потиличних та тім'яних ділянках мозку, а при високому рівні особистісної тривожності – бета-ритму. Бета-ритм також, може значно посилюватися при різних видах діяльності [Gemignani A.]. Вище наведені дані, зумовили доцільність моніторингу альфа- та бета-активності енцефалограми з метою подальшої її корекції шляхом підбору картинок з позитивним вмістом.

Загальну схему експерименту дослідження психоемоційного стану людини (ПЕСЛ) за альфа- та бета хвилями зображено на рис.1.

Для дослідження було підбрано 20 слайдів та сформовано їх у вигляді бази даних (рис.1,б) : 10 – позитивного змісту тривалістю t_2 , 10 – негативного тривалістю t_3 . У якості емоційно-нейтрального стимулу з тривалістю t_1 застосовано сірий екран. З апіорно визначеними часовими тривалостями t_1 , t_2 , t_3 відбувається вплив слайдів з бази даних (рис.1,б) на психоемоційний стан людини через зоровий аналізатор (рис.1,в).

За допомогою 16-канального електроенцефалографа «NeuroCom» виробництва ХАІ-Медика здійснено процедуру монополярної реєстрації ЕЕГ-сигналів (рис.1,г) як індикаторів зміни стану ПЕСЛ. Накладання електродів здійснено відповідно до міжнародної системи «10-20». В експерименті взяло участь 10 студентів (юнаків) віком 19-22 роки.

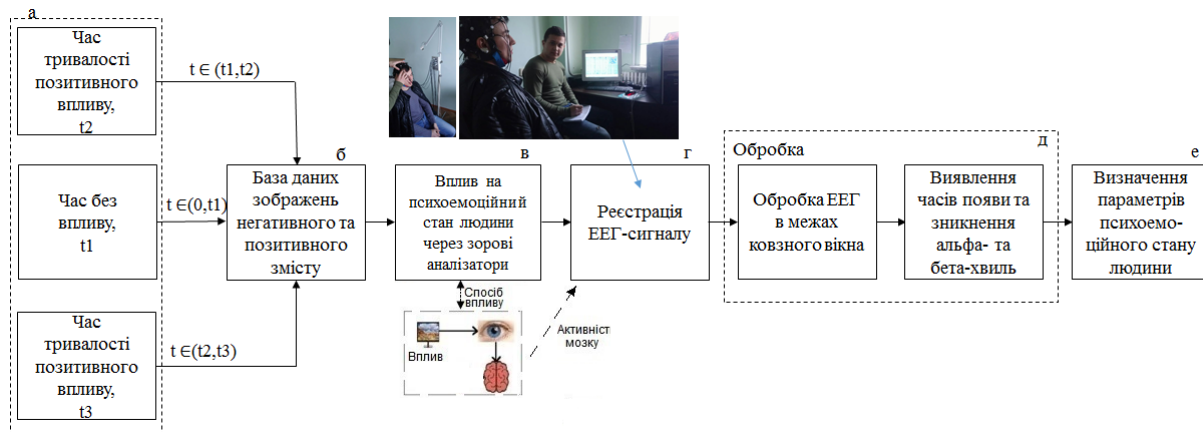


Рис.1. Загальна схема експерименту

Експериментально зареєстровану реалізацію ЕЕГ-сигналу при психоемоційних навантаженнях та його структуру зображено на рис.2.

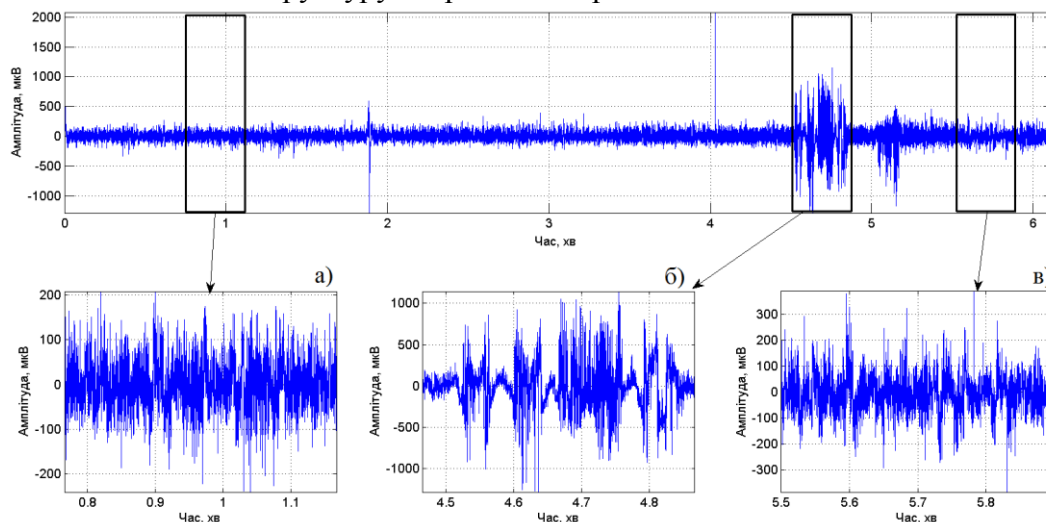


Рис. 2. Експериментально зареєстрований ЕЕГ-сигнал при психоемоційних навантаженнях (відведення F1): (а) стан спокою, (б) стан позитивних емоцій, (в) стан негативних емоцій

У реалізаціях ЕЕГ-сигналу (рис.2) спостерігається зміна його амплітудних параметрів в часі в залежності від впливу різних слайдів (зображень), що підтверджує факт зміни ПЕСЛ за зміною мозкової електричної активності.

За результатами спектрально-кореляційної обробки ЕЕГ-сигналу встановлено, що під впливом окремих позитивних емоцій виникало достовірне підвищення спектральної потужності альфа та бета-ритмів у відведенні О2, Т3 та F1 (рис.3). Відповідь на емоційний позитив, що проявлялась у збільшенні потужності ЕЕГ-сигналу в діапазоні альфа- та бета-хвиль, була значно сильнішою у лівій півкулі, ніж правій. Оскільки позитивні емоції оптимізують функціональний стан центральної нервової системи, то рекомендовано в подальших дослідженнях відбирати картинки, що викликають відповідні зміни, з метою психотерапевтичного впливу на пацієнта.

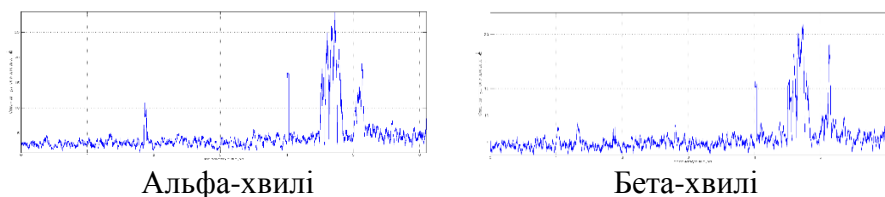


Рис.3. Реалізації спектру потужності EEG-сигналу (відведення F1)

Для того щоб відстежити моменти часу появи та тривалості альфа- та бета-хвиль з частотою f_m необхідно здійснити процедуру обробки EEG-сигналу (рис.1,д) в межах ковзного вікна, яке переміщується по реалізації з кроком дискретизації (рис.4).

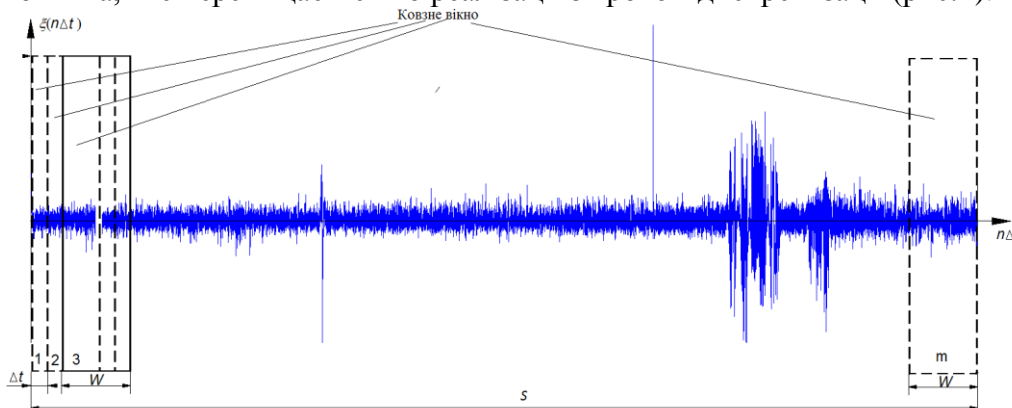


Рис. 4. Суть віконної обробки EEG-сигналу: W – тривалість ковзного вікна, m – номер вікна, $\Delta t = \text{const}$ – крок зсуву ковзного вікна, рівний кроку дискретизації

В межах m -го ковзного вікна (рис.4) EEG-сигнал розглянуто як періодично-корельований випадковий процес (ПКВП), який має в своєму арсеналі методи (синфазний, компонентний) виявлення гармонічних складових з частотою f_m коливання, які є притаманними для альфа- та бета-хвиль. В такому випадку ПКВП як модель EEG-сигналу зображено через стаціонарні компоненти у вигляді виразу:

$$\xi_m(t) = \sum_{k \in Z} \xi_{mk}(t) e^{i2\pi f_m k t}, \quad (2)$$

де $\xi_{mk}(t), k \in Z$ - k -та стохастична складова у вигляді стаціонарних компонент m -ої вибірки EEG-сигналу $\xi_m(t)$; $e^{i2\pi f_m k t}$ - гармонічні складові m -ої вибірки EEG-сигналу.

В основі синфазного та компонентного методів обробки EEG-сигналу в межах m -го вікна лежить процедура оцінювання кореляційних компонент $\hat{B}_{km}(u)$ як енергетичних показників прояву потужності гармонічних (ритмічних) хвиль у реалізації згідно виразу:

$$\hat{B}_{km}(u) = \frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} \hat{b}_{\xi_m}(t, u) e^{-i2\pi f_m k t} dt \quad (3)$$

де $\hat{B}_{km}(u)$ – оцінки кореляційних компонент в межах m -ого ковзного вікна; u – зсув; $\hat{b}_{\xi_m}(t, u)$ – оцінки параметричної кореляції, яка дає змогу охарактеризувати часову мінливість EEG-сигналу у межах m -ого ковзного вікна.

Отже, застосування теорії ПКВП до віконної обробки EEG-сигналу синфазним або компонентним методом уможливує процедуру виявлення моментів часу (прояв, тривалість, заникання) гармонічних альфа- та бета-хвиль з частотою f_m за змінною кореляційних $\hat{B}_{km}(u)$ компонент як кількісних показників відновлення ПЕСЛ (рис.1,е).