

## მხედველობითი გამოწვეული პოტენციალების დამუშავების ზოგიერთი საკითხები

ელგუჯა ყუბანიევილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

წარმოდგენილია ელექტროენცეფალოგრამიდან მხედველობითი გამოწვეული პოტენციალის მიღების მეთოდი. განიხილება ფურიეს და ბერგის გარდაქმნების გამოყენებით გამოწვეული პოტენციალების სპექტრული ანალიზის შედეგები. ნაჩვენებია, რომ იმპულსური შემთხვევითი სიგნალების დროს ბერგის ჰარმონიული ანალიზის გამოყენება იძლევა უკეთეს შედეგს, ვიდრე ფურიეს გარდაქმნა. ნაჩვენებია სამი ჰომოგენური ჯგუფის გამოწვეული პოტენციალის სპექტრული ანალიზის შედეგები თავის ტვინის ზოგიერთი დარღვევების დიფერენციალური დიაგნოსტიკის დასახელებლად.

**საკვანძო სიტყვები:** გამოწვეული პოტენციალი. სპექტრული ანალიზი. ბერგის ჰარმონიული ანალიზი. ფურიეს გარდაქმნა.

### 1. შესავალი

თავის ტვინის გამოწვეული პოტენციალი (გპ) წარმოადგენს ტვინის ფსიქიკური მოქმედების ნეიროფიზიოლოგიური კვლევების ობიექტურ მაჩვენებელს. ის ასახავს აქმის ფსიქიკურ პროცესს, რომელიც გამოწვეულია გარეგანი სტიმულის ზემოქმედებით და დაკავშირებულია მასთან მიზეზ-შედეგობრივი დამოკიდებულებით. გპ-ის მეთოდიკა უპირველეს ყოვლისა გამოყენებადია სენსორული ფუნქციების (მხედველობის, სმენის, სომატიური მგრძობიარობის) ობიექტური ტესტირებისათვის, ორგანული ცერებრალური დაზიანების ლოკალიზაციაზე უფრო ზუსტი ცნობების მისაღებად, ტვინის გამტარი გზების მდგომარეობისა და პათოლოგიური პროცესების დროს, განსხვავებული ცერებრალური სისტემების რეაქტიულობის შესასწავლად.

გპ-ის გამოკვლევები გამოყენებას პოულობს კლინიკური პრაქტიკის მრავალ დარგში: პერიფერიული ნერვული სისტემის დაზიანებები; ზურგის ტვინის დაზიანება; ტვინის ნახევარსფეროს დაზიანება; ნერვული დაავადებები; მეტაბოლური დარღვევები და სხვა.

მხედველობითი გამოწვეული პოტენციალების შესწავლა ცერებრალური დაზიანებების ტოპიკურ დიაგნოსტიკაში, მხედველობითი სისტემის მდგომარეობის შეფასების მნიშვნელობის გათვალისწინებით, საკმაოდ პერსპექტიულად წარმოგვიდგება.

### 2. ძირითადი ნაწილი

გამოწვეული პოტენციალი წარმოადგენს იმპულსურ შემთხვევით პროცესს, რომლისთვისაც დამახასიათებელია მოკლე ხანგრძლივობა და ნულისაგან განსხვავდება მხოლოდ იმ ინტერვალში, რომლის დასაწყისშიც წარმოიქმნება მხედველობითი ორგანოების გაღიზიანების სიგნალი და ქრება გაღიზიანების მოხსნის შემდეგ.

გამოწვეული პოტენციალების გამოკვლევებში, ძირითად მომენტს წარმოადგენს სპონტანური ელექტროენცეფალოგრაფიული სიგნალიდან მათი გამოყოფის პროცედურა. ამასთან უშვებენ, რომ სპონტანური ელექტროენცეფალოგრაფია (ეეგ) ატარებს შემთხვევით ხასიათს, გპ-ს კი აქვს საკუთარი, საკმაოდ სტაბილური დროითი, ამპლიტუდური და ფაზური მახასიათებლები. აქედან გამომდინარე, ეეგ-სიგნალი შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ჯამი:

$$W(t) = R(t) + S(t) ,$$

სადაც

$R(t)$  – ტვინის სპონტანური აქტივობის პოტენციალია,

$S(t)$  – მხედველობითი ორგანოების გალიზიანების გზით მიღებული პოტენციალი. თუ ეეგ-ს გავასაშუალოებთ

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n W(t_{ij}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R(t_{ij}) + S(t_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

სადაც,

$n$  – ინტერვალების რაოდენობაა,

$m$  –  $j$ -ურ ინტერვალში დისკრეტული მნიშვნელობის სიგნალების რაოდენობა. მაშინ მივიღებთ გამოწვეულ პოტენციალს:

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n W(t_{ij}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R(t_{ij}) + S(t_{ij}) = X(t_i), \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

რადგან  $R(t) \rightarrow 0$ , როცა  $n \rightarrow \infty$

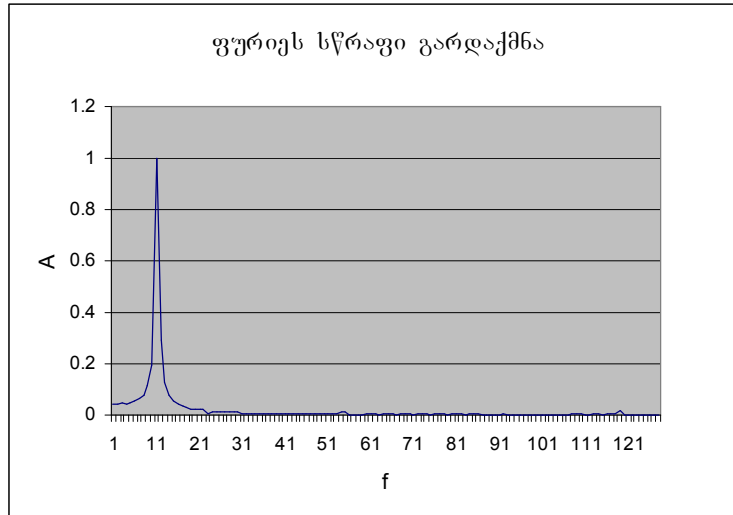
სამედიცინო დიაგნოსტიკაში ბიოსიგნალების დამუშავების მეთოდებიდან უფრო ხშირად გამოიყენება სპექტრული ანალიზი, რადგან იგი წარმოადგენს კლასიკურ მეთოდს, რომელიც გასაზომი სიგნალის სიხშირული შემადგენლობის დახასიათების საშუალებას იძლევა და რომლის საშუალებითაც ხდება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანების გადაწყვეტა. მაგრამ, როდესაც საქმე გვაქვს მოკლე ჩანაწერებთან, რომლებიც დამახასიათებელია არა მარტო ბიოსიგნალებისათვის (გამოწვეული პოტენციალები, სფიგმოგრამა), არამედ იმპულსური სიგნალებისათვის, სენსორული სისტემებისათვის და ა.შ., მაშინ კლასიკური მეთოდების გამოყენება მიზანშეწონილი არ არის, რადგან მათი გამოყენების შემთხვევაში სპექტრული შეფასებები გამოდის გადაადგილებადი და შეიძლება წარმოიქმნას სხვადასხვა პრობლემა, როგორცაა მაგალითად სპექტრის დამახინჯება, გაჟონვა და სხვა. არსებობს მეთოდები, რომლებიც მოკლე ჩანაწერების დროს საკმარის უპირატესობას ფლობს კლასიკურ სპექტრულ შეფასებასთან შედარებით. ერთ-ერთ ასეთ მეთოდს წარმოადგენს ბერგის ჰარმონიული ანალიზი.

სპექტრული ანალიზის კლასიკური მეთოდები წარმოადგენს არაპარამეტრულ შეფასებებს. პარამეტრულ მეთოდებს მიეკუთვნება ავტორეგრესიული მოდელები, სადაც სპექტრული ფუნქცია დამოკიდებულია მოდელის პარამეტრებზე. ერთ-ერთი მიზეზი პარამეტრული მეთოდების გამოყენებისა ის არის, რომ აქ საშუალება გვქვია მივიღოთ სპექტრული სიმკვრივის ფუნქციის უფრო ზუსტი შეფასება, ვიდრე სპექტრული ანალიზის კლასიკური მეთოდების გამოყენებისას. გარდა ამისა, პარამეტრულ მეთოდს გააჩნია მაღალი სპექტრული გარჩევადობა.

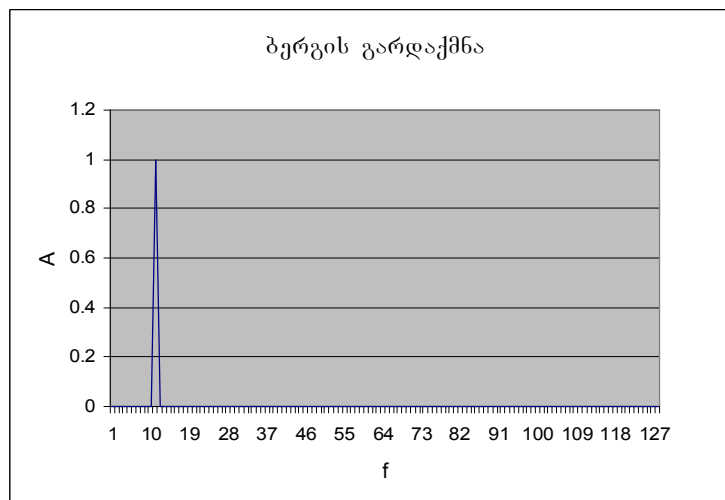
ავტორეგრესიული მოდელები შეიძლება დაიყოს ორ კატეგორიად: მონაცემთა ბლოკური დამუშავების და მიმდევრობითი მონაცემების დამუშავების ალგორითმებად. რადგან, ბლოკური დამუშავების მოდელი გამოიყენება მცირეგანზომილებიანი სიგნალების დასამუშავებლად, ამიტომ გამოწვეული პოტენციალების სპექტრული ანალიზისათვის გამოყენებული იყო ავტორეგრესიის ბლოკური დამუშავების ბერგის ჰარმონიული ანალიზის მეთოდი, რომელმაც მიიღო ბერგის მაქსიმალური ენტროპიის სახელი.

მცირეგანზომილებიანი დროითი მწკრივებისათვის ბერგის მეთოდი, სხვა მეთოდებთან შედარებით, იძლევა სპექტრული სიმკვრივის ფუნქციის საუკეთესო შეფასებას. ეს რომ თვალნათლივ ვაჩვენოთ, ამისათვის გამოვიყენოთ დეტერმინირებული სიგნალი, კერძოდ სინუსოიდა და მისი ანალიზის საფუძველზე შევადაროთ ბერგისა და ფურიეს გარდაქმნის მეთოდები.

ცნობილია, რომ სინუსოიდის სპექტრული სიმკვრივე დელტა ფუნქციაა. ფურიესა და ბერგის გარდაქმნის გამოყენების შედეგად მოცემული სინუსოიდის სპექტრული სიმკვრივის ფუნქცია წარმოდგენილია შესაბამისად 1-ულ და მე-2 ნახაზებზე:



ნახ. 1



ნახ. 2

იმისათვის, რომ დავადგინოთ, თუ რომელი სპექტრული სიმკვრივის ფუნქციის შეფასებაა უფრო ზუსტი, გამოვიყენეთ მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები. აღმოჩნდა, რომ სტატისტიკურად მიღებული სპექტრული სიმკვრივის ფუნქციები საკმაოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, კერძოდ, ბერგის მეთოდით მიღებული სპექტრის ცვალებადობის მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად ნაკლებია ფურიეს გარდაქმნით მიღებული სპექტრის ცვალებადობის მაჩვენებელზე. აქედან გამომდინარე, ბერგის გარდაქმნით მიღებული სპექტრული სიმკვრივის ფუნქციის შეფასება მცირეგანზომილებიანი დროითი მწკრივისათვის უეკეთესია ფურიეს გარდაქმნით მიღებულ შეფასებაზე.

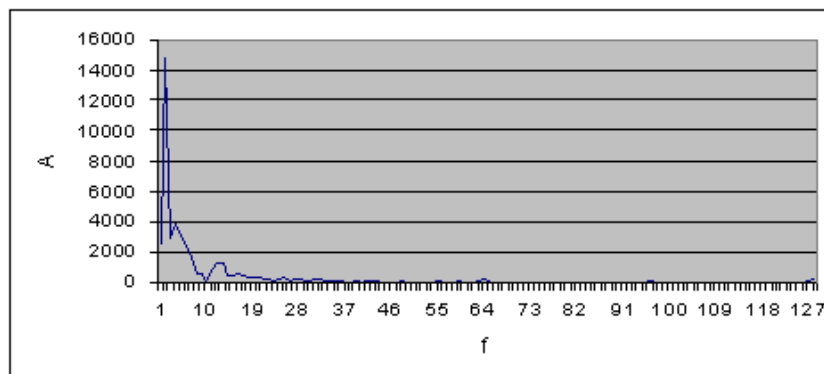
გამოკვლეული იყო გამოსაცდელთა სამი ასაკობრივი ჯგუფი:

I ჯგუფი შედგებოდა 29-დან 41 წლამდე ასაკის მამრობითი სქესის 30 გამოსაცდელი პირისაგან. ისინი შეიძლება მივაკუთვნოთ პრაქტიკულად ჯანმრთელ ინდივიდებს, განსაკუთრებით გულის პათოლოგიებთან დამოკიდებულებაში.

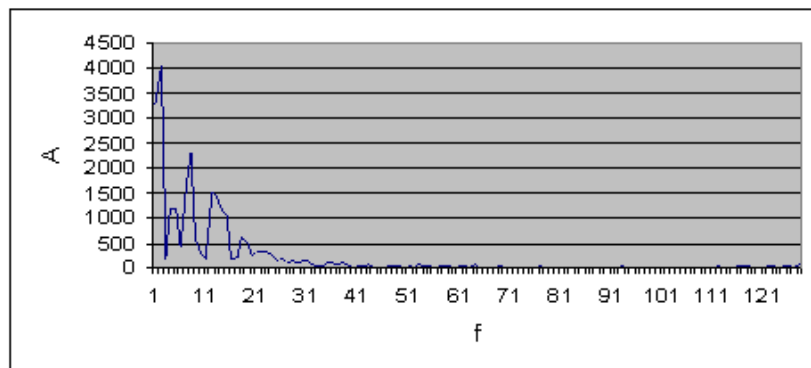
II ჯგუფი შედგებოდა მამრობითი სქესის გამოსაცდელი პიროვნებისაგან გულის იშემიური დაავადების ნიშნების გარეშე, 46-56 წლის (საშუალო ასაკი  $49,3 \pm 2,52$  წელი) ასაკობრივი ჯგუფი.

III ჯგუფი შედგებოდა მამრობითი სქესის 46-56 წლის (საშუალო ასაკი  $51,1 \pm 3,03$  წელი) პაციენტებისაგან გულის იშემიური დაავადების ნიშნებით.

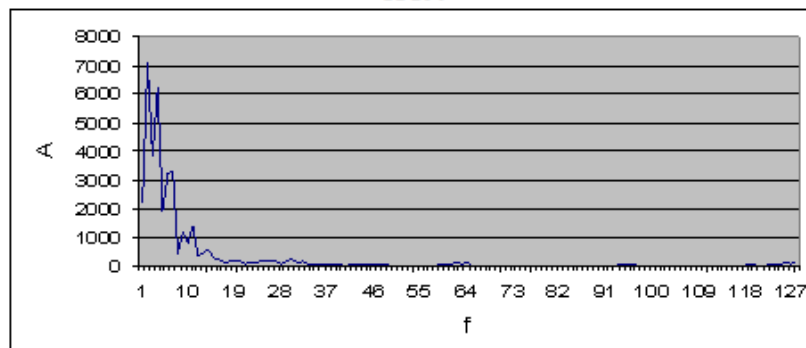
გამოკვლეული სამი ჯგუფისათვის, ექსპერიმენტის ჩატარების დროს მიღებული მხედველობითი გამოწვეული პოტენციალების სპექტრული ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია შემდეგ ნახაზებზე:



ნახ.3



ნახ.4



ნახ.5

მე-3,4,5 ნახაზები შეესაბამება I, II და III ჯგუფის მხედველობითი გამოწვეული პოტენციალების ტიპურ სპექტრულ სიმკვრივეებს. როგორც სტატისტიკურმა გამოთვლებმა გვიჩვენა, სამივე ჯგუფის სპექტრული სიმკვრივის ფუნქციები სტატისტიკურად განსხვავდება ერთმანეთისაგან, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ სპექტრული ანალიზის გამოყენებით შესაძლებელია ზოგიერთი დიაგნოსტიკური ამოცანების გადაწყვეტა.

### 3. დასკვნა

- იმპულსური შემთხვევითი პროცესებისათვის ბერგის ჰარმონიული ანალიზი იძლევა სპექტრული სიმკვრივის ფუნქციის უფრო ზუსტ შეფასებას ვიდრე ფურიეს გარდაქმნა.
- მხედველობითი გამოწვეული პოტენციალების სპექტრული ანალიზი წარმოადგენს ნევროლოგიურ კვლევებში ზოგიერთი დიფერენციალური დიაგნოსტიკის დაზუსტების მეთოდს.

### ლიტერატურა:

1. Марпл-мл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. Под редакцией д-ра техн. наук И.С. Рыжака. Москва «МИР» 1990.
2. Michel J. Wasadze G.S., Dumbadze G.G., Camman H. Lange V., Gurath B., Hiller E., Dumde G.B. Automated System-analytic (Hrsg): MEDINFO 80, EFIP, North Holland, 1980.
3. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней. М. «Медицина», 1982.
4. Кубанеишвили Э. Об одном методе прикладного анализа переходных случайных процессов. Моделирование систем в биологии и медицине. Прага, 1978.

## SOME QUESTIONS OF PROCESSING THE VISUAL EVOKID POTENTIALS

Kubaneishvili Elgudja  
Georgian Technical University

### Summary

In article the technique of reception of the visual evokid potentials from electroencephalograph signal is resulted. Results of the spectral analysis with application of the transformation of Fourier and Berg are considered. The advantage of the harmonious analysis of Berg before transformation of Fourier is shown at pulse casual processes. The results of the spectral analysis of three homogeneous groups for specification of differential diagnostics of some brain infringements are also considered.

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОБРАБОТКИ ЗРИТЕЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Кубанеишвили Е.С.  
Грузинский Технический Университет

### Резюме

Приведена методика получения из электроэнцефалографического сигнала зрительных вызванных потенциалов. Рассмотрены результаты спектрального анализа с применением преобразований Фурье и Берга. Показано преимущество гармонического анализа Берга перед преобразованием Фурье при импульсных случайных процессах. Рассматриваются результаты спектрального анализа трех гомогенных групп для уточнения дифференциальной диагностики некоторых нарушений головного мозга.