

**УДК 621.39**

**А.О. Абрамович**

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**РОЗПІЗНАВАННЯ МЕТАЛЕВИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ СИГНАЛУ МЕТАЛОШУКАЧА В ЧАСОВІЙ ОБЛАСТІ**

**A.O. Abramovych**

**RECOGNITION METAL OBJECTS BY USING SIGNAL ANALYSIS METAL DETECTORS IN THE TIME DOMAIN**

Проблема виявлення скритих металевих об'єктів, в тому числі і в ґрунті, залишається стабільно-актуальною ще з першої половини ХХ століття, коли для вирішення цієї задачі почали використовувати електронні пристрої.

На даний час виготовляється велика кількість таких пристроїв, які поділені на класи: магнітометри, металошукачі, георадари і т.д.

Серед такого класу як металошукачі в наш час найбільш поширеними є прилади двох типів - VLF (Very Low Frequency detectors), які працюють на основі передачі/прийому тонального сигналу, та PI (pulse induction), які працюють з імпульсними сигналами [1]. Цей клас представлений такими фірмами-виробниками: Minelab, Fisher, Garret.

Приладами вказаних типів задачу розрізнення чорний-кольоровий метал вирішують з використанням вихрострумowego методу, вимірюванням величини намагніченості металів.

Проте такий метод має значні обмеження при розрізненні металевих зразків, де головним його недоліком є неможливість розрізнити метали в складних умовах, коли два різні метали знаходяться поруч між собою.

Для вирішення цієї задачі було розроблено власний радіолокаційно-вихрострумовой металошукач та за його допомогою проведено серію досліджень. За їх результатами було запропоновано використовувати метод аналізу сигналів від різних металів в часовій області (міжнародний термін - Time Domain), де результуюча форма котрих, за допомогою відповідного програмного забезпечення, перетворюється в цифрові коди.

Сигнал, що поступає на вхід приймального блоку вихрострумowego металошукача описується наступною формулою:

$$\underline{U}_{ВД} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \left[ \sum_{j=1}^{\infty} r_{j,j+1} e^{2ik \int_0^z n(\tau, f) d\tau} \right] \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-2\pi ift} dt}{R} e^{2\pi ift} df \quad *$$

$$j\omega \mu_0 \pi N_D N_3 R_0 \int_0^{\infty} \varphi_1(x, \beta) J_1(x R_3^*) J_1(x) e^{-x h^*} dx$$

$$\text{, де } \varphi_1(x, \beta) = \frac{\mu_r - \sqrt{x^2 + j\beta^2}}{\mu_r + \sqrt{x^2 + j\beta^2}}; \mu \text{ відносна магнітна проникність; } x = \lambda R_3,$$

$$\beta = R_3 \sqrt{\omega \mu_a \sigma}, \quad \sigma - \text{провідність металу [2].}$$

З формули (1) видно, що різниця у провідності та магнітних властивостях між металевими зразками впливає на прийнятий сигнал, аналіз якого проводився у часовій області.

Метод аналізу в часовій області дозволяє створити базу еталонів різних металів у вигляді цифрових кодів, і таким чином радикально змінити підхід до проблеми виявлення скритих металевих предметів.

Наприклад, можна набрати базу даних різних мін та гранат і при пошукових роботах посеред цвяхів, осколків та іншого металевого сміття ідентифікувати тип закопаного боєприпаса.

Накопичення образів відбувається із наступних сигналів, які представлені на рис.1.

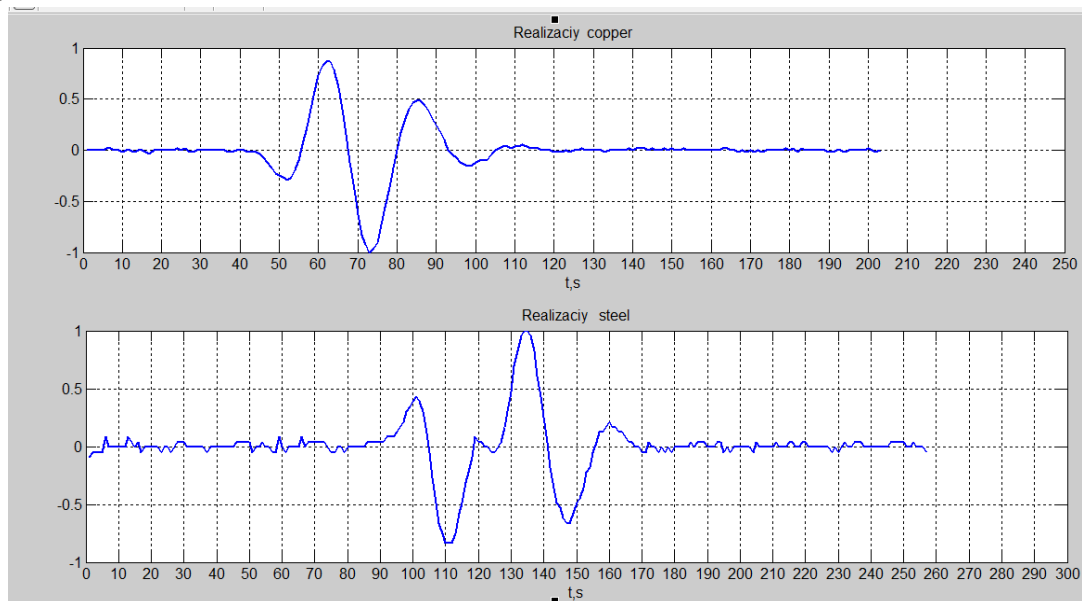


Рис. 1. Сигнал у часовій області від двох металевих зразків однакових розмірів різних металів (верхній рисунок – сигнал від мідного зразка, нижній – від залізного).

### **Висновки**

Головна перевага запропонованого методу - це можливість здійснювати пошукові роботи і серед металевих сміття розрізняти потрібний металевий зразок.

### **Література.**

1. Правда В. І. ГЕОРАДАРИ /В. І. Правда, О. Д. Мрачковський, А. О. Абрамович// Вісник національного університету “Львівська політехніка”, Серія : радіоелектроніка та телекомунікації, № 818 - 2015, — С. 49-54
2. А.О. Абрамович Радіолокаційно-вихрострумний радар // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2014. – Вип. №57. – С. 77-82.