

М.А. ПРИМІН

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: priminma@meta.ua.

І.В. НЕДАЙВОДА

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: igorvlad63@meta.ua.

**АЛГОРИТМИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЛОВОГО
МОДЕЛЮВАННЯ: КАЛІБРУВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ
СКВІД-ГРАДІЄНТОМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ**

Анотація. Розроблено алгоритми вимірювань та побудовано числову модель оброблення даних для налаштування багатоканальної тензорної СКВІД-системи. Алгоритми вимірювань передбачають зміну орієнтації джерела магнітного сигналу або вимірювальних каналів у просторі. Розглянуто алгоритми вимірювань в однорідному магнітному полі системи котушок Гельмгольца. Запропоновано алгоритм, який передбачає, що розподіл значень просторових інваріантів магнітного сигналу використовують для оцінювання отриманих результатів. Це дає змогу оцінити в явному вигляді систематичні похибки аналізу магнітних сигналів. Наведено результати локалізації джерела магнітного поля, які свідчать про істотне підвищення точності у разі використання запропонованого алгоритму оброблення магнітних сигналів.

Ключові слова: СКВІД-сенсор, магнітометрична система, інформаційна технологія.

ВСТУП

Надпровідникові квантові інтерференційні датчики (superconductive quantum interference device, SQUID (СКВІД)) і створені на їхній основі магнітометричні системи є найбільш чутливими пристроями для вимірювання магнітних полів [1, 2].

Зазвичай СКВІДи вимірюють магнітне поле не прямо, а антеною або трансформатором магнітного потоку, а також з використанням петлі з надпровідного дроту (перетворювача). В магнітометричній системі для реєстрації сигналу з одночасним придушенням завад від далеких джерел використовують СКВІД-градієнтметри першого і більш високих порядків [1, 2], а також за потреби екранують об'єм, у якому вимірюють магнітне поле об'єкта досліджень. З іншого боку, мобільні магнітометричні системи призначені для роботи з об'єктами, які розташовані на відстанях десятків і сотень метрів від датчиків поля. З урахуванням ступеня загасання магнітного сигналу об'єкта ці системи як датчики поля використовують тільки магнітометри або градієнтметри першого порядку [2, 3] і працюють переважно у відкритому (неекранованому) просторі.

Важливим кроком у підготовці магнітометричних СКВІД-систем до практичного використання і поліпшення їхніх антизавадових характеристик є етап налаштування та балансування градієнтметрів. Для вимірювань у неекранованому просторі градієнтметри вимірювальних каналів повинні мати високий рівень власного балансу (компенсація того, що котушки антени непаралельні, площі котушок неоднакові тощо). Балансування осесиметричних градієнтметрів по однорідному магнітному полю виконується механічно або електронно, наприклад, для біомагнітних магнітометричних систем, у системі котушок Гельмгольца, які здатні забезпечити однорідність тестового магнітного поля на рівні 0.001 % в об'ємі розташування трансформаторів магнітного потоку вимірювального модуля. Задача ускладнюється, якщо для вимірювання магнітного поля об'єкта досліджень, наприклад у геофізиці, використовують багатоканальну СКВІД-магнітометричну сис-