



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89816 (13) C2
(51) МПК (2009)
G01V 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ФІЛЬТРАЦІЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО АНОМАЛІЇ ПРИСКОРЕННЯ СИЛИ ТЯЖІННЯ

1

2

(21) a200710806

(22) 01.10.2007

(24) 10.03.2010

(46) 10.03.2010, Бюл.№ 5, 2010 р.

(72) БЕЗВЕСІЛЬНА ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА, ПОД-
ЧАШИНСЬКИЙ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛО-
ГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) US 6725173 B2; 20.04.2004

SU 1840368 A1; 27.09.2006

UA 79874 C2; 25.07.2007

RU 2298211 C2; 27.04.2007

RU 2144686 C1; 20.01.2000

RU 2277223 C1; 27.05.2006

Безвесільна О.М. Вимірювання прискорень: Під-
руч. для студ. приладобудівних спец. вузів / [Ред.
М.А.Васильківська]. - К.: Либідь, 2001. - С. 158-159
Болотин Ю.В., Попеленский М.Ю. Анализ точности
решения авиагравиметрии при идентификации
параметров гравиметра в полёте // Фундаменталь-
ная и прикладная математика. - 2005. - Т. 7. - С.
167-180. Знайдено в Internet 15.12.2009
US 6640609 B1; 04.11.2003

(57) Спосіб фільтрації гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння, що включає фільтрацію вихідного сигналу гравіметра з урахуванням розподілу спектральної щільності корисного сигналу про аномалії прискорення сили тяжіння та спектральної щільності завад, що діють на гравіметр, який відрізняється тим, що з вихідного сигналу гравіметра формують двовимірний масив цифрових відліків гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння з урахуванням прив'язки до координат точок поверхні Землі, в яких ці відліки були отримані, після чого виконують фільтрацію сформованого масиву за допомогою двовимірного цифрового фільтра, причому в процесі фільтрації додатково враховують двовимірні кореляційні зв'язки, наявні у корисному сигналі про аномалії прискорення сили тяжіння, а параметри двовимірного цифрового фільтра вибирають такими, щоб викривлення гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння після фільтрації не перевищували допустимих значень.

Винахід належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використаний для проведення гравіметричних вимірів на рухомій основі в геодезії, геології, інерціальних системах навігації.

Гравіметрична вимірювальна інформація про аномалії прискорення сили тяжіння зазвичай отримується за допомогою гравіметра та бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ), які встановлені на рухомій основі [1]. Результати вимірювань прискорення сили тяжіння, отримані за допомогою гравіметра, містять великі похибки вимірювань. Ці похибки викликані тим, що гравіметр вимірює сукупність прискорення сили тяжіння (корисної складової результатів вимірювань) та інерціального абсолютного прискорення (завада, що діє на гравіметр і призводить до похибок результатів вимірювань) [1]. Інерціальне абсолютне прискорення зумовлене переважно вертикальним прискоренням рухомої

основи (наприклад, літака), на якій встановлено гравіметр, а також поступальними і кутовими вібраціями цієї основи. Тому необхідно виконувати фільтрацію гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння, що дозволяє позбутися значної частини завад та підвищити точність цієї інформації.

Найбільш близьким за сукупністю суттєвих ознак до способу винаходу є спосіб фільтрації гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння [1, стор. 156-158], що обрано за прототип.

Спільними суттєвими ознаками способу прототипу і способу винаходу є те, що вони включають фільтрацію вихідного сигналу гравіметра з урахуванням розподілу спектральної щільності корисного сигналу про аномалії прискорення сили тяжіння та спектральної щільності завад, що діють на гравіметр.

(13) C2

(11) 89816

(19) UA

Проте, на відміну від способу-винаходу, в способі-прототипі виконується фільтрація одновимірного вихідного сигналу гравіметра, що надходить в БЦОМ і відповідає значенням аномалій прискорення сили тяжіння вздовж лінії переміщення рухомої основи, на якій встановлено гравіметр. При цьому не враховуються двовимірні кореляційні зв'язки, що властиві гравіметричній вимірювальній інформації про розподіл значень аномалій прискорення сили тяжіння по поверхні Землі. Це означає, що в процесі фільтрації за способом-прототипом не враховується значна частина початкової інформації про параметри та характер змін сигналу, що фільтрується. Внаслідок цього у одновимірному сигналі, що надходить від гравіметра в БЦОМ, неможливо ефективно відокремити корисний сигнал від завад і вилучити ці завади. В результаті, гравіметрична вимірювальна інформація після фільтрації в способі-прототипі має недостатню точність.

В способі-прототипі для фільтрації використовують одновимірний фільтр низьких частот з частотою зрізу, що визначається точкою перетину графіків спектральної щільності корисного сигналу про аномалії прискорення сили тяжіння та спектральної щільності завад, що діють на гравіметр. При цьому втрачається частина корисної інформації про дрібні деталі розташування аномалій прискорення сили тяжіння на поверхні Землі, які описуються частотами, що лежать вище частоти зрізу фільтра нижніх частот. Одночасно в гравіметричній вимірювальній інформації зберігається частина завад, які описуються частотами, що лежать нижче частоти зрізу фільтра нижніх частот. Як наслідок, гравіметрична вимірювальна інформація після фільтрації в способі-прототипі має недостатню точність.

В способі-прототипі для накопичення та фільтрації гравіметричної вимірювальної інформації використовується БЦОМ, що встановлена на рухомій основі і має обмежену розрядність та точність обчислень. Процедура фільтрації містить багато обчислювальних операцій. Тому вказані обмеження приводять до виникнення додаткових похибок у гравіметричній вимірювальній інформації та зниження її точності.

Таким чином, суттєвим недоліком способу-прототипу є низька точність гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу фільтрації гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння, щоб забезпечити підвищення точності цієї вимірювальної інформації.

Поставлена задача вирішується шляхом того, що з вихідного сигналу гравіметра формують двовимірний масив цифрових відліків гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння з урахуванням прив'язки до координат точок поверхні Землі, в яких ці відліки були отримані, після чого виконують фільтрацію сформованого масиву за допомогою двовимірного цифрового фільтра, причому в процесі фільтрації додатково враховують

двовимірні кореляційні зв'язки, наявні у корисному сигналі про аномалії прискорення сили тяжіння, а параметри двовимірного цифрового фільтра обирають такими, щоб викривлення гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння після фільтрації не перевищували допустимих значень.

В способі-винаході з вихідного сигналу гравіметра формують двовимірний масив цифрових відліків гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння з урахуванням прив'язки до координат точок поверхні Землі, в яких ці відліки були отримані. Це дозволяє врахувати двовимірні кореляційні зв'язки, що властиві корисному сигналу про розподіл значень аномалій прискорення сили тяжіння по поверхні Землі. На відміну від корисного сигналу, завади мають або випадковий некорельований характер (різного роду шуми та випадкові збурення), або характер періодичних вібрацій та коливань, що мають одновимірну кореляцію вздовж лінії переміщення рухомої основи.

Внаслідок цього можна ефективно відокремити корисний сигнал від завад у сформованому двовимірному масиві цифрових відліків гравіметричної вимірювальної інформації і вилучити ці завади. В результаті в способі-винаході підвищується точність гравіметричної вимірювальної інформації.

В способі-винаході для фільтрації гравіметричної вимірювальної інформації використовується двовимірний цифровий фільтр. Для формування двовимірної амплітудно-частотної характеристики такого фільтра можуть бути застосовані методи, відомі з цифрової фільтрації двовимірних зображень [2]. При цьому можна побудувати амплітудно-частотну характеристику таким чином, щоб максимально зберегти корисну інформацію про дрібні деталі розташування аномалій прискорення сили тяжіння на поверхні Землі. Одночасно можна ефективно вилучити періодичні завади, частоти яких відповідають певним локальним ділянкам амплітудно-частотної характеристики двовимірного цифрового фільтра. Як наслідок, підвищується точність гравіметричної вимірювальної інформації.

В способі-винаході фільтрація виконується після накопичення всього двовимірного масиву цифрових відліків гравіметричної вимірювальної інформації. Це означає, що для фільтрації може бути використана не БЦОМ, а стаціонарна цифрова електронна обчислювальна машина (ЕОМ), що має велику розрядність та високу точність обчислень. При цьому параметри двовимірного цифрового фільтра можуть бути обрані такими, щоб викривлення гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння після фільтрації не перевищували допустимих значень. Завдяки цьому, значно зменшуються похибки виконання обчислень в процесі фільтрації і підвищується точність гравіметричної вимірювальної інформації.

Таким чином, в способі-винаході забезпечується суттєве підвищення точності гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння.

Суть способу-винаходу пояснюється кресленням, на якому зображено структурну схему діючого макету пристрою, що реалізує спосіб-винахід.

Спосіб-винахід виконують в такій послідовності:

1. З вихідного сигналу гравіметра формують двовимірний масив цифрових відліків гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння з урахуванням прив'язки до координат точок поверхні Землі, в яких ці відліки були отримані.

2. Виконують фільтрацію сформованого масиву за допомогою двовимірного цифрового фільтра з урахуванням розподілу спектральної щільності корисного сигналу про аномалії прискорення сили тяжіння та спектральної щільності завад, що діють на гравіметр. В процесі фільтрації додатково враховують двовимірні кореляційні зв'язки, наявні у корисному сигналі про аномалії прискорення сили тяжіння. Параметри двовимірного цифрового фільтра обирають такими, щоб викривлення гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння після фільтрації не перевищували допустимих значень.

В результаті фільтрації з гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння вилучають похибки, викликані вертикальними прискореннями, поступальними і кутовими вібраціями рухомої основи, на якій встановлено гравіметр, іншими випадковими збуреннями.

На кресленні зображено діючий макет пристрою, що реалізує запропонований спосіб-винахід.

Діючий макет пристрою містить: гравіметр 1, аналого-цифровий перетворювач 7, ЕОМ 2, до складу якої входять інтерфейс 3 введення цифрових відліків, центральний процесор 4, монітор 5 та запам'ятовуючий пристрій 6.

Діючий макет пристрою працює таким чином.

Гравіметр 1 надсилає гравіметричну вимірювальну інформацію про аномалії прискорення сили тяжіння на вхід аналого-цифрового перетворювача 7, який формує цифрові відліки цієї

інформації. Далі ці відліки надходять до ЕОМ 2 через інтерфейс 3 введення цифрових відліків.

За допомогою центрального процесора 4 та запам'ятовуючого пристрою 6 формують двовимірний масив цифрових відліків гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння. Далі за допомогою центрального процесора 4 виконують фільтрацію сформованого масиву.

Двовимірний масив цифрових відліків гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння після фільтрації надсилають на зберігання в запам'ятовуючий пристрій 6, а інформацію про параметри та результати фільтрації відображають на моніторі 5.

За допомогою діючого макету пристрою, що реалізує запропонований спосіб-винахід, було проведено ряд досліджень.

Для досліджень використовувалися результати гравіметричних вимірювань на полігоні розміром 650х650км з кроком 2,5...5,0 кутових хвилин по довготі та широті [1, с. 241]. Встановлено, що спосіб-винахід дозволив вилучити з гравіметричної вимірювальної інформації похибки, що викликані: поступальними віброприскореннями з переважаючою частотою 3140рад/с; кутовими віброприскореннями з переважаючою частотою 20рад/с, що дорівнює частоті власних коливань гравіметра 1 (самий небезпечний випадок головного резонансу); кутовими віброприскореннями з переважаючою частотою 40рад/с та 60рад/с;

кутовими віброприскореннями, частота яких дорівнює 6,7 та 10рад/с (субгармонійні коливання). Також суттєво зменшився рівень випадкових шумів та збурень, що діяли на гравіметр.

В результаті проведених досліджень доведено практичну можливість реалізації способу-винаходу. Визначено, що в способі-винаході точність гравіметричної вимірювальної інформації про аномалії прискорення сили тяжіння підвищилась на (20...25) % у порівнянні зі способом-прототипом.

Література

1. Безвесільна О.М. Вимірювання прискорень: Підручник. - К.: Либідь, 2001.-282с.

2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005. - 1072 с.

