



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107637** (13) **C2**
(51) МПК
G01V 7/16 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

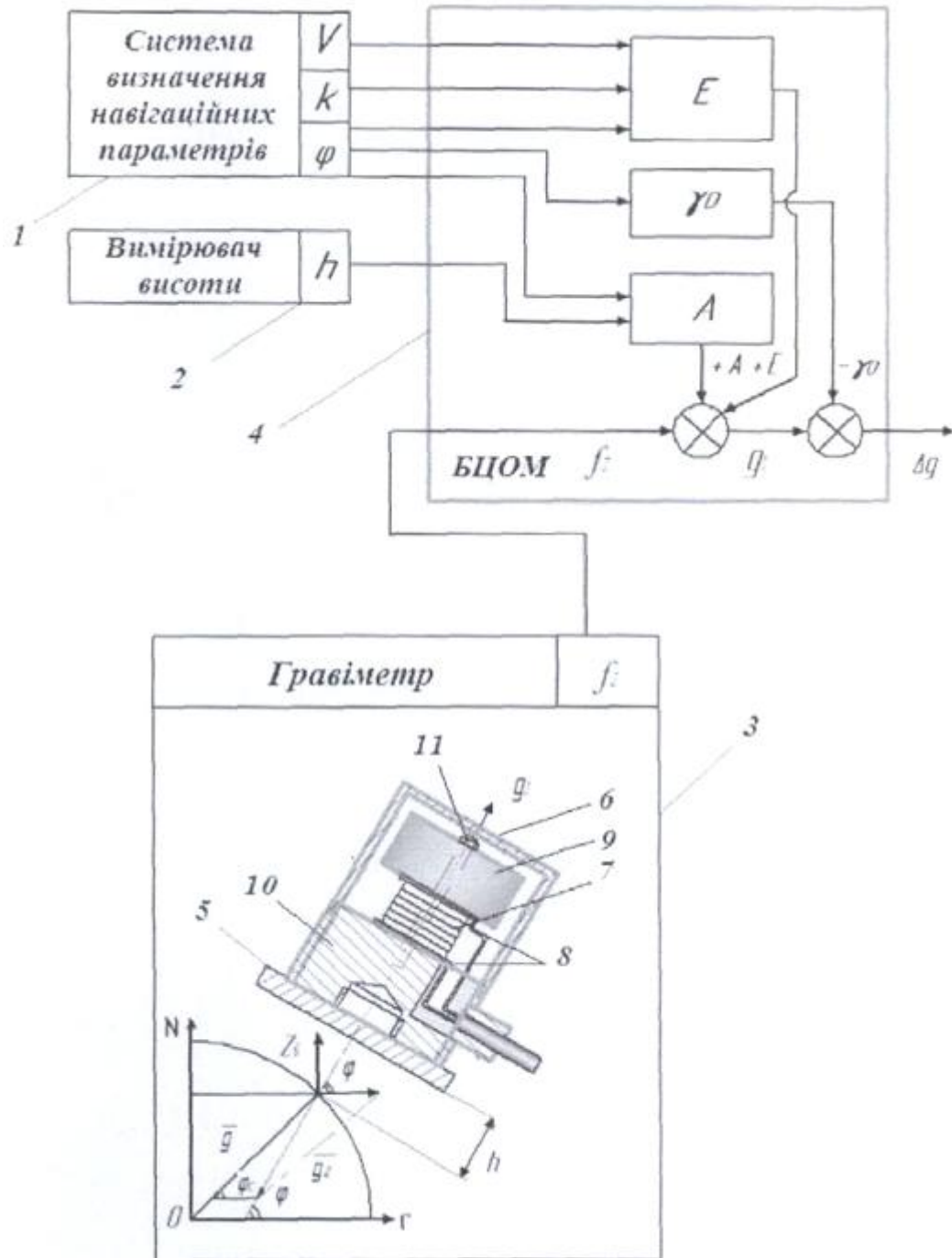
| | |
|--|---|
| <p>(21) Номер заявки: а 2013 15251</p> <p>(22) Дата подання заявки: 26.12.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 26.01.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 10.07.2014, Бюл.№ 13</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.01.2015, Бюл.№ 2</p> | <p>(72) Винахідник(и): Безвесільна Олена Миколаївна (UA), Ткачук Андрій Геннадійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Черняхівського, 103, м. Житомир, 10005 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 79874 C2, 25.07.2007, 4 стор. UA 99084 C2, 10.07.2012, 7 стор. SU 532069, 15.10.1976, 2 стор. Пантелеев В.Л., Бульчев А.А. Измерение силы тяжести на подвижном основании (конспект лекций), М, Издательство Московского Университета, 2003, с. 31-35 Безвесільна О.М., Ткачук А.Г. Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння. Вісник ЖДТУ, 4 (63), 2012, с. 61-65. US 6668646 B1, 30.12.2003, 5 стор. DE 19917768 A1, 16.01.2003, 2 стор.</p> |
|--|---|

(54) АВІАЦІЙНА ГРАВІМЕТРИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ АНОМАЛІЙ ПРИСКОРЕННЯ СИЛИ ТЯЖІННЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до вимірювальної техніки і може бути використаний для проведення гравіметричних вимірів на літальних апаратах у геодезії, геології, інерціальних системах навігації. Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння містить систему визначення навігаційних параметрів, вимірювач висоти та встановлений на двовісній платформі гравіметр, виходи яких підключені до входів бортової цифрової обчислювальної машини. Чутливий елемент гравіметра розміщений у герметичному корпусі, пружно підтиснутий до основи і виконаний у вигляді інерційної маси та п'єзопакета, на горцях якого знаходяться ізолятори. Частота власних коливань п'єзопакета дорівнює частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу прискорення сили тяжіння та сигналу основної завади вертикального прискорення літака. Технічним результатом винаходу є підвищення точності вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння.

UA 107637 C2



Фиг. 1

Винахід належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використаний для проведення гравіметричних вимірів на літальних апаратах у геодезії, геології, інерціальних системах навігації.

5 Найбільш близькою за сукупністю суттєвих ознак до винаходу є авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння, що вибрана як прототип [1].

Спільними суттєвими ознаками прототипу та винаходу є те, що вони містять систему визначення навігаційних параметрів, вимірювач висоти та встановлений на двовісній платформі гравіметр, виходи яких підключені до входів бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ).

10 Проте, на відміну від винаходу, у прототипі як чутливого елемента використано гравіметр, виконаний на основі двох триступневих гіроскопів. Він вимірює дві проекції повного вектора прискорення сили тяжіння на власній осі чутливості, а повний вектор прискорення сили тяжіння обчислюється програмним шляхом у БЦОМ як півсума цих проекцій.

Однак, результати вимірювань, отримані за допомогою такого гравіметра, містять значні 15 похибки (в основному це вертикальне прискорення \ddot{h} літака) [2]. Тому відокремлення сигналу прискорення сили тяжіння від вертикального прискорення літака у прототипі відбувається за допомогою БЦОМ шляхом подвійного диференціювання даних, отриманих вимірювачем висоти.

Обчислені значення \ddot{h} потім віднімаються від значень, отриманих за допомогою гравіметра. Однак, існуючі на сьогоднішній день засоби не спроможні забезпечити необхідну точність 20 вимірювання вертикального прискорення літака, яке є основною задавою та перевищує корисний сигнал прискорення сили тяжіння у 10^3 разів [2]. Як наслідок, зменшуються точність вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння.

Таким чином, суттєвим недоліком авіаційної гравіметричної системи-прототипу є низька точність вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння.

25 В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення авіаційної гравіметричної системи для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння, що містить систему визначення навігаційних параметрів, вимірювач висоти та встановлений на двовісній платформі гравіметр, виходи яких підключені до входів бортової цифрової обчислювальної машини, шляхом того, що чутливий елемент гравіметра розміщений у герметичному корпусі, пружно піджаний до основи і 30 виконаний у вигляді інерційної маси та п'єзопакета, на торцях якою знаходяться ізолятори, причому частота власних коливань п'єзопакета дорівнює частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу прискорення сили тяжіння та сигналу основної задави вертикального прискорення літака, щоб забезпечити підвищення точності вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння.

35 Поставлена задача вирішується таким чином.

Чутливий елемент гравіметра виконано у вигляді інерційної маси та п'єзопакета, на торцях якого розміщені ізолятори. П'єзопакет працює на основі деформації стиснення-розтягування. Чутливий елемент пружно підтиснутий до основи гвинтом. Принцип роботи гравіметра 40 оснований на використанні прямого п'єзоелектричного ефекту. Частота власних коливань п'єзопакета гравіметра дорівнює частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу прискорення сили тяжіння та сигналу основної задави вертикального прискорення літака. Завдяки цьому, п'єзопакет виконує функції як чутливого елемента системи-винаходу, так і фільтра низьких частот, відокремлюючи корисний сигнал прискорення сили тяжіння від завод. 45 Все це усуває необхідність вимірювання сигналу основної задави вертикального прискорення літака і додаткового відокремлення від нього корисного сигналу прискорення сили тяжіння, як це відбувається у прототипі.

Таким чином, запропонована авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння забезпечує суттєве підвищення точності вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння.

50 Суть винаходу пояснюється кресленнями.

Перелік креслень:

- фіг. 1 - структурна схема авіаційної гравіметричної системи для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння;

55 - фіг. 2 - графік спектральних щільностей сигналів прискорення сили тяжіння та вертикального прискорення літака.

Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння (фіг. 1) містить систему 1 визначення навігаційних параметрів, вимірювач 2 висоти і встановлений на двовісній платформі 5 гравіметр 3, виходи яких підключені до входів БЦОМ 4.

60 Чутливий елемент гравіметра 3 розміщений у герметичному корпусі 6 і виконаний у вигляді інерційної маси 9 та п'єзопакета 7, на торцях якого розміщені ізолятори 8. Чутливий елемент

гравіметра 3 пружно підтиснутий до основи 10 гвинтом 11. Частота власних коливань п'єзопакета 7 дорівнює частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу прискорення сили тяжіння та сигналу основної завади вертикального прискорення літака.

Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння працює наступним чином.

Під дією прискорення g_z сили тяжіння на інерційну масу 9 , вага якої m , виникає сила тяжіння G [3]:

$$G = mg_z, (1)$$

яка зумовлює переміщення інерційної маси 9 на величину X . Як наслідок, п'єзопакет 7 стискається або розтягується на таку ж величину X , і на його поверхні виникає електричний заряд Q (явище прямого п'єзоефекту), який прямо пропорційний g_z . Вихідний сигнал f_z гравіметра 3 дорівнює [3]:

$$f_z \equiv \frac{\pm Q(g_z)}{C_{\text{ПЕ}}}, (2)$$

де $C_{\text{ПЕ}}$ - ємність п'єзопакета 7.

Вихідний сигнал f_z гравіметра 3 запишемо у вигляді [2]:

$$f_z = g_z + \sigma_{\ddot{h}}, (3)$$

де $\sigma_{\ddot{h}}$ - похибка від впливу вертикального прискорення \ddot{h} літака.

Переважаюча частота ω корисного сигналу прискорення сили тяжіння (фіг. 2, крива 2) дорівнює 0,00175 рад/с, а переважаюча частота сигналу-завади вертикального прискорення літака - 0,269 рад/с (фіг. 2, крива 1). Графіки спектральних щільностей прискорення сили тяжіння $G_g(\omega)$ та вертикального прискорення літака $G_{\ddot{h}}(\omega)$ перетинаються у точці $\omega=0,1$ рад/с. Саме за допомогою використання фільтра з частотою зрізу 0,1 рад/с можна відокремлювати корисний сигнал із похибкою, меншою ніж 1 мГал. При цьому у вихідному сигналі гравіметра, окрім впливу вертикального прискорення літака, також усуваються інші компоненти збурень, переважаюча частота яких більша за 0,1 рад/с. До таких збурень належать поступальні віброприскорення з переважаючою частотою 3140 рад/с та кутові віброприскорення з переважаючою частотою понад 0,1 рад/с [2].

Власна частота ω_0 гравіметра 3 дорівнює [3]:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{S_n E_n}{h_n m}}, (4)$$

де: S_n , E_n , h_n - площа, модуль пружності матеріалу і висота п'єзопакета 7 відповідно.

Як видно з формули (4), шляхом підбору п'єзоматеріалу та геометричних розмірів п'єзопакета 7 можна встановити власну частоту ω_0 гравіметра 3, що дорівнює 0,1 рад/с, та ліквідувати наявність значення вертикального прискорення \ddot{h} у вихідному сигналі:

$$f_z = g_z. (5)$$

У формулі (5) відсутнє значення похибки від впливу вертикального прискорення \ddot{h} літака. Це свідчить про те, що п'єзопакет 7 виконує функції одночасно і чутливого елемента гравіметра 3, і фільтра низьких частот.

Вихідний сигнал f_z гравіметра 3 подається на вхід БЦОМ 4, куди також подаються вихідні сигнали від системи 1 визначення навігаційних параметрів та вимірювача 2 висоти. БЦОМ 4 на основі отриманих даних обчислює аномалії Δg прискорення сили тяжіння за формулою [2].

$$\Delta g = f_z + E + A - \gamma_0 (6)$$

де f_z - вихідний сигнал гравіметра 3;

E - поправка Етвеша;

A - поправка за висоту;

γ_0 - довідкове значення прискорення сили тяжіння.

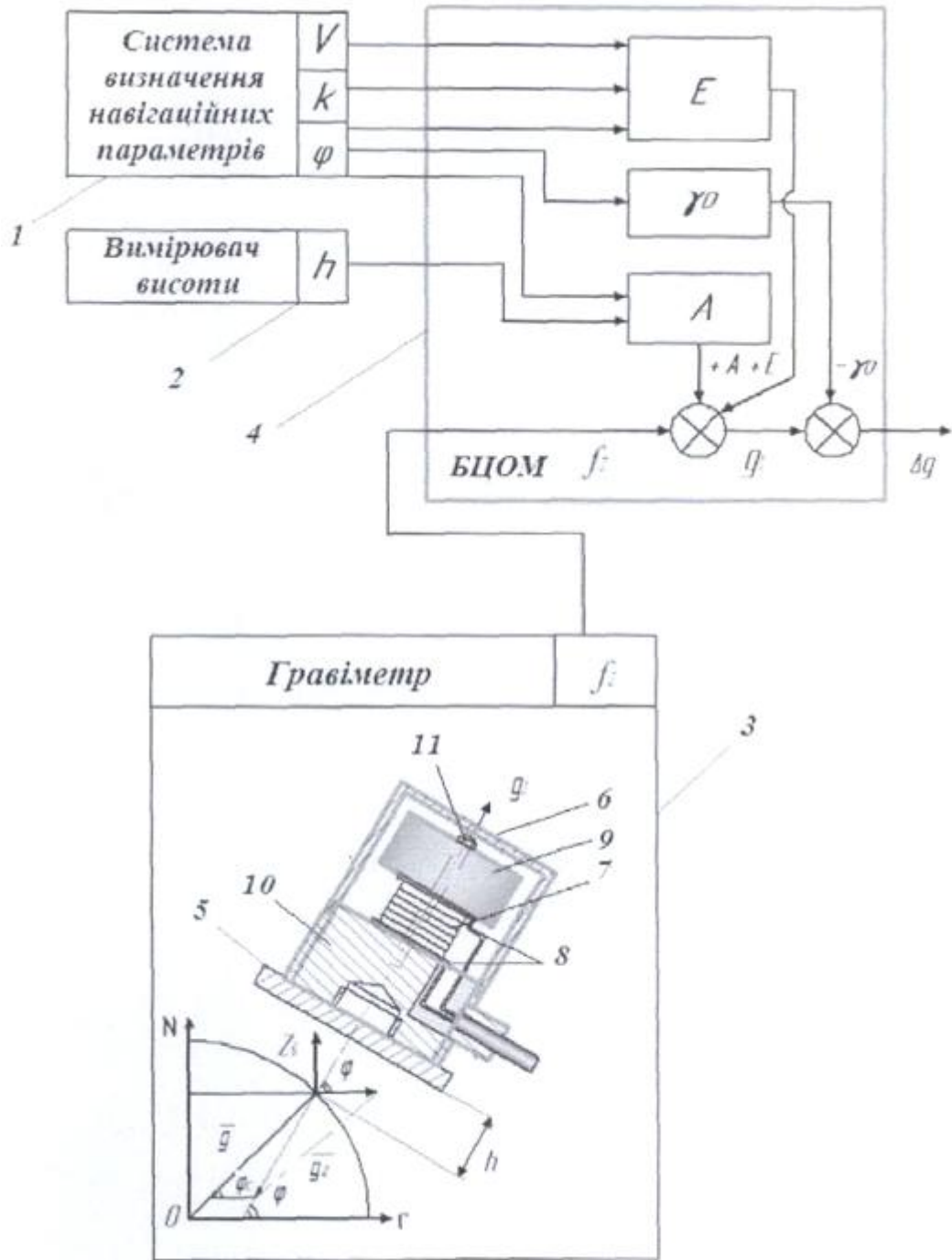
Таким чином, авіаційна гравіметрична система-винахід забезпечує суттєве підвищення точності вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння.

Джерела інформації:

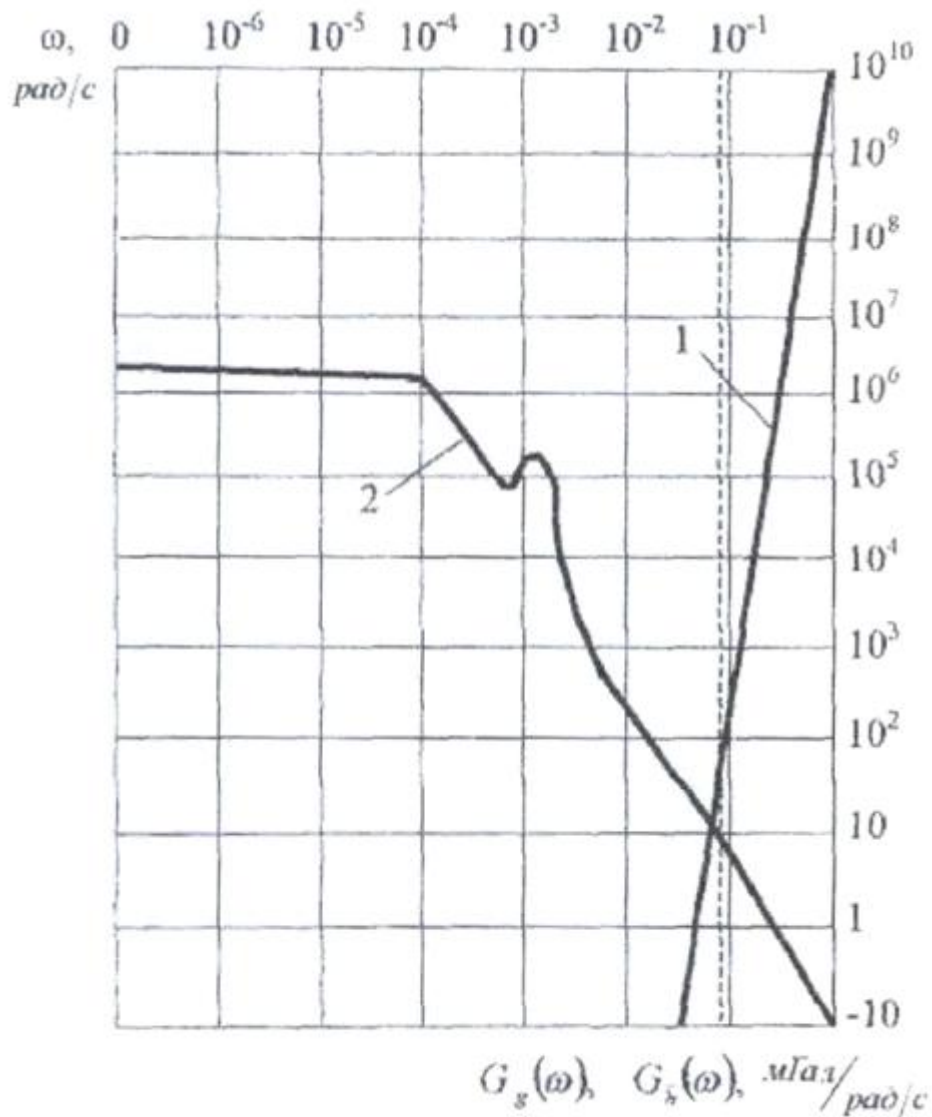
1. Патент України на винахід 79874, МПК G 01 V 7/00. Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння / О.М. Безвесільна, Ю.О. Подчашинський. - № а200509695; Заявл. 14.10.05; опубл. 25.07.07, Бюл. № 11.
2. Безвесільна О.М. Авіаційні гравіметричні системи та гравіметри: монографія / О.М. Безвесільна. - Житомир: ЖДТУ, 2007. - 604 с.
3. Янчич В.В. Пьезоэлектрические датчики вибрационного и ударного ускорения: учебное пособие / Янчич В.В. Ростов на Дону, 2008. - 77 с.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Авіаційна гравіметрична система для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння, що містить систему (1) визначення навігаційних параметрів, вимірювач (2) висоти та встановлений на двовісній платформі (5) гравіметр (3), виходи яких підключені до входів бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ) (4), яка **відрізняється** тим, що чутливий елемент гравіметра (3) розміщений у герметичному корпусі (6), пружно підтиснутий до основи (10) і виконаний у вигляді інерційної маси (9) та п'єзопакета (7), на торцях якого знаходяться ізолятори (8), причому частота власних коливань п'єзопакета (7) дорівнює частоті перетину спектральних щільностей корисного сигналу прискорення сили тяжіння та сигналу основної завади вертикального прискорення літака.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601