

Ткаченко Александр Анатольевич, заместитель директора по вопросам маркетинга и продажи услуг, ХФ ОАО «Укртелеком», Украина, e-mail: oatkachenko@ukrelecom.ua, alex1975@i.ua

питань маркетингу та продажу послуг, ХФ ПАТ «Укртелеком», Україна, e-mail: oatkachenko@ukrelecom.ua, alex1975@i.ua

Ткаченко Олександр Анатолійович, заступник директора з

Tkachenko Alexander, Kharkiv branch of JSC "Ukrtelecom", Ukraine, e-mail: oatkachenko@ukrelecom.ua, alex1975@i.ua

УДК 621.317

Ткачук А. Г.

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ П'ЕЗОГРАВІМЕТРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ АВІАЦІЙНОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

Запропоновано новий п'єзогравіметр автоматизованої авіаційної гравіметричної системи для вимірювань прискорення сили тяжіння, який має більшу точність (1 мГал), аніж відомі на сьогоднішній день (2-10 мГал). Наведено його конструкцію та вказано на її особливості. Визначено рівняння руху авіаційної гравіметричної системи із п'єзогравіметром. Проведено аналіз даного рівняння й ідентифіковано складові автоматизованої авіаційної гравіметричної системи.

Ключові слова: авіаційна гравіметрична система, п'єзогравіметр, прискорення сили тяжіння.

1. Вступ

Розвиток гравіметрії складається із таких основних етапів вимірювання – на нерухомій основі, на підводному човні, на надводному судні та на літаку (ЛА). Наземні вимірювання забезпечують найбільш високу точність (0.01 мГал), вимірювання на ЛА - найнижчу (2-10 мГал), однак вони дозволяють здійснювати вимірювання у важкодоступних районах земної кулі, зі швидкістю значно більшою, ніж наземні. Тому проведення високоточних авіаційних вимірювань є актуальним. Для цих цілей використовують авіаційні гравіметричні системи (АГС), чутливим елементом яких є гравіметр [1 – 2].

Відомі та найбільш застосовні на сьогоднішній день наступні гравіметри: "ГИ 1/1", "Чекан-АМ", "Гравитон-М", "LaCoste & Romberg (L-R-S)", "ГРИН-2000". Реально досяжна точність перерахованих авіаційних гравіметрів складає (3.0 – 10.0) мГал [1 – 4]. Сьогодні така точність є недостатньою. Також ці гравіметри вимірюють разом із прискоренням сили тяжіння вертикальне прискорення h , що є складною науково-технічною проблемою і вимагає застосування додаткових фільтрів.

Тому розроблено новий п'єзогравіметр автоматизованої авіаційної гравіметричної системи для підвищення точності вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння.

2. Аналіз літературних джерел по темі дослідження

У роботі [1] проведено аналіз рівняння руху АГС, визначено функціональну схему АГС. Узагальнено теорію і принципи побудови прецизійних гіроскопічних гравіметрів. Описано проведені експериментальні дослідження АГС із використанням гіроскопічного гравіметра з цифровою обробкою інформації. У роботі [2] проведено аналіз існуючих на сьогоднішній день авіаційних гравіметрів та визначено їх переваги та недоліки. У роботі

[3] запропоновано використовувати у якості чутливого елемента АГС п'єзогравіметр, який має точність 1 мГал. А у роботах [4, 5] викладені фізичні принципи роботи п'єзогравіметра авіаційної гравіметричної системи та наведена структурна схема перетворення вхідного сигналу його чутливим елементом. У роботах [6, 7] описано принцип роботи АГС із п'єзогравіметром у якості чутливого елемента. Приведено алгоритм визначення аномалій прискорення сили тяжіння. Описаний у роботах [8, 9] метод фільтрації вхідного сигналу п'єзогравіметра дозволяє підвищити точність вимірювання прискорення сили тяжіння набагато більше (понад 1 мГал), аніж відомі на сьогоднішній день методи. Запропонований у роботі [10] спосіб виставлення осі чутливості гравіметрів АГС забезпечує мінімізацію їх інструментальної похибки.

Мета статті – надати опис особливостей конструкції п'єзогравіметра автоматизованої авіаційної гравіметричної системи

3. Результати досліджень

Чутливий елемент (ЧЕ) п'єзогравіметра автоматизованої АГС складається із п'єзоелектричного елемента 1, що працює на основі деформації стиснення-розтягування, із ізоляторів 2 на торцях та інерційної маси 3. З метою підвищення надійності та міцності конструкції, ЧЕ пружно піджятий до основи гвинтом 6. Гравіметр за допомогою кабелю 7 з'єднаний із операційним підсилювачем (рис. 1).

П'єзоелемент являє собою багатопарову конструкцію (п'єзопакет), що складається із шарів кристалічного ніобату літію з антипаралельною поляризацією і електродами, розділеними з'єднувальними шарами. Це можуть бути зварювальні шви, клейові шари або інші контактні з'єднання. Шари п'єзоелектричного елемента з'єднані електрично паралельно.

Принцип дії гравіметра оснований на фізичному явищі прямого п'єзоефекту.

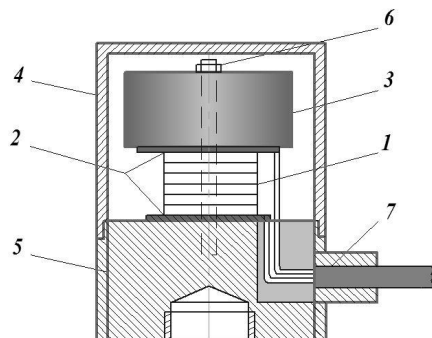


Рис. 1. Конструкція авіаційного п'єзогравіметра автоматизованої АГС: 1 – п'єзоелемент; 2 – ізолятори; 3 – інерційна маса (ІМ); 4 – кришка, 5 – основа; 6 – гвинт; 7 – кабель

Проведено аналіз основних параметрів п'єзоелектричних матеріалів та обрано найоптимальніший із них для конструкції ЧЕ нового ПГ, а саме – ніобат літію [3]. Незважаючи на посереднє значення п'єзомодуля та відносної діелектричної проникності у порівнянні із п'єзокерамікою, ніобат літію має високу стійкість до зміни зовнішніх температур та тисків, високий коефіцієнт електромеханічного зв'язку та стабільні п'єзоелектричні властивості, що є важливим безпосередньо для конструкції п'єзогравіметра.

П'єзоелектричний елемент п'єзогравіметра працює на основі деформації стиснення-розтягування. Даний вибір обґрунтовується значними перевагами п'єзоелементів, що працюють на стиснення-розтягування, перед п'єзоелементами на «згин» чи «здви́г» для вимірювання ПСТ. До переваг такого вибору відноситься і високий коефіцієнт перетворення, і мала чутливість до сторонніх впливів, включаючи поперечні коливання, і, звичайно, простота та технологічність конструкції, висока часова стабільність метрологічних характеристик.

Оскільки у якості п'єзоелектричного елемента буде використовуватись п'єзопакет, а не біморфний п'єзоелемент, то його затиснення має бути максимально пружним, що можна реалізувати лише за допомогою гвинта. Таке затиснення забезпечує стійкість п'єзоелемента до впливу перевантажень та максимальну його пружність, що також призводить до підвищення надійності п'єзогравіметра.

Конструкція п'єзогравіметра передбачає ізолюване виведення сигналу через кабель, що максимально ліквідує вплив на вихідний сигнал зовнішніх електромагнітних полів. П'єзоелемент і система корпус-основа гравіметра добре ізолювані один від одного, а це забезпечує значну стійкість до впливу акустичних шумів.

За рахунок вибору геометричних параметрів п'єзоелемента можна регулювати власну частоту п'єзогравіметра, а саме зменшувати її до 0.1 рад/с [2], що дозволить підвищити точність вимірювання прискорення сили тяжіння шляхом ліквідації впливу на вихідні покази завод, частота яких більша за частоту корисного сигналу прискорення сили тяжіння. Тобто, саме за допомогою низькочастотної фільтрації з частотою зрізу 0.1 рад/с, можна відокремлювати сигнал прискорення сили тяжіння від вертикального прискорення із похибкою, меншою ніж 1 мГал. При цьому у вихідному сигналі гравіметра також усуваються інші компоненти збурень, переважна частота яких більша

за 0.1 рад/с. До таких збурень належать поступальні віброприскорення та кутові віброприскорення. А отже, п'єзогравіметр буде виконувати функції як чутливого елемента АГС, так і фільтра низьких частот.

Проаналізуємо склад автоматизованої АГС із новим п'єзогравіметром, яка має більшу точність і швидкодію, ніж відомі на сьогоднішній день. Нова АГС містить, окрім п'єзогравіметра, систему визначення поточних навігаційних параметрів і вимірювачі поточної висоти, виходи яких підключені до бортової обчислювальної машини (БЦОМ) (рис. 2).

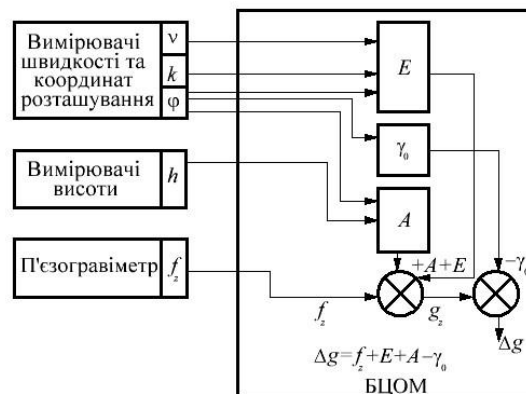


Рис. 2. Функціональна схема АГС

Рівняння руху запропонованої АГС для визначення аномалії прискорення сили тяжіння Δg з урахуванням того, що аномалія прискорення сили тяжіння дорівнює різниці g вздовж осі чутливості гравіметра та довідкового значення прискорення сили тяжіння, має вигляд:

$$\Delta g_z = f_z + \frac{v^2}{r} \left\{ 1 - 2e \cdot \left[1 - 2 \cos^2 \varphi \cdot \left(1 - \frac{\sin^2 k}{2} \right) \right] \right\} + 2\omega_3 v \sin k \cos \varphi - 2\frac{e}{r} v \cos k \sin 2\varphi + 2\frac{\gamma_0 h}{r} + \omega_3^2 h \cos^2 \varphi - \gamma_0, \quad (1)$$

де f_z – вихідний сигнал ПГ АГС; v – швидкість літального апарату (ЛА); r – радіус місцезнаходження ЛА; e – стиск еліпсоїда; φ – географічна широта; k – курс ЛА; ω_3 – кутова швидкість обертання Землі; h – висота ЛА над еліпсоїдом; \dot{h} – вертикальна швидкість ЛА; γ_0 – довідкове значення прискорення сили тяжіння.

Як бачимо із рівняння (1) відсутня необхідність вимірювання основної завади – вертикального прискорення ЛА.

4. Висновки

Запропоновано новий п'єзогравіметр автоматизованої АГС для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння. Описано особливості конструкції п'єзогравіметра. Визначено рівняння (1) руху АГС із п'єзогравіметром, що працює на літаку. Аналіз цього рівняння показує, що АГС складається із підсистем, які виконують функції: вимірюють прискорення сили тяжіння, стабілізують вісь чутливості гравіметра

у положення вертикалі, визначають координати місцезнаходження літака, швидкість, вимірюють висоту, здійснюють обчислювальні операції.

Література

1. Безвесільна, О. М. Авіаційні гравіметричні системи та гравіметри [Текст]: монографія / О. М. Безвесільна. – Житомир: ЖДТУ, 2007. – 604 с.
2. Безвесильная, Е. Н. Современные авиационные гравиметры [Текст] / Е. Н. Безвесильная, А. Г. Ткачук // IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji “ Aktualne problemy Nowoczesnych nauk – 2013 “. – Перемисьль, 2013. – С. 88-89.
3. Безвесільна, О. М. П'єзоелектричний гравіметр авіаційної гравіметричної системи [Текст]: монографія / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук. – Житомир: ЖДТУ, 2013. – С. 36-38.
4. Безвесільна, О. М. Фізичні принципи роботи п'єзоелектричного гравіметра авіаційної гравіметричної системи [Текст] / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // Вісник Інженерної академії України. – 2013.– № 2. – С. 18-21.
5. Безвесільна, О. М. Структурна схема перетворення вхідного сигналу чутливим елементом п'єзоелектричного гравіметра авіаційної гравіметричної системи [Текст] / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // Технологічні комплекси. – 2013. – № 1(7). – С. 43-50.
6. Безвесільна, О. М. Авіаційний гравіметричний комплекс для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння [Текст]: тези допов. / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // НПК on-line конференція присвячена Дню науки. – Житомир, 2013. – С. 88-89.
7. Bezvesilnaya, E. N. Gravimeter of aviation gravimetric system [Text] / E. N. Bezvesilnaya, A. G. Tkachuk, K. S. Kozko // The advanced science journal (USA). – 2013. – №8. – P.41–46.
8. Bezvesilnaya, E. N. Gravimeter Output Filtering [Text] / E. N. Bezvesilnaya, A. G. Tkachuk, K. S. Kozko // XV International PhD Workshop OWD 2013. – 2013. – №33. –

P. 306–309.

9. Безвесільна, О. М. Фільтрація вихідного сигналу п'єзогравіметра авіаційної гравіметричної системи [Текст] / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // Вісник Інженерної академії України. – 2012.– № 3-4. – С. 91-94.
10. Безвесільна, О. М. Гравіметри та їх виставка: Монографія [Текст] / О. М. Безвесільна, А. А. Остапчук, С. С. Ткачен-ко. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – 307 с.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПЬЕЗОГРАВИМЕТРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ АВИАЦИОННОЙ ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Предложен новый пьезогравиметр автоматизированной авиационной гравиметрической системы для измерений ускорения силы тяжести, который имеет больше точность (1 мГал), чем известные на сегодняшний день (2-10 мГал). Приведена его конструкция и указаны ее особенности. Определено уравнения движения авиационной гравиметрической системы с пьезогравиметром. Проведен анализ данного уравнения и идентифицированы составляющие автоматизированной авиационной гравиметрической системы.

Ключевые слова: авиационная гравиметрическая система, пьезогравиметр, ускорение силы тяжести.

Ткачук Андрій Геннадійович, аспірант, кафедра автоматизованого управління технологічними процесами та комп'ютерних технологій, Житомирський державний технологічний університет, Україна, e-mail: andrew_tkachuk@i.ua

Ткачук Андрей Геннадьевич, аспирант, кафедра автоматизированного управления технологическими процессами и компьютерных технологий, Житомирский государственный технологический университет, Украина, e-mail: andrew_tkachuk@i.ua

Tkachuk Andriy, Zhytomyr State Technological University, Ukraine, e-mail: andrew_tkachuk@i.ua

УДК 004.94 + 614.4

Товстик А. В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГЕПАТИТА В С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Рассмотрены основные особенности эпидемического процесса гепатита В, известные подходы к моделированию распространения заболеваний. Для моделирования разнородности в поведении популяции предложено применение интеллектуальных агентов, использующих нечёткий логический вывод для принятия решений. Разработана и описана структура интеллектуального агента. Получены и описаны предварительные результаты моделирования.

Ключевые слова: мультиагентный подход, нечёткий логический вывод, эпидемический процесс, гепатит В.

1. Введение

Гепатит В – глобально распространенная опасная вирусная инфекция. Ежегодно в мире регистрируется около 50 млн. больных только острой формой инфекции. Из них до 600 тыс. больных гепатитом В умирает [1]. Распространенность этого вируса широко варьирует в различных отделах земного шара [2]. Украина относится к странам со средней распространённостью.

Гепатитом В заражаются только от инфицированных вирусом гепатита людей, в том числе со скрытым про-

теканием инфекции [1]. Вирус способен передаваться при переливании крови, при нарушении целостности кожи и слизистых, при половых контактах. Вирус имеет широкий диапазон инкубационного периода (от 15 до 180 дней). Риск хронизации острого гепатита В обратно пропорционален возрасту в момент инфицирования [2].

Таким образом, в настоящее время это одна из самых широко распространенных и опасных вирусных инфекций, вызывающих повсеместную тревогу за здоровье населения, сокращение средней продолжительности жизни людей во всем мире. Гепатит В отличается