

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Наливайчука Миколи Васильовича на тему «Методи та засоби комп'ютерної обробки інформації в адаптивних супутникових надпровідних гравіметрах», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.05 - Комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації, її зв'язок з державними науковими програмами.

Розв'язання ряду важливих прикладних проблем при дослідженні гравітаційного поля Землі значною мірою залежить від застосовуваних засобів вимірювання, обробки інформації та фізичних принципів, на яких вони побудовані. До таких проблем можна віднести ефективний моніторинг природних ресурсів на основі аналізу гравітаційних аномалій, вивчення глобальних геодинамічних процесів, аналіз еволюції гравітаційного поля Землі, аналіз рухів полюсів Землі та ін. Сучасний стан розробок в галузі гравітаційних вимірів не забезпечує повною мірою дослідження ряду важливих аспектів вказаних проблем через відсутність для таких вимірів приладів з необхідними параметрами.

Значне підвищення чутливості (до значень порядку 10^{-10} g) пов'язане із створенням надпровідних приладів. Такі прилади випускаються одиничними екземплярами і в реальних умовах не досягають своїх найкращих показників. Одна з причин полягає в тому, що більшість сучасних надпровідних гравіметрів використовує ефект діаманітного відштовхування, при цьому надпровідна сфера розміщується між надпровідними струмовими котушками, а її зміщення реєструється за допомогою резонаторів або магнітометрів.

Виробництво таких приладів потребує високої технології виготовлення, оскільки сфера повинна мати найвищі класи точності та чистоти поверхні. В ході експлуатації відбуваються небажані захоплення магнітних потоків, накопичення статичних зарядів та інші явища, які негативно впливають на чутливість приладу. В цілому надпровідні гравіметри – це складні і громіздкі конструкції, які розташовані, як правило, на масивній основі і мають складну систему комунікацій, що не дає можливості використовувати їх на рухомих об'єктах.

За допомогою результатів, які описуються у даній роботі, автор намагається сприяти вирішенню проблеми створення високочутливих систем збору та комп'ютерної обробки гравіметричної інформації, що дасть можливість встановлювати такі системи на малі космічні апарати для дистанційного дослідження гравітаційного поля Землі та інших планет.

Дисертаційна робота Наливайчука М. В. належить до сфери пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки в Україні, визначених Законом України №2623-111 «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» (редакція від 16.01.2016). Тема дисертації відповідає напрямку: «Інформаційні та комунікаційні технології» (пункт 2 статті 3 Закону). Частина досліджень, висвітлених у дисертаційній роботі, здійснено, згідно з планами науково-

дослідної роботи кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у рамках держбюджетних тем: № 2908-ф «Теоретичні засади побудови інтелектуальних масштабованих комп'ютерних систем моніторингу критичних об'єктів» (державний реєстраційний номер 0116U004886); № 2907-ф «Методи оцінки та забезпечення необхідного рівня технічної безпеки роботи спеціалізованих багатопроцесорних систем управління» (державний реєстраційний номер 0115U000323); № 2202-Ф «Методи організації моніторингових інформаційно-аналітичних систем науково-освітнього призначення на основі високопродуктивних обчислювальних кластерних технологій» (державний реєстраційний номер 0109U000526); № 2415 "Теоретичні основи аналізу верифікації, перевірки та тестування програмно-апаратних компонентів інформаційних технологій спеціального призначення" (державний реєстраційний номер 0100U000937).

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Наукові результати дисертації є обґрунтованими коректністю методів, які використані в процесі вирішення поставленої задачі, коректністю зроблених припущень. Достовірність наукових висновків за результатами дисертаційного дослідження підтверджується збігом теоретичних результатів, отриманих із застосуванням запропонованої моделі надпровідного чутливого елемента з результатами експериментальних досліджень.

Оцінка змісту дисертації:

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 101 найменувань, двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 120 сторінок, у тому числі 100 сторінки основного тексту, 55 рисунків і 14 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність та доцільність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено дані про зв'язок роботи з науковими програмами, про апробацію результатів роботи

У першому розділі проаналізовано основні принципи побудови вимірювально-обчислювальних систем гравіметричного призначення, досліджено та проведено порівняльний аналіз характеристик існуючих систем.

Показано, що створення високочутливих гравіметричних систем можливе при використанні чутливого елемента на основі явища надпровідності.

Запропоновано новий підхід до створення надпровідного чутливого елемента, який має характеристики, що не поступаються іноземним аналогам, але має простішу конструкцію.

У висновках до першого розділу сформульовано завдання для подальших досліджень дисертаційної роботи.

У другому розділі розроблено математичну модель новітнього надпровідного чутливого елемента. Поставлено та вирішено задачу оцінювання величини гравітаційних збурень.

Побудовано інваріантну до збурення математичну модель асимптотично стійкого адаптивного оцінювання гравітаційного сигналу $r(t)$ за квантово-інтерферометричним спостереженням z_1 , і обумовило виконати наступні етапи: синтезу алгоритму керування u_1 , що забезпечує асимптотичну стійкість незбуреного руху $y_1 = 0$, $y_2 = 0$; синтезу алгоритму адаптивної фільтрації та чисельного аналізу математичної моделі оцінювання.

Показано, що ідеї та методи теорії керування можуть бути використані для стабілізації левітуючого пробного тіла.

У **третьому розділі** побудовано функціональну схеми системи вимірювання величини гравітаційних збурень, що діють на пробне тіло. Запропоновано методику вимірювання положення пробного тіла з допомогою оптичного інтерферометра Майкельсона, що дозволить визначати положення на рівні довжини хвилі лазерного випромінювача.

Обґрунтовано алгоритми адаптивної цифрової фільтрації для виділення корисного сигналу на фоні шумових перешкод.

Для визначення невідомого параметра g запропоновано метод вирішення оберненої задачі до математичної моделі чутливого елемента з використанням нейромережі, що спрощує процес пошуку невідомого параметра g .

Процес визначення невідомого гравіметричного збурення з використанням нейронної мережі проводиться за експериментально вимірним положенням та швидкістю левітуючого пробного тіла.

Побудовано нейромережний алгоритм оцінювання слабких гравітаційних збурень. Запропоновані алгоритми забезпечать більш стабільну роботу приладів на основі ефекту магнітної левітації.

У **четвертому розділі** наведено результати натурного експерименту для перевірки чутливості надпровідної гравіметричної системи, та застосування такої системи в геології.

Описано конструкцію надпровідного чутливого елемента, та проведені дослідження динаміки та стійкості надпровідного підвісу. Показано, що новітній чутливий елемент може мати чутливість, яка буде залежати тільки від системи вимірювання положення пробного тіла.

Описано перспективні інформаційні технології прогносної оцінки нафтогазоносності території. Запропоновано методи математичного моделювання та класифікації для використання в геології.

Запропоновано використовувати метод опорних векторів для класифікації векторів найбільш інформативних ознак з урахуванням процедури валідації. Методи дослідження можуть бути використані в різних областях знань, у тому числі в екології та сільському господарстві.

Проведені прогнозні модельні дослідження дозволили отримати оцінки ймовірності нафтогазоносності територій за матеріалами дистанційних

досліджень, незалежно від геологічних і природних умов.

Комплексування матеріалів дистанційних досліджень з даними геолого-геофізичних досліджень підвищує вірогідність і ефективність результатів прогнозу.

Запропонована методика прогнозу нафтогазоносності дозволяє проводити оцінку перспективності території на нафту і газ незалежно від пори року та природних умов, видавати рекомендації з постановки детальних пошукових робіт, оперативно проводити прогнозні дослідження на будь-якій території в необхідному масштабі, виділяти локальні ділянки з максимально можливою вірогідністю виявлення покладів нафти і газу, таким чином скорочуючи фінансові витрати і терміни на виконання пошуково-розвідувальних робіт.

Наукова новизна роботи

1. Запропоновано новий підхід до створення керованих надпровідних чутливих елементів (ЧЕ) з використанням явища магнітної левітації, що дозволило створити ЧЕ зі стабілізованою рівновагою вільного левітуючого пробного тіла. Побудовано математичну модель ЧЕ, досліджено її системні властивості і отримані умови стійкості пробного тіла по частині змінних. Це спрощує вирішення задачі визначення величини гравітаційних збурень, що діють на пробне тіло.

2. Запропоновано підхід до оцінювання величини гравітаційних збурень, що діють на пробне тіло, на основі білінійного спостереження, що дало змогу вирішити задачу оцінки параметрів вихідного сигналу сенсора. Визначено умови, які викликають хаотичність динаміки левітуючого пробного тіла, що підтверджено чисельними обрахунками спектру показників Ляпунова та експериментальними дослідженнями. Це надало можливість окреслити зону стабільності динамічної системи.

3. Набув подальшого розвитку метод вирішення обернених динамічних задач з використанням нейромереж, для визначення величини гравітаційних збурень, що дозволило зменшити час обрахунку.

Особистий внесок

Основні наукові положення та результати, що викладені в дисертаційній роботі, отримані здобувачем особисто.

У друкованих працях, які опубліковано у співавторстві, здобувачу належать: метод оцінювання вектору стану; обґрунтовано методи обробки сигналів одержаних від чутливого елемента; запропоновано структурної схеми системи обробки сигналів одержаних від чутливого елемента; запропоновано математичну модель динаміки та стійкості керованого надпровідного підвісу; запропоновано ідею використання гравіметричних вимірів з допомогою надпровідного гравіметра при гіперспектральному дослідженню Землі; запропоновано метод нейоромережевого оцінювання невідомого вхідного впливу за експериментально виміряними положенням та швидкістю пробного тіла; проведено дослідження рівняння руху і стійкості пробного тіла при наявності не одного, а двох нерухомих ідеально провідних струмових кілець; запропоновано методику використання

високотемпературних надпровідних матеріалів для побудови чутливого елемента надпровідного гравіметра.

Шляхи використання результатів дисертації

Розроблені в дисертаційній роботі методи та моделі можуть бути використані при створенні супутникових вимірювально-обчислювальних систем гравіметричного призначення для дослідження гравітаційних полів планет.

Комплексування матеріалів дистанційних гравітаційних досліджень з даними геолого-геофізичних досліджень підвищує вірогідність і ефективність результатів прогнозу покладів нафти і газу, таким чином скорочуючи фінансові витрати і терміни на виконання пошуково-розвідувальних робіт.

Теоретичні обґрунтування розрахункових співвідношень і самі розрахункові співвідношення можуть бути використані у навчальному процесі підготовки кваліфікованих фахівців у сфері моделювання комп'ютерних систем.

Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у вигляді частини лекційного курсу з дисципліни: «Моделювання» для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, за навчальною освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів, що підтверджено відповідним актом

Повнота викладу основних положень дисертації в наукових працях

Основні положення та результати дисертаційної роботи оприлюднено та обговорено на 9 міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях. За результатами виконаних досліджень опубліковано 12 наукових публікацій, з яких 8 статей в наукових фахових журналах України; 1 наукова стаття у закордонному виданні, та 1 у виданні, що проіндексоване у базі даних «Scopus», 2 статті в нефахових журналах, 9 в публікаціях матеріалів науково-технічних конференцій.

Мова та стиль дисертації й автореферату

Дисертація та автореферат написані у загальноприйнятому для наукових видань стилі державною мовою, на достатньо науково-професійному рівні. Виклад результатів досліджень, висновків та рекомендацій є чітким і доступним для сприйняття.

Автореферат повністю відображає основні положення дисертації.

Зауваження за змістом дисертації

1. В дисертації автором проведено огляд вимірювально-обчислювальних систем гравіметричного призначення та запропоновано новий підхід до створення чутливого елемента гравіметричної системи, але необхідно навести більш детальний опис методу обчислень показників Ляпунова.

2. У другому розділі розроблена математична модель керованого чутливого елемента, та запропонована визначення невідомого параметру g з допомогою штучної нейромережі. Необхідно навести більш детальне обґрунтування необхідності використання нейромереж.

3. У четвертому розділі дисертації наведено результати натурного експерименту і результати подано у вигляді вже опрацьованих даних, було б корисно навести у додатках усі дані, отримані під час проведених

експериментів.

4. В дисертації не наведено порівняння одержаних характеристик чутливості з існуючими вітчизняними та зарубіжними аналогами.

5. Наявні поодинокі неточності в оформленні тексту, трапляються окремі стилістичні помилки та не розшифровані деякі позначення, що в цілому не зменшують якість наданої роботи.

6. На стор.32 замість терміну “спільні” (індуктивності, ємності, опори) доцільно використовувати термін “взаємні”, який більш точно відображає сутність цих елементів.

Проте, вказані зауваження не зменшують позитивної оцінки дисертаційної роботи Наливайчука М. В., яка є завершеною науковою роботою, де наводиться нове рішення науково-технічної задачі обробки інформації для побудови та реалізації адаптивних супутникових надпровідних гравіметрів з керованим чутливим елементом для систем вимірювання збурень гравітаційного поля, що базується на удосконалених методах і засобах вимірювання величин гравітаційних збурень.

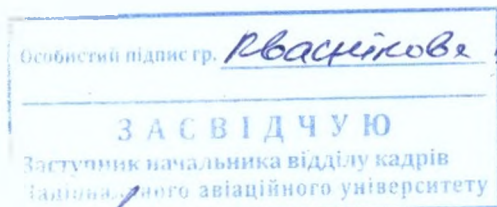
Висновок. Дисертаційна робота Наливайчука Миколи Васильовича на тему: «Методи та засоби комп’ютерної обробки інформації в адаптивних супутникових надпровідних гравіметрах» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальне наукове завдання - створення вимірювально-обчислювальних систем для визначення величини гравітаційних збурень, що дає змогу оснащувати такими системами малі космічні апарати.

Дисертація відповідає вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій, зокрема, пп. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор, Наливайчук Микола Васильович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 - комп’ютерні системи та компоненти.

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

Заслужений метролог України,
завідувач кафедри комп’ютеризованих
електротехнічних систем та технологій
Національного авіаційного університету
доктор технічних наук, професор

КВАСНИКОВ В.П.



В.П. Квасніков
13.04.2014

Проректор
з навчальної роботи

