

Наукові теоретичні та експериментальні дослідження для одержання нових знань про закономірності розподілу гравітаційних аномалій Землі

Научные теоретические и экспериментальные исследования для получения новых знаний про закономерности распределения гравитационных аномалий Земли

New theory and experimental means of measurement for building new study about the gravity anomaly lows

1. Номер державної реєстрації №0108U000623.

2. Науковий керівник

Д.т.н., проф. Заслужений діяч науки і техніки України Безвесільна О.М. приладобудівний факультет, кафедра приладобудування.

Д.т.н., проф., Заслуженный деятель науки и техники Украины Безвесильная Е.Н. приборостроительный факультет, кафедра приборостроения

Prof. Honored Worker of Science and Technology of Ukraine Bezvesilnaya E.N. Instrument Faculty, Department of Instrumentation

3. Суть розробки, основні результати

Досліджено можливість та доцільність використання в якості гравіметра діагностичного комплексу (ДК) нового гіроскопічного вимірювача прискорень (ГГ). Отримано математичну модель руху ГГ у загальному випадку руху основи. Досліджено поведінку ГГ при гармонійній дії збурення та у статичному режимі роботи, надано рекомендації по збільшенню точності вимірювань. Проведено дослідження поведінки ГГ у разі найбільш несприятливих резонансних режимів за допомогою ЦОМ. Показано можливість підвищення точності отримання інформації щодо гравітаційних аномалій шляхом використання запропонованого низькочастотного фільтра. Проведено експериментальні дослідження нового ГГ з метою підвищення достовірності отриманих теоретичних положень. Розроблено алгоритми оцінки стану ГГ у разі орієнтації його осі чутливості на північ і на південь за методом найменших квадратів і фільтра Калмана. Вирішено проблему підвищення точності ДК з ГГ у 2 рази і швидкодії у 100 разів.

Исследовано возможность и целесообразность использования в качестве гравиметра диагностического комплекса (ДК) нового гироскопического измерителя ускорений (ГГ). Получено математическую модель движения ГГ в общем случае движения основания. Исследовано поведение ГГ как при гармоническом действии возмущений так и в статическом режиме работы, надано рекомендации по увеличению точности измерений. Проведено исследование поведения ГГ в случае наиболее неблагоприятных резонансных режимов с помощью ЭВМ. Показано возможность повышения точности получения информации о гравитационных аномалиях путем использования предложенного низкочастотного фильтра. Проведено экспериментальные исследования нового ГГ с целью повышения достоверности полученных теоретических положений. Разработано алгоритмы оценивания состояния ГГ в случае ориентации его оси чувствительности на север и на юг по методу наименьших квадратов и фильтра Калмана. Решено проблему повышения точности ДК с ГГ в 2 раза и быстродействия в 100 раз.

In the given work the investigation of potentialities and expediency of using integrating gyroscopic gravimeter as a gravimeter of airborne gravimetric system are performed with the aim of increasing the accuracy of measurements of gravitational acceleration values. The peculiarities of work of integrating gyro gravimeter are investigated with the help of computer in the static operation mode and the dynamic one under the condition of harmonic action of perturbations. The

equation of airborne gravimetric system movement is specified in response to the setting point of the device and the vibrations of airplane during the flight. Analytical and quantitative characteristics of error components of gyro gravimeter are estimated. The ways of reducing the error value of gyro gravimeter are defined. The automatic system of signal reading and processing is developed. Experimental research of the integrating gyro gravimeter is carried out to confirm the reliability of the received theoretical positions.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

Новизна отриманих в НДР результатів підтверджена 12 патентами України №89816, №82763, №88473, №78620, №79874, №38917, №44131, №90627, №91160, №90621, №91315, №90985 та заявкою на винахід №а 2010 09758.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Виконана розробка не має аналогів в Україні. Виконана розробка знаходиться на рівні світових аналогів щодо точності та швидкодії ДК.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

Розроблений ДК забезпечує автоматизоване вимірювання Δg з більш високими точністю (0.1 мГл) та швидкістю (безпосередньо в процесі льоту літака) на відміну од відомих систем, результати вимірювань яких обробляють на Землі після польоту протягом місяців, тобто розроблений ДК є значно ефективнішим. Використання нового ГГ в геології, геодезії, інерціальних системах рухомих об'єктів (літальних та космічних апаратів) дасть суттєвий прибуток за рахунок значного зменшення габаритів, маси та підвищення точності, швидкодії в порівнянні з аналогами. Розробка теорії та принципів побудови ДК дозволить проводити автоматизовані дослідження гравітаційних аномалій Землі у важко доступних регіонах Землі таких, як гірські масиви, зони екватору та полюсів, акваторії і шельфи океанів та морів, що є значно більш економічно привабливим.

7. Потенційні користувачі.

Результати розробки можуть застосовуватись в аерокосмічній галузі, геології, геодезії, де необхідно вимірювати Δg з точністю до 0.1 мГл. Потенційні споживачі результатів розробки Казенне підприємство "Центральне конструкторське бюро "Арсенал" Державного комітету промислової політики України (м. Київ), Відкрите акціонерне товариство "Науково-виробничий комплекс" Київський завод автоматики ім. Петровського Державного комітету промислової політики України (м. Київ).

8. Стан готовності розробки.

Розроблено математичні моделі, алгоритми, методики проведення досліджень ДК з ГГ та динамічної настройки параметрів ГГ. Розробка готова до впровадження.

9. Існуючі результати впровадження.

- створено наукові основи використання ГГ в якості гравіметра ДК;
- розроблено алгоритм автоматизованих вимірювань Δg ДК з новим ГГ;
- розроблено математичну модель ГГ та алгоритм досліджень нового ГГ в найбільш несприятливих динамічних умовах $\omega = \omega_0$, $\omega = 2\omega_0$, $\omega = 3\omega_0$, $\omega = \omega_0/2$, $\omega = \omega_0/3$;
- запропоновано нову систему фільтрації основних збурень ГГ;
- запропоновано методику алгоритмічної компенсації похибок ГГ.

Зазначені результати дозволяють підвищити точність ГГ ДК більш ніж у 2 рази, швидкістю більш ніж у 100 разів.

Всі результати НДР впроваджено на Казенному підприємстві "Центральне конструкторське бюро "Арсенал" Державного комітету промислової політики України (м. Київ), Відкритому акціонерному товаристві "Науково-виробничий комплекс" Київський завод автоматики ім. Петровського Державного комітету промислової політики України (м. Київ), Московському інституті електромеханіки і автоматики (м. Москва).

10. **Назва підрозділу.** Кафедра приладобудування НТУУ “КПІ”, тел. роб. 279-09-26, kirichuk@mail.ru

11. **Перелік публікацій за матеріалами досліджень** за період виконання.

Дослідження з напрямку НДР відображені:

1. *в підручнику* Безвесільна О.М. ”Елементи і пристрої автоматики” Підручник. З грифом МОНУ. – Житомир: ЖДТУ, 2008.-700с., Безвесільна О.М., Войцицький А.П., Сльнікова Т.О. Киричук Ю.В. “Засоби вимірювання екологічних параметрів” Підручник. З грифом МОНУ. – Житомир: ЖДТУ, 2009.-503с.;
2. *у монографіях:*
 - Безвесільна О.М., Киричук Ю.В. Системи вібро- та ударозахисту.- Житомир, ЖДТУ, 2009. -160с.,
 - Безвесільна О.М. Автоматизований прецизійний пристрій для вимірювання кутів.- Житомир, ЖДТУ, 2010.-258с.,
 - Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Ткаченко С.С. Системи керування навігаційних систем рухомих об'єктів: Монографія. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – 174 с.,
 - Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Подчашинський Ю.О. Методи оптимізації цільової функції та ідентифікації характеристик прецизійних навігаційних систем: Монографія. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – 201 с.,
 - Безвесільна О.М., Остапчук А.А., Ткаченко С.С. Гравіметри та їх виставка: Монографія. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – 307 с.;
3. *у навчальному посібнику* “Перетворюючі пристрої приладів та комп’ютеризованих систем” (Технологічні вимірювання та прилади). О.М. Безвесільна, Ю.В. Киричук. – Видавництво ЖДТУ з грифом ЖДТУ,- Житомир, 2008,-172с.;
4. Фото / схема, слайди презентації розробки в електронному вигляді (рекламного характеру).

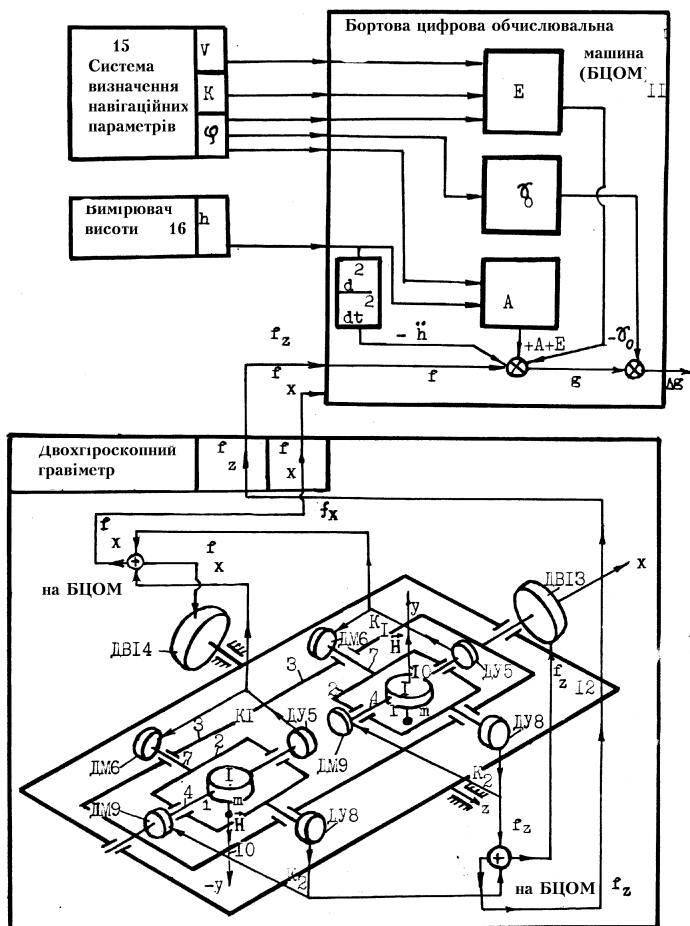


Рис.1. ДК з двогіроскопним ГГ (патент №88473)

Допустимі похибки вимірювання параметрів ДК:

Шляхова швидкість V , м/с	0,05...0,15
Курс k , хв.	1,43...3,00
Географічна широта, кут.хв.	0,5...1,5
Висота, м	3,3...10
Вертикальна швидкість, м/с	$(0,5...1) \cdot 10^2$
Вертикальне прискорення, m/s^2	$(1...3) \cdot 10^{-5}$
Шлях, м	1,5...4,5
Похибка стабілізації осі чутливості гравіметра АГС (для прямолінійного льоту на автопілоті)	0,3''...1'



Рис. 2. Новий високоточний автоматизований кутомірний пристрій (КП) (патент №44131)

Основні характеристики КП

Параметри	Значення
Діапазон вимірювання кутів	0...360°
Похибка вимірювання: систематична складова	0,5''
СКВ випадкової складової гранична похибка при 17 прийомах	0,18''
Діапазон швидкості обертання	0...600 об/хв
Габарити, мм	900×2100×1500
Маса	800 кг