

**Анотований звіт
за 2015 р. виконання теми**

«Методи і алгоритми прецизійного робастного відмовостійкого управління малими космічними апаратами і їх реалізація на проблемно-орієнтованих процесорах»

Етап № 3 «Розробка методів виявлення відмов елементів систем орієнтації МКА та їх реалізації на проблемно-орієнтованих процесорах»

Завдання на звітний рік

1. Розробка автономних, без втручання наземного комплексу, методів виявлення відмов елементів системи орієнтації МКА та відповідної реконфігурації структури вимірювальних і виконавчих пристроїв та алгоритмів оцінювання і управління для забезпечення найбільш можливої повноти функціонування МКА.
2. Розробка драйверу шини PCI Express x8 Lane, який включено в операційну систему Windows-XP.
3. Розробка тест-програми, яка реалізує перевірку роботи проблемно-орієнтованого процесора, контролера пам'яті.

Основні одержані результати у звітному році

Розроблено метод синтезу високоточної відмовостійкої системи астроорієнтації малих космічних апаратів (МКА) на основі кластера відносно низькоточних і дешевих мініатюрних зоряних датчиків (ЗД).

Розроблено програму, що дозволяє виконати на макетній платі перевірку функціонування проблемно-орієнтованого процесора, що реалізує алгоритми оцінювання орієнтації й керування, з можливістю відновлення його працездатності при збоях.

Розроблені методи синтезу відмовостійких систем керування орієнтацією МКА й побудови спеціалізованих відмовостійких бортових комп'ютерів становлять базу, необхідну для створення сучасних конкурентоздатних систем керування МКА і їхнього ситуаційного моделювання.

Назва створеної науково-технічної продукції

Методи діагностування відмов у системі управління орієнтацією МКА доволно надлишковою системою ЕДМ та реконфігурації структури і алгоритмів системи, які забезпечують збереження її функціональної повноти при появі відмов.

Методи прецизійного оцінювання орієнтації кластером мініатюрних ЗД відносно низької точності й вартості, стійкі до відмов доволної кількості (за винятком одного) ЗД кластера.

Драйвер шини PCI Expressx8 Lane, який включено в операційну систему Windows-XP, та тест-програма, яка реалізує перевірку роботи експериментального ядра проблемно-орієнтованого процесора на базисі ПЛІС для реалізації робастних алгоритмів оцінювання стану та управління МКА.

Вид науково-технічної продукції

Публікації в науково-технічних журналах, працях і тезах Міжнародних конференцій, які містять запропоновані методи відмовостійкого оцінювання орієнтації МКА та управління ними доволно надлишковою системою ЕДМ.

Нові методи проектування засобів з'єднання компонентів, зокрема ядер контролерів шини PCI Express x8 Lane та доступу до пам'яті з проблемно-орієнтованими процесорами за допомогою драйверу шини PCI Expressx8 Lane, який включено в операційну систему Windows-XP.

Обґрунтована оцінка рівня дослідження

Алгоритми відмовостійкого високоточного оцінювання орієнтації і управління нею доволно надлишковою системою ЕДМ та відповідної реконфігурації структури системи при всій їхній зовнішній відмінності базуються на загальній теоретичній основі –

розвинутих останнім часом в математичному програмуванні ефективних методах мінімізації за наявності обмежень, що пройшли випробування при розв'язуванні багатьох задач. Тому їх програмна реалізація в бортовому комп'ютері буде компактною та надійною.

Перевага розроблених експериментальних ядер контролерів прямого доступу до пам'яті та шини PCI Express x8 Lane, а також експериментального ядра проблемно-орієнтованого процесора на базі кристалів фірми Xilinx для моделювання робастних алгоритмів оцінювання та управління МКА над існуючими аналогами полягає у використанні принципу реконфігуровності для побудови високопродуктивних комп'ютерних засобів, що забезпечує можливості модернізації алгоритмів та оперативну заміну їх структури (реконфігурацію) для збереження працездатності МКА у випадках виявлених відмов його елементів в польоті.

Тому рівень досліджень поза всі сумніви відповідає світовому рівню.

Характеристика наукової та практичної значущості.

Розробка методів високоточного оцінювання орієнтації МКА й створення на їхній основі прецизійних систем керування необхідні як для виконання ряду наукових теоретичних астрофізичних досліджень, так і для вирішення прикладних задач ДЗЗ, і зокрема, одержання знімків з високою роздільною здатністю й точністю географічної прив'язки. Розробка систем керування МКА, здатних автономно без участі наземних служб виконувати діагностику виникнення позаштатних ситуацій і необхідну для збереження їхньої працездатності відповідну реконфігурацію алгоритмів управління, є важлива складова частина створення МКА із тривалим строком функціонування.

Нові методи проектування засобів з'єднання компонентів, зокрема ядер контролерів шини PCI Express x8 Lane та доступу до пам'яті з проблемно-орієнтованими процесорами за допомогою драйверу шини PCI Expressx8 Lane, який включено в операційну систему Windows-XP, дозволяють з'єднувати розроблене експериментальне ядро проблемно-орієнтованого процесора із базовим комп'ютером для розв'язку задач керування, що забезпечить апаратну реалізацію будь-яких алгоритмів для сучасних і перспективних прецизійних систем управління МКА для вирішення найважливіших задач економіки, науки, обороноздатності та безпеки України.

Використання результатів (галузь, потенційні споживачі). Підприємства космічної галузі України, зокрема, НВО «Хартрон» та ДКБ «Піденне» ім. М.К. Янгеля, дослідні та учбові установи НАН та МОН України.

В ході досліджень в 2015 році виконавцями теми опубліковано 3 статті і 3 тез доповідей на Міжнародних конференціях.

Результати досліджень докладено на науковому семінарі ІКД НАН України й ДКА України в листопаді 2015р. за участю співробітників ДКБ «Південне» ім. М.К.Янгеля (м. Дніпропетровськ) і НВП «Хартрон-Юком» (м. Запоріжжя).

Науковий керівник теми
 почесний директор Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України
 головний науковий співробітник відділу
 керування динамічними системами
 академік НАН України

В.М. Кунцевич