**Хорошилов Євген Вікторович. Методи дослідження та підвищення точності систем керування орієнтацією космічних апаратів : Дис... канд. наук: 05.13.03 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Хорошилов Є.В. Методи дослідження та підвищення точності систем управляння орієнтацією космічних апаратів. - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.03 – системи і процеси керування. - Інститут технічної механіки Національної академії наук України й Національного космічного агентства України, Дніпропетровськ, 2006.  Розглядається приборний склад системи керування орієнтацією й стабілізації (СКОС) КА, що включає зоряні датчики (ЗД), вимірювачі кутової швидкості (ВКШ), магнітометр, двигуни-маховики (ДМ) та електромагніти.  Запропоновано варіант оптимальної фільтрації інформації ЗД, що дозволяє істотно знизити погрішність визначення орієнтації КА на основі цих датчиків. Представлено співвідношення для аналізу й оцінки точності орієнтації в заданому напрямку рухливо встановлюваних на КА елементів - датчиків СКОС, приборів корисного вантажу, антен і ін. Для розглянутих надлишкових схем установки СКОС і ДМ, а також алгоритмів СКОС отримані співвідношення для визначення помилки орієнтації апаратів через погрішності положення ВКШ і ДМ, зручні для використання в практиці при формуванні вимог по точності установки цих приборів.  Запропоновано кінцеві співвідношення для знаходження вектора управляючих (динамічних) моментів ДМ надлишкового блоку виконавчих органів по відомому векторі керування. Отримано аналітичні умови стійкості процесу корекції кінетичних моментів ДМ, що розвантажуються за допомогою магнітної системи релейного типу. Розроблено метод визначення управлінь (управляючих моментів) для складних багаторежимних СКОС КА в різних можливих ситуаціях.  Проілюстровано ефективність використання запропонованих методів застосовуючи їх до розробок КА ДКБ “Південне”. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі обґрунтовані принципи побудови, розроблені математичні моделі, методи дослідження, способи підвищення характеристик, питання алгоритмічного забезпечення, а також проведене дослідження перспективного варіанта системи керування орієнтацією й стабілізації КА, призначених для дистанційного зондування Землі та зв'язку.  Розглядається як перспективний наступний приладовий склад СКОС: вимірювачі кутової швидкості, зоряні датчики (астродатчики), трикомпонентний магнітометр, двигуни-маховики, електромагніти. Цей состав забезпечує основні режими роботи корисного навантаження КА, призначених для ДЗЗ і зв'язку. З огляду на тривалі терміни активного існування КА, доцільним є використання надлишкових блоків як командних приладів, так і виконавчих органів СКОС.  Основні наукові та практичні результати роботи полягають у наступному.  1. Запропоновано варіант оптимальної фільтрації інформації зоряних датчиків, що дозволяє істотно зменшити погрішність визначення орієнтації КА на основі цих датчиків.  2. Для розглянутих надлишкових схем встановлення вимірювачів кутової швидкості КА та алгоритмів СКОС отримані аналітичні вирази для визначення сталої помилки орієнтації одного класу апаратів через погрішності встановлення вимірювачів кутової швидкості КА. Отримані вирази дозволяють у процесі проектування КА відносно просто та обґрунтовано висувати вимоги по точності положення (встановлення) цих вимірювачів на апараті.  3. Представлено співвідношення, що дозволяють проводити аналіз і оцінку точності орієнтації в заданому напрямку рухливо встановлюваних на КА елементів - датчиків системи орієнтації, приборів корисного навантаження, антен і ін. Співвідношення дозволяють розробити вимоги до підсистеми визначення орієнтації КА якщо буде потреба підвищення точності наведення елементів апарата за допомогою цієї системи.  4. Отримано, з урахуванням умови мінімуму енерговитрат при керуванні, кінцеві співвідношення, що дозволяють у довільному випадку однозначно знаходити керуючі моменти двигунів-маховиків надлишкового блоку виконавчих органів по відомому вектору керування. Запропоновані співвідношення зручні для використання при синтезі бортових алгоритмів систем керування орієнтацією та стабілізації КА.  5. Для надлишкової схеми установки двигунів-маховиків СКОС запропоновано методи, що дозволяють оцінити вплив їхніх перекосів на точність орієнтації КА та досить просто розробити обґрунтовані вимоги по точності їхньої установки на апараті.  6. Проведено дослідження стійкості нульового рішення системи нелінійних диференціальних рівнянь із релейними функціями, якими описується динаміка одного класу магнітних систем корекції кінетичного моменту маховичних виконавчих органів системи орієнтації КА. Отримані умови стійкості дозволяють просто та надійно вибирати значення основних параметрів зазначених магнітних систем.  7. Запропоновано метод визначення керувань (керуючих моментів) для складних багаторежимних систем керування КА, у тому числі параметрів закону керування, у різних можливих ситуаціях. Цей метод дозволяє відносно просто визначати керування для СКОС у випадках, якщо необхідно враховувати такі фактори, як насичення моментних характеристик, вплив переміщення орієнтирів, часткові несправності СКОС.  8. Наведено результати моделювання стосовно до розробок КА ДКБ «Південне», що ілюструють ефективність використання в практиці запропонованих методів. | |