**Проскура Галина Анатоліївна. Моделі і методи корекції помилок мініатюрних безплатформних інерціальних навігаційних систем : Дис... канд. наук: 05.13.03 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Проскура Г.А. Моделі і методи корекції помилок мініатюрних безплатформних інерціальних навігаційних систем. –**Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.13.03 – системи і процеси управління. – Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, 2009.  Дисертацію присвячено розробленню й вдосконаленню методів корекції помилок мініБІНС на низькоточних МЕМС-датчиках, сферою використання яких є такі нетрадиційні для ІНС галузі, як робототехніка, мініатюрні безпілотні літальні апарати та ін.  Наукові результати: 1) удосконалено математичні моделі помилок інтегрованих мініБІНС шляхом урахування особливостей МЕМС інерціальних датчиків низької точності, що дозволило підвищити точність описання помилок низькоточних інерціальних систем у 1,5 рази порівняно з традиційними; 2) уперше розроблено метод формування оцінюваного вектора помилок мініБІНС, особливістю якого є визначення відновлюваності інструментальних похибок інерціальних датчиків, що дозволяє забезпечити ідентифікацію всіх компонент вектора помилок системи; 3) набув подальшого розвитку метод корекції мініБІНС на основі проведених досліджень в частині аналізу точності різних видів зворотних зв’язків процесу корекції за оцінками помилок. Метод дозволив підвищити точність формування параметрів орієнтації й навігації мініБІНС порівняно з існуючими методами корекції БІНС за зовнішніми вимірюваннями в 2 рази. | |
| |  | | --- | | У результаті проведених у дисертаційній роботі досліджень вирішено науково-технічну задачу розроблення методів і моделей корекції помилок мініатюрних інерціальних систем за зовнішніми вимірюваннями. Зокрема, отримано такі важливі наукові й практичні результати:  1. Удосконалено математичні моделі помилок мініатюрних БІНС з урахуванням особливостей низькоточних МЕМС-датчиків. Традиційно використовувані моделі помилок БІНС, розроблені для прецизійних датчиків, не дозволяють адекватно описувати помилки систем низької точності. Тому під час розроблення математичних моделей помилок мініБІНС були використані такі припущення: нелінійні рівняння помилок отримано відносно обчислених параметрів (що суттєво відрізняються від ідеальних); лінеаризацію проведено для ненульової робочої точки, тому що помилки таких БІНС характеризуються значними відхиленнями від нуля.  Для перевірки достовірності розроблених математичних моделей проведено аналіз адекватності, який полягає у порівнянні відповідних параметрів – розв’язків безпосередньо рівнянь помилок і різниць розв’язків ідеальних і збурених рівнянь БІНС. Установлено, що використання розроблених математичних моделей дозволило підвищити точність описання помилок низькоточних інерціальних систем у 1,5 рази порівняно з традиційними.  2. Розроблено метод формування оцінюваного вектора помилок інерціальної системи з гіроскопами й акселерометрами низької точності, заснований на проведенні аналізу спостережуваності й відновлюваності помилок таких систем. Використання такого методу дозволило виявити неспостережувані та відновлювані компоненти вектора помилок мініБІНС і сформувати повністю спостережуваний набір інструментальних похибок інерціальних датчиків, що включає зміщення нулів гіроскопів та акселерометрів (моделі типу вінерівських процесів першого порядку). При такому розширенні зберігається повна спостережуваність помилок навіть за відсутності вимірювань в азимутальному каналі і, відповідно, можливість впливу на точність їх оцінювання. Це дозволяє вибрати тип фільтра Калмана, що реалізує оцінювання помилок мініБІНС, та ефективно вирішувати задачу їх корекції.  3. Набув подальшого розвитку метод корекції мініБІНС, на основі проведених досліджень, що включали детермінований, при сталих вхідних збуреннях, статистичний, при вхідних збуреннях типу стаціонарний випадковий процес, аналізи точності та аналіз точності методом математичного моделювання роботи навігаційної системи в режимі корекції. Особливістю такого методу є використання зворотного зв’язку за повним вектором оцінок помилок системи спільно з компенсацією помилок на виході, що дозволяє підвищити точність вироблення параметрів навігації мініБІНС у 2 рази, порівняно з існуючими методами корекції.  4. Реалізовано у вигляді програмного забезпечення запропонований метод корекції інтегрованої системи навігації, призначений для вироблення скоректованих параметрів орієнтації й навігації мініБІНС.  Розроблене ПЗ забезпечує виконання таких функцій: моделювання роботи основного алгоритму навігації; обчислення оцінених значень помилок мініБІНС за допомогою фільтра Калмана; опрацювання різних видів замикань; вироблення скоректованих параметрів навігації мініБІНС.  У програмному забезпеченні реалізована замкнена за повним вектором оцінок помилок схема корекції з компенсацією помилок на виході, що характеризується потрібним запасом стійкості до динаміки оцінювання помилок і робастними властивостями до «поганих» вимірювань.  5. Проведено тестове моделювання й експериментальний аналіз точності корекції мініБІНС в умовах динамічних і польотних випробувань. Установлено, що швидкість збіжності оцінок помилок системи дозволяє їх використовувати в процесі корекції. При цьому похибка визначення навігаційних параметрів мініБІНС, яка оцінювалась при порівнянні з визначенням навігаційних параметрів еталонних систем (GPS-приймач, магнітний компас, барометричний висотомір) становить менше, ніж 2 град для курсу та 2 м для висоти, що свідчить про ефективність запропонованого методу корекції мініБІНС.  Одержані результати можуть бути використані при побудові інтегрованих інерціальних систем навігації для підвищення точності формування параметрів орієнтації і навігації рухомих об’єктів. | |