

УДК 629.7.05:001.891.3

К.О. Рачинський

Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, Євпаторія

СТРАТЕГІЯ ПРОВЕДЕННЯ НАВІГАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА БОРТУ КОСМІЧНОГО АПАРАТА

Виходячи з поняття комплексної навігаційної системи космічного апарату, астронавігаційну систему можна уявити як комплекс бортових підсистем, які можна вважати самостійними навігаційними системами. В статті запропоновано метод обробки навігаційних параметрів і оцінювання на борту космічного апарату координат його міста знаходження. Метод заключається у послідовному виконанні заходів щодо проведення навігаційних вимірювань параметрів рентгенівського пульсару, обробки отриманої навігаційної інформації та оцінки визначених навігаційних параметрів, що обумовлює закладання в основу цього методу відповідних методик.

Ключові слова: космічний апарат, рентгенівський пульсар, бортова комплексна навігаційна система

Вступ

Навігаційна система, що базується на використанні астроорієнтирів володіє характерними особливостями:

- велика структурна і інформаційна надлишковість, яка забезпечується використанням великої кількості розташованих у космічному просторі астроорієнтирів;
- усі астроорієнтири мають єдину природу, як джерела навігаційної інформації, що випромінюють в єдиному часовому просторі.

Враховуючи особливості астронавігаційних систем та характерні властивості розглядаємих астроорієнтирів, метод визначення навігаційних параметрів руху космічних апаратів на основі використання інформації рентгенівських пульсарів заключається у послідовному виконанні заходів щодо проведення навігаційних вимірювань параметрів рентгенівського пульсару (РП), обробки отриманої навігаційної інформації та оцінки визначених навігаційних параметрів, що обумовлює закладання в основу цього методу відповідних методик.

Мета статті. Проведення навігаційних вимірювань на борту космічного апарата.

Основна частина

Достатньо велика кількість рентгенівських пульсарів, які можливо використати як астроорієнтири для вимірювань, та безпосереднє використання декількох способів здійснення вимірювань, дає можливість розглядати таку астронавігаційну систему як комплексну навігаційну систему.

Виходячи з поняття комплексної навігаційної системи КА, астронавігаційну систему можна уявити як комплекс бортових підсистем, які можна вважати самостійними навігаційними системами.

У нашому випадку до складу підсистеми входить алгоритмічне забезпечення здійснення вимірю-

вань повного складу навігаційних параметрів та визначення груп РП, які розташовані геометрично максимально ефективно.

Таким чином, запропоновано бортову комплексну навігаційну систему (БКНС), до кожної підсистеми якої входить алгоритм здійснення вимірювання повного складу навігаційних вимірів за визначеною групою РП. Якщо на борту КА реалізовано такі алгоритми вимірювання:

- вимірювання кутових висот двох зірок над горизонтом планети і кутового діаметру тієї самої планети;
- вимірювання кутових висот двох зірок над горизонтом планети і висоти КА над тією самою планетою;

тоді ми вже маємо дві підсистеми. А у разі здійснення за допомогою кожного алгоритму вимірювань за різними групами РП, отримуємо розширену систему алгебраїчних рівнянь, кількість яких $N=sg$, де s – кількість задіяних алгоритмів вимірювання; g – кількість використаних груп РП.

Виходячи з цього, вибрав три оптимальних положення розташування астроорієнтирів (тобто три пари зірок), ми матимемо шість підсистем. Причому один і той же астроорієнтир можна використовувати при здійсненні вимірювань різними способами. З достатньою кількістю РП обираємо ті, які б відповідали вимогам для використання їх як астроорієнтири.

Першим кроком до вибору астроорієнтирів є розрахунок навігаційних параметрів КА за допомогою спрощеної моделі його руху, яка реалізована на борту КА. Як модель можна вибрати Кеплерівську модель руху КА, яка не потребує значних розрахунків, але здатна визначити приблизне місце знаходження (МЗ) КА. У результаті таких розрахунків ми знатимемо, які вимірювання і по яким РП можливо здійснити з даного МЗ КА.

Слід зазначити, що збільшення швидкості передачі повідомлень зазвичай супроводжується роз-

ширенням потенційних можливостей здійснення оперативного контролю поточного стану каналу, що використовується (якості оброблюваної інформації або значень параметрів сигналів, що приймаються). Таким чином, із збільшенням швидкості передачі інформації (а значить і із зменшенням тривалості тактового інтервалу) скорочується період часу, який потрібно для здійснення достовірного контролю, тобто підвищується оперативність даного контролю. Відзначимо також, що збільшення швидкості передачі інформації і пов'язане з цим підвищення області частот, що використовуються, дозволяє розширити динамічний діапазон адаптації по багатьох параметрах (просторовим, частотним і т.п.) переданих сигналів і власне по швидкості передачі. Таким чином, з підвищенням швидкості передачі інформації збільшується гнучкість і розширюються функціональні можливості адаптивних систем зв'язку. В цілому

$$R \uparrow, \Rightarrow \bar{N}_n \uparrow, (\Delta / \delta) \uparrow, \Delta T_k,$$

де \bar{N}_n – середня довжина пакету помилок, причому $\bar{N}_n = \Delta \bar{t}_3 / \Delta t_T$; Δt_3 – середня тривалість завмирань не менш деякої порогової, яка характеризується деякою достатньо високою вірогідністю появи корельованих помилок; Δt_T – тривалість тактового інтервалу, значення якого для заданого методу модуляції (і способу кодування дискретних) сигналів обернено пропорційна до величини швидкості передачі інформації R ; ΔT_k – період часу, що вимагається для достовірного контролю поточного стану каналу, що використовується та (або) параметрів корисного сигналу і сигналів, що заважають, та шумів або якості інформації, що приймається; (Δ / δ) – динамічний діапазон адаптації; Δ – область перебудови; δ – робоча область.

Запропонована побудова БКНС має такі важливі переваги:

– здійснення навігаційних вимірювань параметрів РП на борту КА, що забезпечує автономність визначення навігаційних параметрів руху КА;

– зменшення похибок координат МЗ КА, завдяки оптимізації обробки надлишкової інформації підсистем;

– підвищення надійності навігаційного забезпечення руху КА за рахунок резерву БКНС;

– поліпшення використання навігаційного простору.

БКНС дає змогу отримувати надлишкову навігаційну інформацію та групувати її у групи за відповідними підсистемами, якщо одночасно проводити вимірювання різними способами, використовуючи різні групи РП. Якщо одночасно проводити вимірювання різними способами і використовуючи різні групи РП, то ми отримаємо достатню надлишковість навігаційної інформації. У процесі роботи БКНС, кожна підсистема здійснює відповідну кількість навігаційних вимірювань з притаманними їй похибками.

Висновок

Таким чином, метод визначення навігаційних параметрів зводиться до обробки й оцінювання отриманої навігаційної інформації за більш ефективною методикою.

Список літератури

1. Русаков А.А. Бортовые автономные навигационные системы искусственных спутников Земли // *Зарубежная радиоэлектроника*. – 1977. – № 8. – С. 67-82.
2. Баклицкий В.К., Юрьев А.Н. Корреляционно-экстемальные методы навигации. – М.: Радио и связь, 1982. – 256 с.
3. Автоматизированные навигационные системы // *Под ред. Крыжановского // Итоги науки и техники. Воздушный транспорт*. – 1986. – Т. 14. – 163 с.
4. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структур сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 267 с.

Надійшла до редколегії 15.07.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Козелков, Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, Київ.

СТРАТЕГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

К.А. Рачинский

Исходя из понятия комплексной навигационной системы космического аппарата, астронавигационную систему можно представить как комплекс бортовых подсистем, которые можно считать самостоятельными навигационными системами. В статье предложен метод обработки навигационных параметров и оценивания на борту космического аппарата координат его места нахождения. Метод заключается в последовательном выполнении мероприятий по проведению навигационных измерений параметров рентгеновского пульсара, обработки полученной навигационной информации и оценки определенных навигационных параметров, которые обуславливают закладывание в основу этого метода соответствующих методик.

Ключевые слова: космический аппарат, рентгеновский пульсар, бортовая комплексная навигационная система.

STRATEGY OF THE NAVIGATION MEASUREMENTS ON BOARD A SPACECRAFT

K.A. Rachinski

On the basis of the conception-board comprehensive navigation system of spacecraft, the astronavigational system can be presented as a on-board comprehensive subsystems which can be considered independent navigational. The method of treatment of navigation parameters and evaluation aboard the of spacecraft coordinates of its place of finding is offered in the article. A method consists in successive implementation of measures of the navigation measurements of parameters of x-ray photography pulsar, treatments of the got navigation information and estimation of certain navigation parameters which stipulate gobbing in basis of this method of the proper methods.

Keywords: spacecraft, x-ray photography pulsar, on-board comprehensive navigation system.