

УДК 621.7

В.О. Подліпаєв

Військова частина А 0515

СТРАТЕГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ НАВІГАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПУЛЬСАРІВ НА БОРТУ КОСМІЧНОГО АПАРАТА

У роботі представлено методику комплексного здійснення автономних навігаційних вимірювань параметрів рентгенівських пульсарів на борту космічного апарата. В основі даної методики лежить комплексний підхід до побудови стратегії вимірювань навігаційних параметрів.

Ключові слова: вимірювання навігаційних параметрів, рентгенівський пульсар, космічний апарат.

Вступ

Загальна постановка проблеми. Використання зірок як джерел навігаційної інформації дозволяє виконати сучасні вимоги до навігації космічних апаратів (КА), а характеристики зірок відповідають вимогам до навігаційних орієнтирів для точного визначення параметрів руху супутника [1 – 3].

Крім того, сучасні реалії польоту КА [4] потребують алгоритми, які дозволяють отримувати первинну навігаційну інформацію в реальному масштабі часу. На борту КА необхідно мати систему миттєвої навігації й орієнтації.

На зоряному небі розташована велика кількість рентгенівських пульсарів (РП), причому в будь-якій його частині знайдеться достатня їх кількість для вирішення навігаційної задачі руху КА.

Таким чином, не обов'язково брати в обробку всі астроорієнтири, які видно з точки розташування КА. Досить приблизно знати місцезнаходження КА та за допомогою спеціального алгоритму зробити вибір оптимального робочого сузір'я для цієї точки [5].

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Принцип використання зірок у якості астроорієнтирів для визначення параметрів руху супутників реалізований на багатьох КА [6], а астродатчики [7] є складовою частиною бортової апаратури КА.

Як показує практика космічних польотів, астрономічні джерела первинної навігаційної інформації, а також методи та засоби вирішення завдання навігації в космосі, засновані на використанні цієї інформації та значною мірою визначають успіх виконання всіх завдань, які ставляться перед космічними системами різного призначення. Нині практично немає таких КА, бортові системи яких не оснащені пристроями навігації й орієнтації, які використовують інформацію від астрономічних джерел.

Достатньо велика кількість РП, які можливо використовувати у якості астроорієнтирів для вимірювань та безпосереднє використання декількох способів здійснення вимірювань, дає можливість розглядати таку астронавігаційну систему, як ком-

плексну навігаційну систему.

Ціль статті. Пропонується методику комплексного здійснення автономних навігаційних вимірювань параметрів РП на борту КА, яка відрізняється від інших використанням бортової комплексної навігаційної системи, підсистеми якої мають чітко визначені функції для отримання надлишкових даних координат місця знаходження (МЗ) КА. Цій метод спирається на комплексний підхід до побудови стратегії вимірювань навігаційних параметрів.

Постановка завдання та викладення матеріалів дослідження

Виходячи з поняття комплексної навігаційної системи КА [8 – 11], астронавігаційну систему можна уявити як комплекс бортових підсистем, які можна вважати самостійними навігаційними системами.

При цьому до складу підсистеми входить алгоритмічне забезпечення здійснення вимірювань повного складу навігаційних параметрів та визначення груп РП, які розташовані геометрично максимально ефективно, що складає бортову комплексну навігаційну систему (БКНС).

До кожної підсистеми БКНС входить алгоритм здійснення вимірювання повного складу навігаційних вимірів за визначеною групою РП. Якщо на борту КА реалізовано такі алгоритми вимірювання, як:

– вимірювання кутових висот двох зірок над горизонтом планети і кутового діаметра тієї самої планети;

– вимірювання кутових висот двох зірок над горизонтом планети і висоти КА над тією самою планетою,

тоді вже існує 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), мається шість підсистем. Причому один і той самий астроорієнтир можна використовувати при здійсненні вимірювань різними способами. З достатньої кількості РП обираємо ті, які б відповідали вимогам для використання їх у якості астроорієнтирів.

Першим кроком до вибору астроорієнтирів є розрахунок навігаційних параметрів КА за допомо-

гою спрощеної моделі його руху, яка реалізована на борту КА. У якості моделі обрано кеплерівська модель руху КА, яка не потребує значних розрахунків, але здатна визначити приблизне МЗ КА. У результаті таких розрахунків відомо, які вимірювання і по яких РП можливо здійснити з даного МЗ КА (рис. 1). Така побудова БКНС має такі важливі переваги

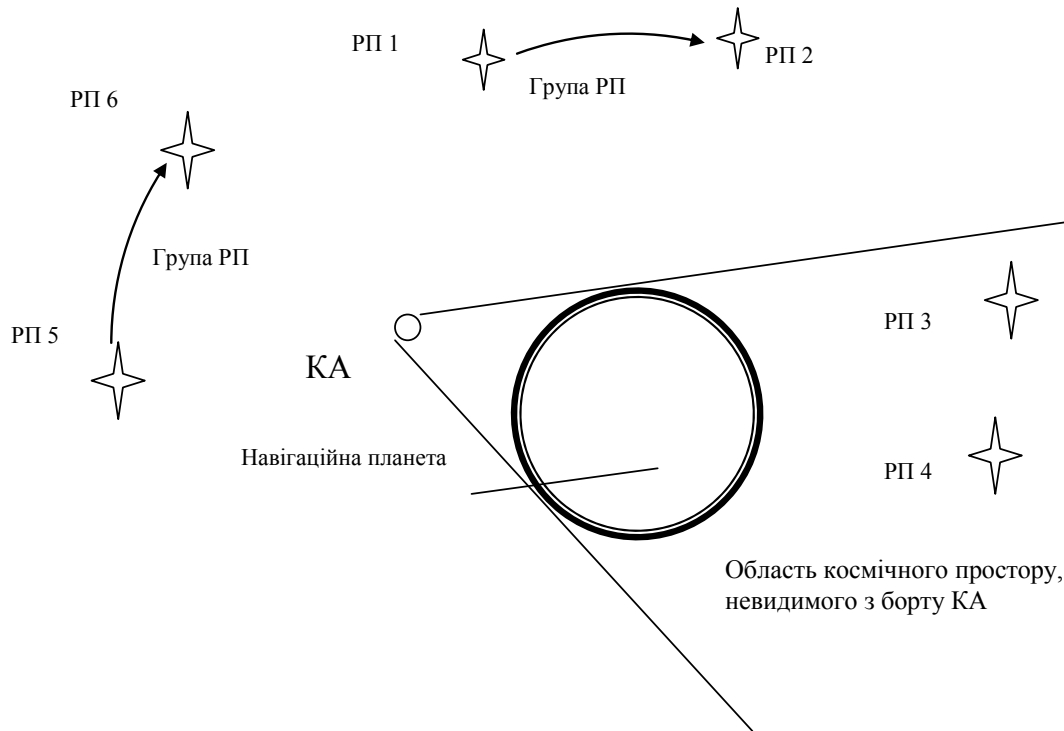


Рис. 1. Визначення РП, по яких будуть проведені навігаційні вимірювання

– 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.

Якщо одночасно проводити вимірювання різними способами, використовуючи різні групи РП, то отримаємо достатню надлишковість навігаційної інформації (рис. 2 і 3).

У процесі роботи БКНС кожна підсистема здійснює відповідну кількість навігаційних вимірювань з притаманними їй похибками.

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

Висновки

БКНС дає змогу отримувати надлишкову наві-

гаційну інформацію та групувати за відповідними підсистемами, якщо одночасно проводити вимірювання різними способами, використовуючи різні групи РП.

Така побудова системи навігації надасть необхідну кількість надлишкової навігаційної інформації.

Проведення вимірювань за методикою комплексного здійснення навігаційних вимірювань параметрів РП дозволяє отримати доцільну надлишкову навігаційну інформацію, використовуючи лише до 10 РП.

Список літератури

1. Порфирьев В.В. Тайны звёзд / В.В. Порфирьев. – К.: Наукова думка, 1966. – 119 с.
2. Петрицев В.Ф. Метод декомпозиции в задаче припланетной астронавигации с использованием псевдозвезд / В.Ф. Петрицев // Космические исследования. – 1989. – № 2. – С. 221-227.
3. Голкін Д.В. Перспективи застосування космічних систем для забезпечення бойових дій Повітряних Сил Збройних Сил України / Д.В. Голкін, Г.В. Худов, В.О. Подліпасев // 6-а міжнар. науково-технічної конференції “Практична космонавтика і високі технології”, Житомир, 9-11.01.2007. – Житомир, 2007. – С. 42-43.

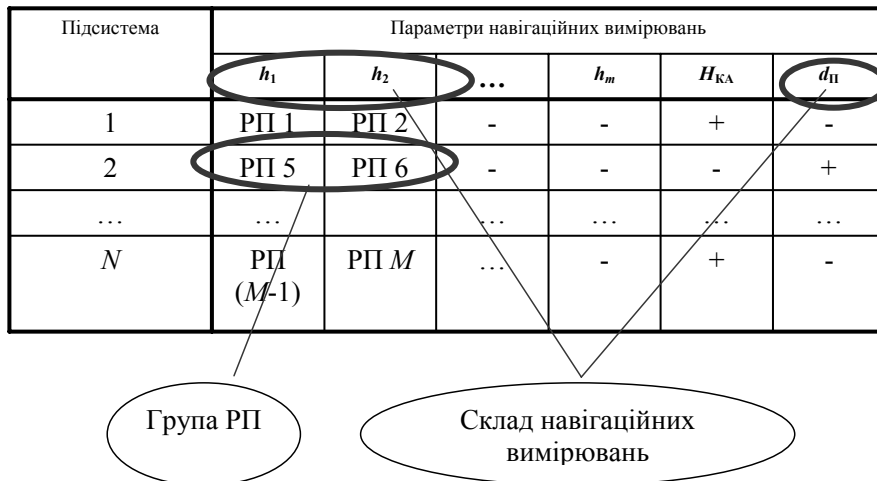


Рис. 2. Формування масиву надлишкових даних за результатами навігаційних вимірювань

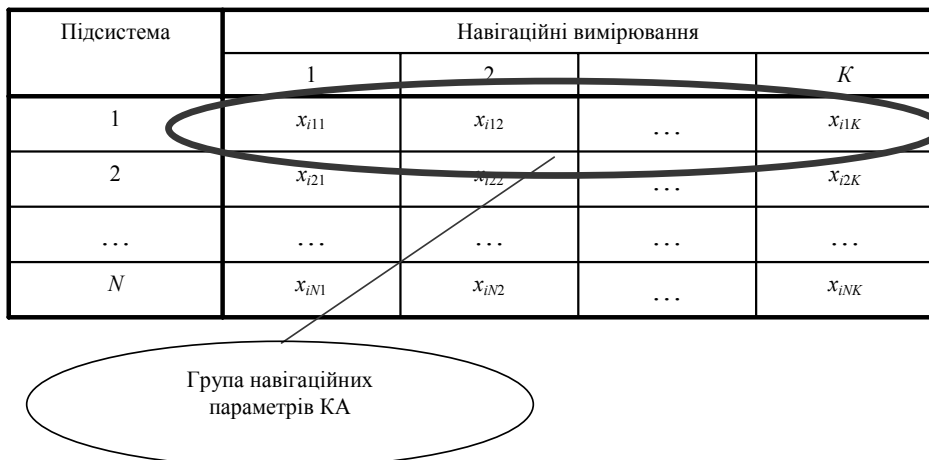


Рис. 3. Формування груп навігаційних параметрів КА за результатами навігаційних вимірювань

4. Иванов Н.М. Баллистика и навигация космических аппаратов / Н.М. Иванов, Л.Н. Лысенко. – Серия: Авиация и космонавтика. – М.: Дрофа, 2004. – 544 с.

5. Голяков А.Д. Аналитическая оценка потенциальной точности автономной астронавигации космического аппарата по орбитальным ориентирам / А.Д. Голяков // Изв. вузов. Приборостроение. – 2003. – Т. 46, № 4. – С. 51-57.

6. Самотокин Б.Б. Навигационные приборы и системы / Б.Б. Самотокин, В.В. Мелешико, Ю.В. Степанковский. – К.: Вища школа, 1986. – 343 с.

7. Астроледящие системы / Под ред. Б.К. Чемоданова. – М.: Машиностроение, 1977. – 304 с.

8. Беляевский Л.С. Основы радионавигации / Л.С. Беляевский, В.С. Новиков, П.В. Олянюк. – М.: Транспорт, 1992. – 320 с.

9. Баклицкий В.К. Корреляционно-экстремальные методы навигации / В.К. Баклицкий, А.Н. Юрьев. – М.: Радио и связь, 1982. – 256 с.

10. Автоматизированные навигационные системы / Под ред. Г.А. Крыжановского. – Итоги науки и техники. Сер. Воздушный транспорт. – 1986. – Т. 14. – 163 с.

11. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структурных сложных систем / А.Д. Цвиркун. – М.: Наука, 1982. – 267 с.

Надійшла до редколегії 4.11.2008

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

СТРАТЕГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕНТГЕНОВСКИХ ПУЛЬСАРОВ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

В.А. Подлипаев

В работе представлена методика комплексного осуществления автономных навигационных измерений параметров рентгеновских пульсаров на борту космического аппарата. В основе данной методики лежит комплексный подход к построению стратегии измерений навигационных параметров.

Ключевые слова: измерение навигационных параметров, рентгеновский пульсар, космический аппарат.

STRATEGY OF LEADTHROUGH OF MEASUREMENTS OF NAVIGATION PARAMETERS OF X-RAY PHOTOGRAPHY PULSARS ABOARD A SPACE VEHICLE

V.A. Podlipaev

The method of complex realization of the autonomous navigation measurements of parameters of x-ray photography pulsars is in-process presented aboard a space vehicle. This method the complex going is underlaid near the construction of strategy of measurements of navigation parameters.

Keywords: measuring of parameters of navigations, x-ray photography pulsar, space vehicle.