



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **25020** (13) **U**
(51) МПК (2006)
B64G 1/24МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ УСТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ КОСМІЧНИМ АПАРАТОМ З НАЗЕМНОЮ СТАНЦІЄЮ КЕРУВАННЯ**

1

2

(21) u200702302

(22) 03.03.2007

(24) 25.07.2007

(46) 25.07.2007, Бюл. № 11, 2007 р.

(72) Загорулько Олександр Миколайович, Моргун
Олександр Андрійович, Богомья Володимир Іва-
нович, Козелкова Катерина Сергіївна

(73) Загорулько Олександр Миколайович

(57) Спосіб установлення зв'язку космічним апа-
ратом (КА) з наземною станцією керування, який
полягає в тому, що моменти вмикання (вимикання)

сеансної апаратури відбуваються при досягненні траєкторії польоту (підсупутниковою точкою орбіти КА) координат початку (кінця) зони радіоогляду наземної станції керування, заздалегідь записаних в бортовий запам'ятовуючий пристрій, який **відрізняється** тим, що використовуються поточні дані про рух КА в гринвіцькій системі координат, які формуються апаратурою супутникової навігації, та координати зони радіоогляду наземної станції керування.

Корисна модель відноситься до галузі систем керування, зокрема, до радіотехнічних методів керування бортовою апаратурою космічних апаратів (КА) і може бути використана в системах керування бортовою апаратурою вітчизняних космічних апаратів, що працюють в умовах однопунктної технології.

Відомий спосіб керування бортовою апаратурою космічних апаратів, в тому числі і для установлення зв'язку з наземною станцією керування, який впроваджено в вітчизняну практику - програмно-часовий, коли програма роботи бортової апаратури КА, що записується в бортовий запам'ятовуючий пристрій, являє собою параметричну (змістовну) частину та часову. Періодично проводиться порівняння часової частини програми з поточним часом і при їх відповідності (відмінності на величину менше допустимої) відпрацьовується параметрична частина [1, 2, 4] та виконується вмикання сеансної апаратури.

Недоліком відомого способу, обраного як прототип, є те, що при програмно-часовому способі керування досить важко забезпечити необхідну точність прогнозування та визначення місцезнаходження КА, особливо в умовах однопунктної технології, що приводить до додаткового використання енергетичного, інформаційного та технічного ресурсу, а також до необхідності періодично записувати в бортовий запам'ятовуючий пристрій моменти часу вмикання (вимикання) сеансної апаратури, що збільшує обсяг інформації в напрямку "Земля-борт" [3, 5].

В основу корисної моделі покладено завдання створити спосіб керування сеансною апаратурою КА, який шляхом введення в програму роботи бортової апаратури КА просторових (координатних) складових зони радіоогляду наземної станції керування дав можливість забезпечити установлення зв'язку КА з наземною станцією керування.

Для рішення поставленого завдання у спосіб установлення зв'язку КА з наземною станцією керування, який полягає в тому, що моменти вмикання (вимикання) сеансної апаратури відбуваються при досягненні траєкторії польоту (підсупутниковою точкою орбіти КА) координат початку (кінця) зони радіоогляду наземної станції керування, заздалегідь записаних в бортовий запам'ятовуючий пристрій.

Суть запропонованої корисної моделі полягає у наступному: зараз в закордонній та вітчизняній практиці побудови бортового обладнання КА широке застосування знаходять автономні системи навігації (АЧН), які використовують сигнали глобальних космічних навігаційних систем "Глонасс" та GPS. При цьому перевагу мають ті, які використовують сигнали обох систем: при пропаданні сигналів якої не будь навігаційної системи або неможливості її використання вони автоматично продовжують роботу по іншій космічній навігаційній системі [6].

(13) **U**(11) **25020**(19) **UA**

Вихідною інформацією АСН є:
 поточні координати КА (в Гринвічській системі координат) x_i, y_i, z_i ,
 складові вектору швидкості Vx_i, Vy_i, Vz_i ;
 поточні значення часу (UTC).

За даними АСН бортовим обчислювальним пристроєм проводиться розрахунок траси польоту (координат підсупутникової точки). Розрахунок координат підсупутникової точки залежить від вибраної моделі поверхні Землі. Вони можуть бути:

1) геоцентричними $\lambda(t)$ і $\psi(t)$, якщо Земля має форму шару;

2) геодезичними $L(t)$ і $B(t)$, якщо в якості моделі Землі використовується еліпсоїд (Красовського чи загальноземний);

3) географічними $\lambda(t)$ і $\phi(t)$ якщо моделлю Землі є геоїд.

Для геодезичних координат співвідношення поточних координат КА (в Гринвічській системі координат) x, y, z , з геодезическими $L(t)$ і $B(t)$ будуть мати вигляд:

$$B = \arctg \frac{z_i}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2 * (1 - \alpha)^2}} \text{ (рад)}$$

$$L = \arctg \left(\frac{y_i}{x_i} \right) \begin{cases} L = L + \pi; & x < 0 \\ L = L + 2\pi; & x > 0 \end{cases} \quad \begin{matrix} y < 0 \\ y > 0 \end{matrix}$$

$$H = R - R_{\text{эл}}$$

$$R = \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}$$

$$R_{\text{эл}} = \frac{\alpha_{\text{эл}} * \sqrt{1 - e_{\text{эл}}^2}}{\sqrt{1 - e^2 * \cos^2 \phi}}$$

$$\phi = \arctg \left(\frac{(1 - e^2) * \sin B}{\cos B} \right)$$

Ефективність вибраної моделі Землі (або системи координат) повинна бути направлена на досягнення максимальної швидкодії при рішенні задачі бортовою ЕОМ з необхідною точністю.

При цьому способі моменти включення (відключення) бортової сеансної апаратури КА вико-

нуються при умові співпадіння поточних координат підсупутникової точки КА, які обраховані за даними АСН, з просторовими (координатними) складовими зони радіоогляду наземної станції керування, які заздалегідь записуються в бортовий запам'ятовуючий пристрій (Фіг.1). В цьому випадку часові похибки вмикання (вимикання) сеансної апаратури визначаються лише похибками бортової навігаційної апаратури.

Реалізація запропонованої корисної моделі дозволяє забезпечити установлення зв'язку космічним апаратом з наземною станцією керування в заданому зоною радіоогляду просторі з більшою, ніж у відомому способі керування точністю при спрощенні процедури технічної реалізації та приблизно в двічі скоротити обсяг інформації, що передається на борт КА.

Алгоритм роботи бортової системи керування для запропонованого способу представлений на Фіг.1.

Перелік посилань:

1. Космические радиотехнические комплексы / Под общ. редакцией Г.В. Стогова - М.: МО СССР, 1986 - 626с.

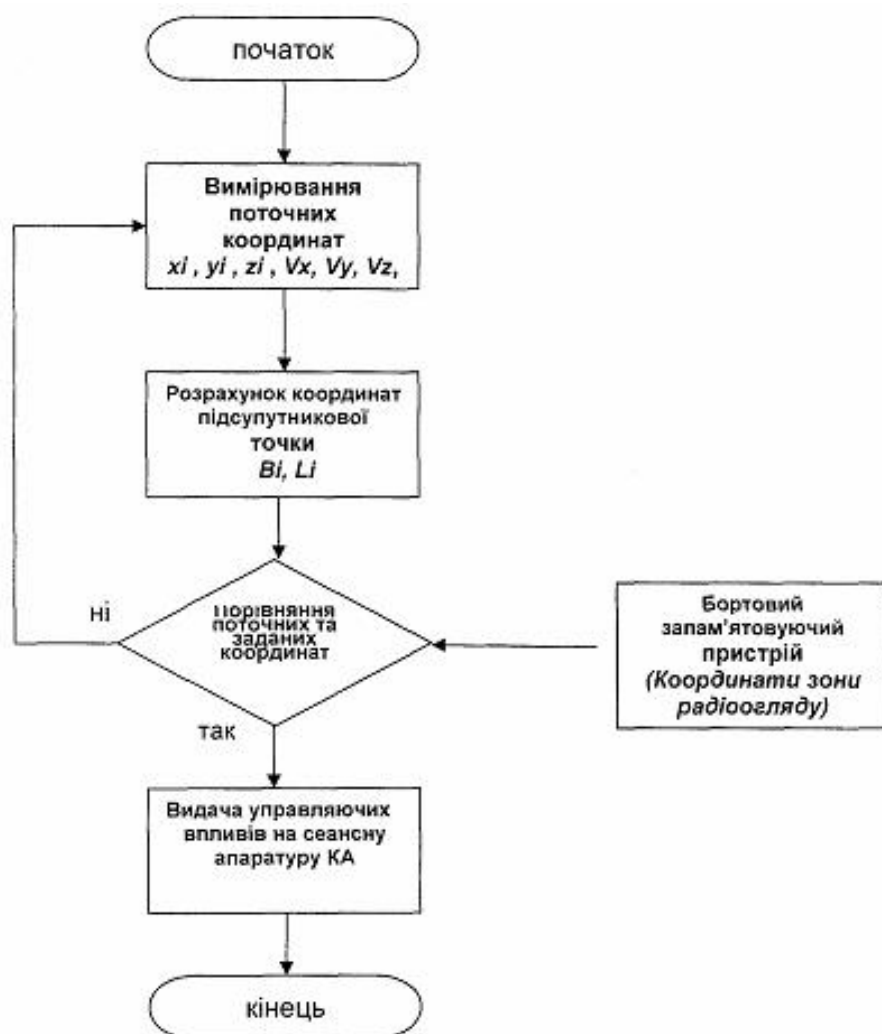
2. Застосування космічних систем для забезпечення дій збройних сил : Навчальний посібник / за ред. В.І. Ткаченка - Х.: ХВУ, 2001 - 192с.

3. Глазов Б.И. Автоматизация управления средствами и частями полигонных и космических комплексов - М.: МО СССР, 1988 - 326с.

4. Організація системи управління космічними засобами в умовах однопунктної технології / С.Т. Черепков, В.І. Богомья, О.М. Загорюлько, С.Д. Ставицький: Навчальний посібник. - К.: НАОУ, 2005. - 57с.

5. Загорюлько А.М. Особенности программных способов управления космическими аппаратами при однопунктной технологии. // Моделирование та інформаційні технології: Збірник, наукових, праць. - Х.: НАНУ, Інститут проблем моделювання в енергетиці імені Г.Є. Пухова. - 2005. - Вип.32. - С.80-87.

6. Ефимов С.К., Нестерович А.Г., Яковченко А.И. Апаратура спутниковой навигации КА "Січ-1М" и "Микроспутник". // Космічна наука і технологія. - 2001 - Т.7, №4. - С.114-116.



Фіг. 1