



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **20673** (13) **U**
(51) МПК (2006)
G05D 1/12МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ ШИРИНОЮ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНOSTІ АНТЕННИХ СИСТЕМ**

1

2

(21) u200606270

(22) 05.06.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Загоруйко Олександр Миколайович, Моргун
Олександр Андрійович, Богомья Володимир Іва-
нович

(73) Загоруйко Олександр Миколайович

(57) Антенна система зі змінною шириною діагра-
ми спрямованості, яка полягає в тому, що для за-

безпечення стійкого зв'язку з космічним апаратом при великих кутах місця, які відповідають мінімальним відстаням до КА та максимальним характеристикам радіолінії ширина її діаграми спрямованості змінюється (підвищується) шляхом переміщення випромінювача тоді, коли поворотний пристрій антенної системи не встигає відслідкувати напрям на космічний апарат в азимутальній площині, яка **відрізняється** тим, що вводиться змінна ширина її діаграми спрямованості.

Корисна модель відноситься до галузі радіотехнічних засобів зв'язку, зокрема, до антенних систем наземних космічних радіоліній і може бути використана в космічних системах зв'язку з низькоорбітальними космічними апаратами.

Відомі конструкції антенних систем космічних радіоліній, зокрема конструкції наземних параболічних антен космічних систем зв'язку, не передбачають зміну розміру ширини діаграми спрямованості в залежності від кутової швидкості поворотного пристрою в азимутальній та кутомірній площинах.

Недоліком відомих конструкцій є наявність перерв зв'язку з КА при високих кутах місця (кутових швидкостях), коли антена не встигає відслідкувати напрям на космічний апарат, тому такі антени найбільш придатні та застосовуються, в основному, для антенних систем радіотехнічних комплексів, що працюють з КА дальнього космосу на відстані більш ніж 30000 км, де кутові швидкості антенних систем відносно малі.

Найбільш близьким до пропонованого технічним рішенням, обраним як прототип, є конструкція наземних параболічних антен космічних радіоліній [1, 3].

У основу корисної моделі покладено завдання створити спосіб управління шириною діаграми спрямованості антенних систем, який шляхом механічного переміщення випромінювача параболічної антени дав можливість забезпечити більш широку діаграму спрямованості з метою забезпечення стійкого безперервного зв'язку з КА.

Для рішення поставленого завдання у спосіб управління шириною діаграми спрямованості антенних систем, який полягає у тому, що для забезпечення стійкого зв'язку з космічним апаратом при великих кутах місця, які відповідають мінімальним відстаням до КА та максимальним характеристикам радіолінії ширина її діаграми спрямованості змінюється (підвищується) шляхом переміщення випромінювача тоді, коли поворотний пристрій антенної системи не встигає відслідкувати напрям на космічний апарат в азимутальній площині.

Суть запропонованої корисної моделі полягає у наступному: вимоги до антенних систем наземних космічних радіоліній зводяться до отримання високих коефіцієнтів направленої дії, що відповідають коефіцієнту підсилення 45-55 дБ та більше, при малому рівні бокових пелюстків. Наряду з цим, конструкція антени повинна передбачати можливість безперервного слідування за космічним апаратом, для чого вона повинна мати відповідні поворотні пристрої.

Виходячи з вимог отримання високих коефіцієнтів підсилення, а, відповідно і вузьких діаграм спрямованості, незважаючи на застосування доволі високих (до десятків гігагерц) діапазонів частот, розміри наземних антенних пристроїв залишаються досить великими. Це значно затрудняє створення поворотних пристроїв, забезпечуючих наведення антени на КА з високою точністю та необхідною швидкістю [1].

В нинішній час використовуються декілька типів антенних систем: параболічні, рупорно-параболічні, антени Кассегрена та інші [2].

(13) **U**(11) **20673**(19) **UA**

Поворотні пристрої, що використовуються в таких антенах, бувають двох типів: азимутально-кутомісні (а) та системи при яких антена обертається крізь вісь Х та Y (б) [1] (Фіг.1).

Аналіз роботи азимутально-кутомісної системи (Фіг.1, а), показує, що при здійсненні супроводження КА кутова швидкість руху антени відносно осі Z збільшується зі збільшенням кута підвищення. При кутах підвищення, близьких до 90°, кутова швидкість наближається до дуже великих значень, набагато перевищуючих технічні можливості поворотних пристроїв і тим більших, чим нижча орбіта КА. Це приводить до появи „мертвих зон“, де відсутній стійкий зв'язок з КА (зона а Фіг.2).

Кутові швидкості переміщення КА по азимуту та куту місця залежать від швидкості його руху V, дальності R і кута місця h відносно антенної системи. При цьому кутові швидкості переміщення КА по азимуту та куту місця (Фіг.2) визначаються співвідношенням [3]:

$$\omega_{\varphi} = V_{\varphi} / R \cos h \quad \omega_h = V_h / R,$$

де V_{φ} і V_h - відповідно азимутальна та меридіанна складові швидкості V в сферичній системі координат.

Враховуючи те, що при надходженні КА в області „мертвої зони“ антенної системи відстань R (форм. 1, 2) до нього мінімальна (Фіг.3), а енергетичні характеристики космічної радіолінії максимальні [1, 2], позбавитись перерв стійкого зв'язку з КА можливо шляхом підвищення діаграми спрямованості антени до значення 2α .

$$R^2 = R_3^2 + (R_3 + H)^2 - 2R_3(R_3 + H)\cos \beta, \quad (1)$$

Диференціюючи вираз по часі, отримуємо:

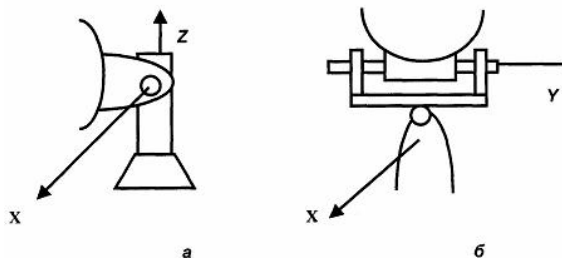
$$R \frac{dR}{dt} = R_3 \cdot (R_3 + H) \cdot \sin \beta \frac{d\beta}{dt},$$

де $\frac{dR}{dt} = V_{\text{пра}}$ - радіальна складова швидкості;

R_3 - екваторіальний радіус Землі;

H - висота польоту КА.

Тоді:



Фіг. 1

$$V_{\text{рад}} = \frac{R_3 \cdot (R_3 + H)}{R} \cdot \sin \beta \frac{d\beta}{dt}, \quad (2)$$

Для параболічних антен ширина діаграми спрямованості визначається виразом [1]:

$$\theta(\text{рад}) = k \frac{\lambda}{d}, \quad (3)$$

де k - коефіцієнт, що характеризує тип антени та випромінювача (для параболоїду обертання та крапкового випромінювача $k=1$);

λ - довжина хвилі;

d - діаметр розкриву.

При переміщенні випромінювача з шириною діаграми спрямованості α з точки А в точку В діаметр розкриву зменшується від d до d' (Фіг.4), а діаграма спрямованості β , в відповідності до виразу (3) збільшується.

Таким чином, реалізація запропонованої корисної моделі дозволяє позбавитись перерв у зв'язку з низькоорбітальними космічними апаратами, які визвані тим, що при великих (біля 90°) кутах місця поворотний пристрій антенних систем не встигає відслідкувати напрям на космічний апарат в азимутальній площині.

На Фіг.1 зображені типи поворотних пристроїв антенних систем космічних радіоліній, на Фіг.2 - зона а нестійкого зв'язку з КА, на Фіг.3 - зміна відстані до КА в зоні радіоогляду антенної системи в ході сеансу зв'язку та на Фіг.4 - схема зміни ширини діаграми спрямованості параболічної антени.

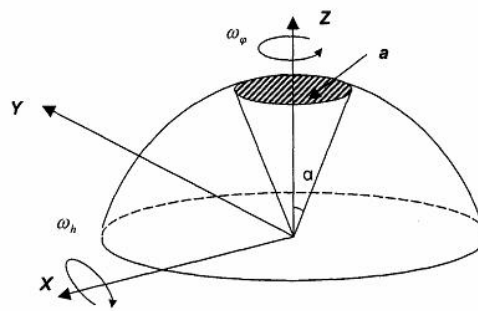
Джерела інформації

1. Калашников Н.И. "Системы связи через ИСЗ", М. «Связь», 1969 - 384с.

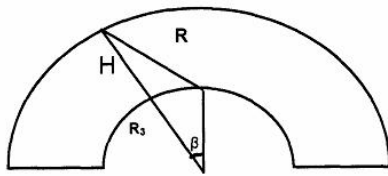
2. Агаджанов П.А., Горшков Б.М., Смирнов Г.Д. «Основы радиотелеметрии» М. Воениздат, 1971 - 284с.

3. Невзоров В.И., Титов Ю.М. «Антенные системы радиотехнических средств» Ленинград, ВИКИ им. Можайского, 1987 - 107с.

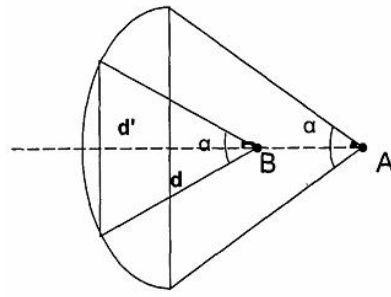
4. «Моделирование в радиолокации» (под ред. Леонова А.И.) М. «Советское Радио», 1979 - 264с.



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4