



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 56610

(13) A

(51) 7 H04B7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ПО РАДІОКАНАЛУ ЗІ ЗМІННОЮ ШВИДКІСТЮ

1

2

(21) 2002076351

(22) 30 07 2002

(24) 15 05 2003

(46) 15 05 2003, Бюл. № 5, 2003 р.

(72) Загоруйко Олександр Миколайович

(73) Загоруйко Олександр Миколайович

(57) Спосіб передачі інформації по радіоканалу зі змінною швидкістю в радіолініях космічних систем, обладнаних автономними системами навігації, який відрізняється тим, що сигнали від джерела

інформації до передавального пристрою проходять через керований буферний запам'ятовуючий пристрій, зчитування інформації з якого здійснюється зі змінною, в залежності від довжини радіолінії, оптимальною з точки зору енергетичних характеристик сигналу на вході приймача швидкістю, яка формується системою керування за даними поточних координат космічного апарата від автономної системи навігації та заданих координат пункту прийому

Пропонований винахід відноситься до області радіотехніки та зв'язку, зокрема до систем передачі інформації по каналах зв'язку з обмеженою смугою частот і може бути використаний в високошвидкісних каналах зв'язку "борт-Земля" космічних систем, які обладнані автономними системами навігації (АСН), призначені для передачі цільової інформації з апаратури бортового спеціального комплексу

Відомий спосіб передачі інформації в космічних каналах зв'язку з обмеженою смугою частот [1 - 3] передбачає передачу цільової інформації з бортових вимірювальних систем низькоорбітальних космічного апарата (КА) під час знаходження КА в зоні радіоогляду наземних пунктів прийому інформації. При цьому інформація передається з постійною швидкістю як в реальному масштабі часу, так і заздалегідь накопичена в бортовому запам'ятовуючому пристрої.

Недоліком цього способу є те, що передача інформації здійснюється з постійною швидкістю, без урахування довжини радіолінії, яка в ході сеансу зв'язку (особливо з низькоорбітальними КА) суттєво змінюється. При цьому недостатньо ефективно використовується потужність сигналу (β -ефективність) та смуга частот (γ -ефективність), що так чи інакше пов'язані зі швидкістю передачі інформації [3].

β -ефективність - критерій використання потужності сигналу

$$\beta = \frac{P_c}{c \cdot \sigma^2},$$

де P_c - потужність сигналу на вході,

c - швидкість передачі інформації, $\frac{дв}{од}$

$$\sigma^2 = \frac{P_{ш\text{вх}}}{F_{\text{вх}}}$$

$P_{ш\text{вх}}$ - потужність шумів на вході приймача,

$F_{\text{вх}}$ - вхідна смуга частот,

або

$$\beta = \left(\frac{P_c}{P_{ш}} \right)_{\text{вх}} \cdot \frac{F_{\text{вх}}}{c}$$

Якщо $\frac{F_{\text{вх}}}{c}$ прийняти за критерій використання

смуги частот, тобто γ -ефективність

$$\gamma = \frac{F_{\text{вх}}}{c}$$

то тоді

$$\beta = \left(\frac{P_c}{P_{ш}} \right)_{\text{вх}} \cdot \gamma$$

В основу винаходу поставлена задача створити спосіб передачі інформації по радіоканалу зі змінною швидкістю, який шляхом використання інформації з автономної системи навігації дозволить би забезпечити більш ефективне використання смуги частот радіоканалу та передачу більшого обсягу інформації, або скоротити час проведення сеансу зв'язку з КА вибором оптимальної (в залежності від довжини радіолінії) швидкості передачі інформації.

Для рішення поставленої задачі в способі передачі інформації по радіоканалу зі змінною швидкістю, пропонується спосіб, який полягає в тому, що приймач автономної системи навігації К А, використовуючи сигнали космічних навігаційних систем GPS чи (та) "ГЛОНАСС", обраховує місцезна-

(13) A

(11) 56610

(19) UA

ходження КП в Гринвіцькій системі координат $(x_1, y_1, z_1, V_1, V_1, t)$, додатково система керування швидкістю передачі по поточним даним про рух КА та заданим координатам пункту прийому (x_0, y_0, z_0) обраховує поточну довжину радіолінії R_1 та оптимальну швидкість передачі інформації c_1 , яка подається на пристрій керування, який здійснює зчитування інформації з буферного запам'ятовуючого пристрою та її передачу в радіолінію через передаючий пристрій

На фіг 1 приведена спрощена структурна схема пристрою, що реалізує спосіб, який заявляється, а на фіг 2 та фіг 3 - структурні схеми елементів пристрою

Сутність запропонованого способу полягає в наступному Максимальна швидкість передачі сигналів по радіоканалу (пропускна спроможність) при наявності адитивного білого гаусового шуму характеризується співвідношенням [5]

$$c = F \cdot \log_2 \left(1 + \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \right) \quad (1)$$

де c - швидкість передачі інформації, $\frac{\text{дв.од}}{\text{с}}$,

F - смуга перепустки приймача,

P_c - середня потужність сигналу,

$P_{\text{ш}}$ - середня потужність шуму

Середня потужності, сигналу на вході приймача залежить від довжини радіолінії як [2]

$$P_c = \frac{P_{\text{прд}} G_{\text{прд}} G_{\text{прм}} \eta_{\text{прм}} \eta_{\text{прм}} L_0 N \lambda^2}{(4\pi R)^2} \quad (2)$$

де $P_{\text{прд}}$ - потужність передавача,

$G_{\text{прд}}, G_{\text{прм}}$ - коефіцієнти посилення передаючої та приймальної антен,

$\eta_{\text{прм}}, \eta_{\text{прм}}$ - ККП приймального та передаючого АП,

L_0 - коефіцієнт запасу, враховуючий затухання сигналу при розповсюдженні скрізь атмосферу та міжпланетний простір,

N - коефіцієнт запасу, враховуючий втрати, зумовлені нерівномірністю ДН антен, та поляризаційні втрати,

λ - довжини хвилі,

R - довжина радіолінії

В системах зв'язку з низькоорбітальними КА довжина радіолінії в ході СУ суттєво змінюється. Поява нового класу КА, обладнаних системами автономної супутникової навігації, що використовують сигнали КНС GPS чи (та) "ГЛОНАСС", відкрила широкі можливості підвищення ефективності космічних радіоліній, особливо з обмеженою смугою частот

Автономні системи навігації формують поточні координати КА в Гринвіцькій системі координат. Якщо відомі координати пункту прийому, то поточна довжина радіолінії (відстань до КА) буде

$$R_1 = \sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 + (z_0 - z_1)^2} \quad (3)$$

Постановивши до (1) поточне значення потужності на вході приймача (2), одержимо $c_1 = f(R_1)$, при умові, що другі параметри радіолінії залишаються незмінними

$$c_1 = F \cdot \log_2 \left[1 + \frac{P_{\text{прд}} G_{\text{прд}} G_{\text{прм}} \eta_{\text{прд}} \eta_{\text{прм}} L_0 N \lambda^2}{P_{\text{ш}} (4\pi R_1)^2} \right] \quad (4)$$

де $P_{\text{ш}} = k T_{\text{эф}}$ F - потужність шумів на вході приймача

Пропонований спосіб може бути реалізований, наприклад, за допомогою пристрою, структурна схема якого (та його складових частин) приведена на фіг 1, фіг 2 та фіг 3

Пристрій містить (фіг 1) джерело інформації 7, запам'ятовуючий пристрій 2, систему та пристрій керування 3, 5, апаратуру супутникової навігації 4 та передаючий пристрій 6

Приймальний тракт (фіг 2) містить високочастотний тракт 7, демодулятор 2 та пристрій реєстрації 3

Найбільш складним пристроєм являється демодулятор (фіг 3), який повинен забезпечити демодуляцію та декодування Інформаційних потоків з оперативним перенастроюванням швидкості прийому даних

Теорія оптимального прийому показує, що демодулятори з кутовою (фазовою або частотною) модуляцією є пристрої, в яких здійснюється спідкування за миттєвою частотою або фазою сигналу. Це пристрої зі зворотним зв'язком, в яких міститься фазовий детектор 1, лінійний фільтр нижчих частот 2, посилювач 3 та перенастроювальний генератор 4, з'єднані так, що вони створюють коло

Робота пристрою полягає в наступному (фіг 1) 3 джерела інформації 1 сигнали подаються в буферний запам'ятовуючий пристрій 2. Пристрій керування 5 здійснює зчитування інформації з ЗП зі швидкістю, сформованою системою керування 3 по відстані R_1 , обрахованій за даними автономної системи навігації 4 та координатами пункту прийому (3)

Пропонований спосіб у порівнянні з відомими має наступні технічні переваги

підвищується ефективність використання смуги частот (γ -ефективність) та потужності сигналу (β -ефективність),

збільшується об'єм інформації, що передається за час проведення сеансу зв'язку (або скорочується час його проведення при передачі фіксованого об'єму інформації)

Перелік посилань

1 "Космические радиотехнические комплексы" /под общ редакцией Стогова Г В // МО СССР, 1986 - 626с

2 Агаджанов П А, Горшков Б М, Смирнов Г Д "Основы радиотелеметрии" - М, Воениздат, 1971 - 248с

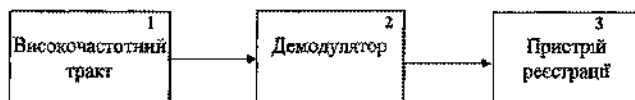
3 Макаров С Б, Цикин И А "Передача дискретных сообщений по радиоканалам с ограниченной полосой пропускания" - М, Радио и связь, 1988 - 304с

4 Застосування космічних систем для забезпечення дій Збройних Сил /за ред Ткаченко В І // - Харків, ХВУ, 2001 - 192с

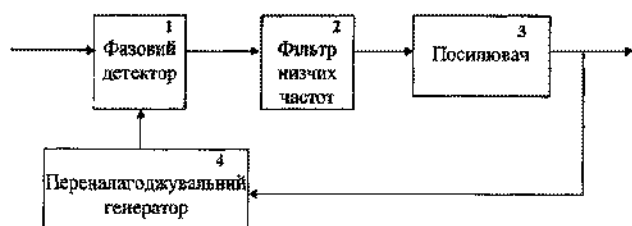
5 Стейн С, Джонс Дж «Принципы современной теории связи и их применение к передаче дискретных сообщений» - М, Связь, 1971 - 376с



Фиг 1



Фиг 2



Фиг 3