УДК 621.396.946

МЕТОД СКОРОЧЕННЯ ЧАСОВИХ ЗАТРИМОК СИГНАЛІВ ГЕОСТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Явіся В.С.
Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
E-mail: yavisya@bigmir.net

A method for reducing the time delays of signals of geostationary satellite communication systems

Satellite communications provides a wide range of telecommunication services in almost anywhere in the world. At the same time, the quality of telephony services depends on the way the satellite system is built. In order to reduce the delay time of the signal in satellite systems using satellites in the geostationary orbit, it is proposed to further utilize the grouping of low-orbital nanosatellites.

Для користувача послугами супутникового зв'язку не має значення спосіб побудови супутникової системи. Головним є спектр послуг, що надаються, та їх якість. На ринку України декількома офіційними дилерами представлені чотири оператори глобального супутникового зв'язку: Inmarsat, Thuraya, Iridium та Globalstar [1].

Всі оператори пропонують два варіанти підключення: ваучери і контрактне обслуговування. В разі надання певного пакету послуг вартість обслуговування у всіх операторів приблизно однакова. Вартість та функціональні можливості обладнання, що знаходиться у користувача, для різних операторів також відрізняється не значним чином [1, 2]. Тому при виборі оператора слід звертати увагу на якість обслуговування, яка певним чином залежить від способу побудови системи супутникового зв'язку.

Низькоорбітальні системи Iridium та Globalstar побудовані таким чином, що супутники постійно обертаються навколо Землі, це спрощує пошук сигналу і гарантує постійний зв'язок в зоні покриття. Системи Inmarsat та Thuraya працюють на геостаціонарних супутниках, які для користувача знаходяться постійно на одному і тому ж місці (приблизно на екваторі). При їх використанні для якісного зв'язку необхідна відкрита видимість в бік екватора [3].

Аналіз принципів побудови глобальних систем супутникового зв'язку дозволяє зробити висновок про те, що системи з апаратами на геостаціонарній орбіті мають ряд переваг [3, 4]:

- можливість обслуговування абонентів мережі без наземних шлюзових станцій;
- висока стабільність рівня сигналу в радіо каналі;
- відсутність ефекту Доплера;
- простота організації зв'язку в глобальному масштабі.

Загальними недоліками є:

- перенасиченість геостаціонарної орбіти на багатьох ділянках;
- неможливість обслуговування приполярних областей;
- високе загасання сигналу;
- значна затримка у проходженні сигналу.

Для користувача послугами супутникового зв’язку з погляду на якість обслуговування найбільш суттєвим є останній недолік, притаманний системам Inmarsat та Thuraya. Він пов'язаний із великою відстанню (36000 кілометрів) від поверхні Землі до супутника. Позбавитись його можливо лише за умови створення коротшого шляху проходження сигналу. Така можливість з’являється за рахунок роумінгу, при умові того, що абонент з двохрежимним терміналом потрапляє до зони обслуговування наземної мобільної мережі GSM. Але така можливість є не завжди.

Пропонується інший спосіб вирішення зазначеного недоліку, який передбачає певного роду модернізацію супутникового угруповання. Мова йде про застосування наноспутників (НС). Такі апарати важать всього кілька кілограмів і можуть виводитися в космос в якості попутного навантаження або відразу пакетами в десятки і навіть сотні одиниць. Доступ абонентів до ресурсів мережі можливий саме через НС. Кластери НС можуть використовуватися в якості ретрансляційної мережі. За умови розташування орбіти НС на висотах до 700 км з’являється потенційна можливість зменшення затримки сигналу за рахунок скорочення протяжності маршруту його проходження.

На рисунку 1 зображений випадок обслуговування абонентів, які знаходяться в зоні обслуговування одного геостаціонарного супутника. Існуючий варіант обслуговування передбачає встановлення з’єднання в декілька основних етапів. На першому етапі ініціатором, наприклад Абонентом 1, надсилається запит на ГС на обслуговування, отримується його підтвердження, після чого передається адресна інформація (ділянка 1.1). По завершенні її аналізу визначається можливість встановлення з’єднання з Абонентом 2 (ділянка 1.2) та за наявності такої відбувається передача трафіку між абонентами по маршруту: Аб.1–1.1–ГС–1.2–Аб.2.

Довжина шляху проходження сигналу без урахування кривизни поверхні Землі, при відстані до ГС близько 36000 км складає порядку $S1=72000$ км, що відповідає часу затримки в проходженні сигналу в одному напрямку: $T_{затр1}=S1/C=0,24$ (с).

При наявності угрупування НС передбачається, що інформація про розташування НС є доступною та постійно оновлюється на ГС. Алгоритм встановлення з’єднання незначно ускладнюється і виглядає наступним чином. Початковий етап (ділянки 1.1, 1.2) практично збігається із попереднім випадком. Але, після встановлення факту доступності Абонента 2, відбувається аналіз можливості встановлення з’єднання абонентів із певними НС (ділянка 2),

а також між зазначеними НС. При значній кількості НС в угрупуванні така можливість високо імовірна.

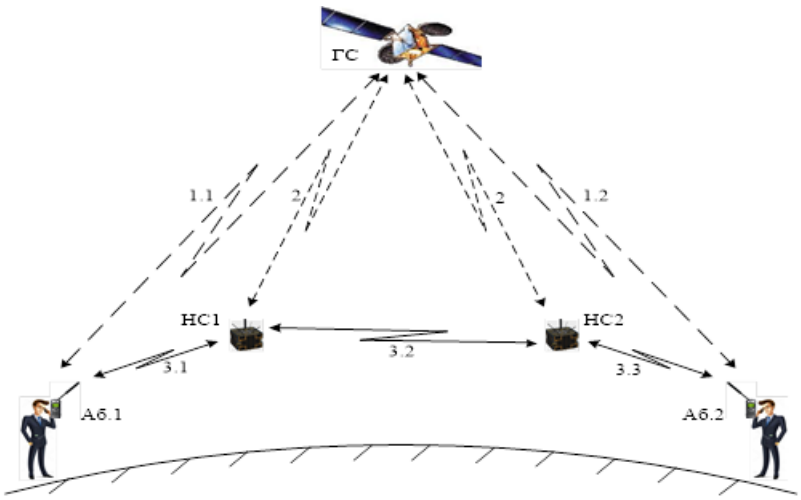

Рис. 1. Етапи встановлення з’єднання та проходження сигналів між абонентами

Тобто, якщо вона є, від ГС надходить сигнал управління як до абонентських терміналів, так і до визначених НС, на встановлення з’єднань між терміналами і НС (ділянки 3.1, 3.3), та між НС (ділянка 3.2). Залежно від відстані між абонентами буде змінюватись кількість ділянок 3.2 в маршруті. На рис. 1 представлений варіант такого з’єднання між абонентами по маршруту: Аб.1–3.1–НС1–3.2–НС2–3.3–Аб.2.

Довжина шляху проходження сигналу між абонентами, які знаходяться на відстані 10000 км один від одного при відстані до НС близько 700 км, складає порядку $S2$=12000 км, що відповідає часу затримки в проходженні сигналу в одному напрямку: $T_{зат2}=S2/C=0,04$ *(с)*.

Слід зазначити, що проведені розрахунки здійснювались без урахування часу обробки сигналів на борту ГС та НС.

Таким чином, застосування угрупування НС у системах з супутниками на геостаціонарній орбіті дозволить значно скоротити час запізнювання сигналу і тим самим підвищити якість обслуговування абонентів.

Література

1. Sattrans, сайт компании. Информация о системах спутниковой связи. /Электронный ресурс/ http://sattrans.ua/index.php?route=common/home.

2. SatcomDV, сайт компании. Информация о системах спутниковой связи. /Электронный ресурс/ http://www.satcomdv.ru/informaciya_o_sistemah_sputnikovoj_sa.

3. Быховский М.А. Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу. Развитие спутниковых телекоммуникационных систем: учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 436 с.

4. Кукк К.И. Спутниковая связь: прошлое, настоящее, будущее. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 256 с.