

УДК 621. 396.229

Григорій Химич, Ноємія Морайш, Олександр Швець

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ Й ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У «SMART CITY»

У даній статті представлені результати досліджень характеристик VSAT, USAT систем. Проведена структуризація систем за типами. Описані переваги даних систем передачі даних та зв'язку у порівнянні з наземними системами зв'язку.

Ключові слова: технологія «розумного міста», супутниковий зв'язок, VSAT системи зв'язку, USAT системи зв'язку.

Hryhorij Khymych, Noemiya Moraysh, Alexander Shvets

SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEMS AND DATA TRANSMISSION IN «SMARTCITY»

This article presents the results of research performance VSAT, USAT systems. Conducted by type of structuring. The benefits of these systems and data communication compared with terrestrial communications systems.

Keywords: technology "smart city", satellite communications, VSAT communication system, USAT communication system.

На протязі останніх 20 років у світовій практиці технології «розумного міста» впроваджуються у процеси управління міськими, кластерними, регіональними структурами з метою оптимізації управління інфраструктурою соціополісу, енергоефективного та енергоощадного використання ресурсів, екологічного моніторингу та контролю за навколишнім середовищем. Для передачі даних, відео, аудіо використовують телекомунікаційні платформи наземного (мобільного, стаціонарного) та супутникового сегментів мереж.

Супутниковий сегмент, а особливо VSAT (VerySmallApertureTerminal) і USAT (UltraSmallApertureTerminal), використовують для передачі інформації від віддалених інфраструктурних мереж, або передачі даних на віддалені центри прийому та обробки інформації. Дані наземні системи працюють з геостаціонарними супутниками - ретрансляторами зв'язку, відносяться до фіксованої супутникової служби (ФСС) і відповідають вимогам Регламенту радіозв'язку, Рекомендаціям МСЕ-Р S.725-S.729. Для роботи використовуються діапазони частот, виділені для ФСС (14, 18, 30 і 6 ГГц на лінії "нагору", 11-12, 21 і 4 ГГц на лінії "униз". Швидкість передачі інформації зі станції знаходиться у межах 1,2 Kbit/s - 8 Mbit/s. Структура такого терміналу (станції) показана на рис. 1.

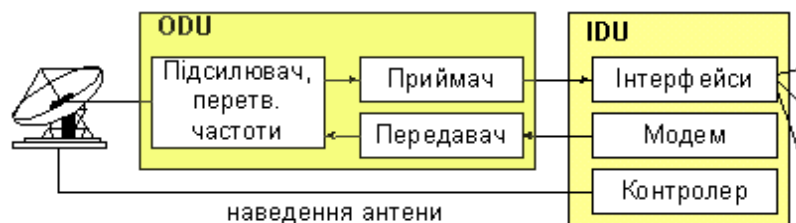


Рис. 1. Структурна схема VSAT, USAT супутникової станції зв'язку
Такі станції можуть:

- встановлюватись безпосередньо у місці збору інформації від сенсорів або других пристроїв, причому щільність розміщення їх на обмеженій території може бути дуже високою;
- працювати автономно, контроль і керування роботою станцій у мережі здійснюються централізовано;

- застосовуватися для передачі даних і телефонії у цифровому вигляді та в режимах роботи: тільки на прийом (симплекс) чи на прийом/передачу (дуплекс).

Існує чотири типи (покоління) земних станцій VSAT.

Перше покоління характеризується частотним С-діапазоном, використанням тільки в мережах мовного зв'язку, де абонентські термінали лише приймають потоки даних і режим передачі в них не передбачався. Мережі мовного зв'язку дотепер широко використовуються для розподілу фінансової, ділової інформації, біржових зведень, передачі газетних смуг, у системах асиметричного доступу до Інтернет.

Друге покоління характеризується двостороннім (дуплексним) зв'язком. Використовуються банківськими, фінансовими організаціями в мережах обміну даними, мережами роздрібною й оптовою торгівлі, промисловими підприємствами для зв'язку з філіями і постачальниками, а також для організації високошвидкісного двостороннього доступу до Інтернет, операторами зв'язку для створення виділених магістральних каналів між віддаленими вузлами з великим обсягом обміну даними. Крім С-діапазону, працюють у Ku-діапазоні.

Третє покоління характеризується антенами діаметром 1,2м і менше. Термінали використовуються у великих мережах з низьким рівнем непостійного трафіку між ними. Вони прості конструктивно, відрізняються низькою ціною і працюють у Ku-діапазоні.

Четверте покоління характеризується USAT терміналами для мультимедійних додатків. Вони працюють у Ku- і Ka-діапазонах, забезпечують швидкість передачі даних до кількох мегабіт у секунду. Розміри їхніх антен (у Ka-діапазоні) є не більше 70 см.

Архітектура мереж VSAT, USAT супутникового зв'язку розрізняються за конфігурацією трафіку структурою керування і поділяється на:

- топологію "крапка - крапка", яка дозволяє забезпечувати прямий дуплексний зв'язок між двома віддаленими абонентськими станціями виділеними каналами. Така схема зв'язку найбільш ефективна при великому завантаженні каналів (більше 30 - 40%). Перевагою такої архітектури є простота організації каналів зв'язку, їхня повна прозорість для різних протоколів обміну, не вимагає системи керування.

- топологію типу "зірка", рис.2, яка є найбільш розповсюдженою архітектурою побудови супутникових систем зв'язку з абонентськими станціями різними методами доступу (TDMA, DAMA, FTDMA) до космічного сегменту. Віддалений абонентський термінал має наступні характеристики: - прийом до 8 Mbit/s, зворотний канал до 128 Kbit/s. Мережа забезпечує багатонаправлений радіальний трафік між центральною наземною станцією (HUB) і віддаленими периферійними терміналами. Недоліком архітектури "зірка" є наявність подвійного стрибка при зв'язку між терміналами мережі, що приводить до помітних затримок сигналу. Широко використовуються для побудови корпоративних мереж різних транспортних, виробничих і фінансових установ для організації інформаційного обміну між великим числом віддалених терміналів (що не мають істотного взаємного трафіку) і центральним офісом. Функції контролю і керування у мережі зазвичай централізовані і зосереджені в центральній керуючій станції. Ємність таких мереж до 10 тис. терміналів.

- топологія типу "кожний з кожним" або повнозв'язні мережі, які забезпечують прямі з'єднання між будь-якими абонентськими станціями ("односкачковий" режим зв'язку). Кількість необхідних дуплексних радіоканалів дорівнює,

$$N \times (N-1)$$

де, N - число абонентських станцій у мережі.

При цьому кожна абонентська станція повинна мати (N-1) каналів прийому-передачі. Така архітектура оптимальна для мереж передачі даних з відносно невеликим числом віддалених терміналів. У таких мережах реалізується децентралізований варіант керування мережею - центральна керуюча станція відсутня, а елементи системи

керування входять до складу кожної VSAT станції. Ця схема керування доцільна при створенні невеликих мереж (до 100 терміналів) з високим трафіком між абонентами.

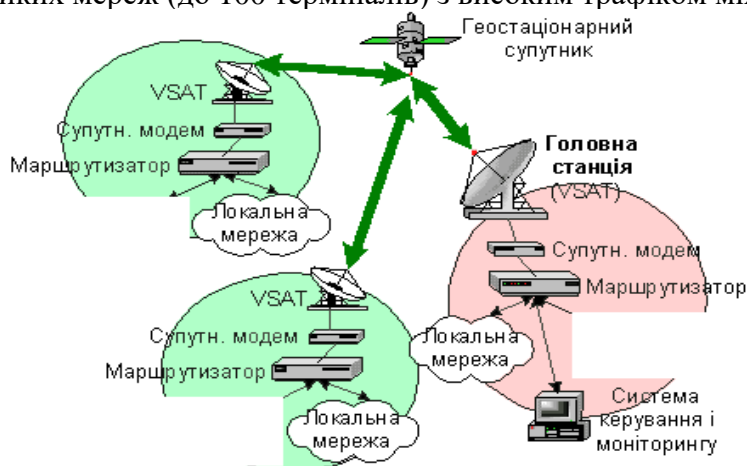


Рис. 2. Структура мережі за топологією типу «зірка»

Враховуючи свої переваги і недоліки у реальних ситуаціях зв'язок (передача даних) реалізується у різних топологіях за змішаними варіантами. При проектуванні таких мереж вибір технічного рішення доцільно здійснювати за трьома етапами:

- вибір технології (TDM/TDMA (Time Division Multiplexing/Time Division Multiple Access), SCPC (Single Channel Per Carrier), MCPC (Multi Channel Per Carrier), MF-TDMA (Multi Frequency-Time Division Multiple Access), DAMA (Demand Assigned Multiple Access), FTDMA (Frequency Time Division Multiple Access) чи ін.);

Технологія	Максимальна швидкість передачі даних, Kbit/s	Число терміналів у мережі
SCPC/MCPC	2048	2 - 16
MF-TDMA	3800	10-200
TDM/TDMA	128	30-1500
FTDMA	128	15-3000

- вибір супутника-ретранслятора (ціна оренди космічного сегмента, енергетичні параметри транспондера, зона покриття);

- вибір конкретної системи (топології).

Виконавши загальний аналіз характеристик супутникових систем на основі VSAT, USAT структуруємо переваги використання таких терміналів для віддаленого доступу у технології «розумного міста»:

- можливість автономної роботи терміналу віддаленого доступу;
- низька потужність передавача, (1 до 8) wt;
- малий діаметр антен (0,3 – 1,8)м, проста конструкція кріплення терміналу;
- мала вага терміналу (4 – 30) кг.;
- висока економічна доцільність (низька ціна) та практичність;
- будівництво не потребує прокладання кабельних ліній і окремих комунікацій;
- зв'язок (передача даних) не обмежуються відстанню;
- мережа може містити (200 – 500) невеликих станцій у віддалених районах;
- основні напрями застосування у технології «розумного міста», «розумного регіону»: мережі водопостачання, газопостачання, електропостачання, метеорологія, зміна кліматичних умов, запобігання гідрологічних змін, безпека, транспортні мережі, попередження та контроль надзвичайних ситуацій, екстрений зв'язок.

- передача інформації у реальному мірілі часу.