

УДК 621.3

А. І. Маняк, к.т.н.; І. Ю. Дедів

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

СПОСІБ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ В СИСТЕМАХ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

A. I. Maniak Ph.D, I.Y. Dediv

METHOD OF SIGNAL TRANSMISSION IN SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

В останні роки технологія супутникового зв'язку зазнала значних змін та стрімко розвивається в системах глобального підключення. Широке використання супутникового зв'язку дозволило людям залишатися на зв'язку один з одним, незалежно від їх фізичного розташування. Поява супутникового широкосмугового зв'язку революціонізувала зв'язок, в результаті чого, ми отримали супутникове підключення до Інтернету, яке може забезпечити надійний високошвидкісний доступ до віддалених місць, які інакше були б недоступні для традиційних кабельних або оптоволоконних з'єднань.

Проте, впровадження такої технології стикається з низкою проблем. Зокрема, основною проблемою для глобального покриття є процес міжсупутникової передачі. Аналіз, проектування площини горизонту з її розрахунком дасть можливість уникати затримки передачі сигналів та збільшить зону покриття Землі. Що підвищить ефективність широкосмугового супутникового зв'язку.

Зона покриття супутника визначається, як частка поверхні Землі і зазвичай виражається у відсотках. Концепція зони покриття наведена на рис.1, де зображено два трикутники, які відповідають за зону покриття.

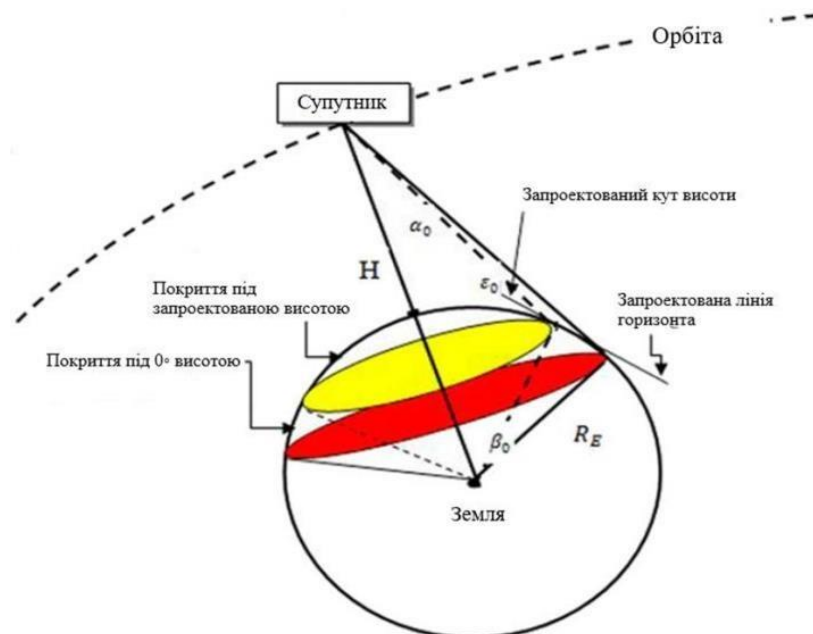


Рисунок 1. Випадок повного покриття супутником LEO

Більший із них представляє випадок повного покриття LEO під висотою $\epsilon_0=0^\circ$.

Відповідне покриття дає більше коло. Менше коло представляє зону покриття LEO на поверхні Землі під проектованою висотою. Для обох трикутників: ε_0 — кут місця, α_0 — кут нахилу (точка небесної сфери, що знаходиться під горизонтом, протилежна зеніту), β_0

— центральний кут, d — похила дальність. H – висота орбіти, $R_E=6371$ км – радіус Землі. Оскільки, ідеальна площина горизонту завжди перпендикулярна радіус-вектору Землі, тоді виконується рівність:

$$\varepsilon_0 + \alpha_0 + \beta_0 = 90^\circ \quad (1)$$

В результаті отримаємо:

$$\sin \alpha_0 = \frac{R_E}{R_E + H} \cos \varepsilon_0 \quad (2)$$

Повне покриття досягається для $\varepsilon_0=0$, і ця умова визначає найбільший найнижчий кут поширення низхідної лінії супутника, і він становить:

$$\alpha_{0,max} = \sin^{-1} \left(\frac{R_E}{R_E + H} \right) \quad (3)$$

За визначенням, покриття C (%) — це частка поверхні Землі, яку охоплює супутник, що обчислюється, як відношення площі покриття супутника до поверхні Землі як:

$$C(\%) = \frac{S_{SATCOV}}{S_e} \quad (4)$$

$$C(\%) = \frac{1}{2} (1 - \cos \beta_0) \quad (5)$$

Тому, впровадження супутникових технологій є потенційним рішенням для збільшення пропускної здатності, глобального охоплення та мобільності мереж доступу, а також може знизити вартість мереж доступу.

Література

1. Сучасні супутникові системи зв'язку [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/50386/1/Suchasni_suputnykovi_systemy_zviazku.pdf (Дата звернення 13.10. 2023).
2. Низькоорбітальні системи супутникового зв'язку [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://kunegin.com/ref1/sput/loworb.htm> (Дата звернення: 12.10.23)
3. Starlink Satellite Missions (2020). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellitemissions/s/starlink> (Дата звернення 15.10. 2023).
4. Van Allen radiation belt (2020). [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Van_Allen_radiation_belt (Дата звернення 01.10. 2023).
5. Порівняння параметрів угруповання супутників LEO "Starlink" для різно орбітальної оболонки [Електронний ресурс]. Режим доступу: DOI:10.3389/frcmn.2021.643095 (Дата звернення 30.09. 2023).
6. Орбіти штучних супутників Землі [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://lib.qrz.ru/node/1357> (Дата звернення 22.10. 2023).
7. Новітні проекти низькоорбітальних супутникових систем [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://habr.com/ru/top/daily/> (Дата звернення 03.10. 2023)