

УДК 621.396.67

Н. Б. Войцеховський; Ю. Б. Паляниця, к.т.н, доцент

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОБґРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЙНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

UDC 621.396.67

N. B. Voytsekhovskiy; Y. B. Palyanytsia, PhD

JUSTIFICATION OF THE METHOD OF INFORMATION SIGNAL TRANSMISSION TO INCREASE THE BANDWIDTH OF SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

Супутникові телекомунікаційні системи класифікуються за типом орбіт, на яких розташовані супутники, що визначає такі параметри, як покриття, затримка сигналу, енергетичні витрати та кількість супутників для глобального покриття. Основними типами орбіт є низька (LEO), середня (MEO) та геостаціонарна (GEO), кожна з яких має унікальні характеристики та сферу застосування.

Таблиця 1

Параметр	Тип орбіти	Геостаціонарна орбіта (GEO)	Низька орбіта (LEO)	Середня орбіта (MEO)
Висота орбіти (км)	Геостаціонарна	35,786	500-2,000	2,000-35,786
Період обертання (годин)	Геостаціонарна	24	1-2	2-12
Швидкість орбітального руху (км/с)	Геостаціонарна	3.07	7.9-8.5	3.5-6
Кут нахилу орбіти	Геостаціонарна	0°	0-90°	0-90°
Розподіл смуг частот	Супутникові канали	C, Ku, Ka, L	L, S, Ku	C, Ku, Ka
Пропускна здатність каналу (Гбіт/с)	Супутникові канали	10-50	0.1-2	1-10
Максимальна затримка сигналу (мс)	Супутникові канали	240-300	10-50	100-250
Мобільність (переміщення супутників)	Геостаціонарна	Немає	Має	Має

Пропускна здатність супутникових систем зв'язку визначається низкою параметрів, серед яких частота сигналу, ширина смуги пропускання, тип модуляції, співвідношення сигнал/шум (SNR) та коефіцієнт помилок на біт (BER). Частотний спектр, наприклад, у Ка- та Ку-діапазонах, забезпечує високу швидкість передачі даних завдяки широкій смузі пропускання, хоча й залежить від погодних умов. Різні види цифрової модуляції, такі як QPSK та 16-QAM, дозволяють оптимізувати ефективність передачі, підвищуючи кількість бітів на символ, але вимагають вищого SNR.

Застосування сучасних технологій, таких як адаптивна модуляція і кодування (ACM) та мультиплексування з ортогональним частотним поділом (OFDM), є ключем до підвищення ефективності використання частотного спектра. ACM автоматично змінює параметри залежно від умов каналу, забезпечуючи надійність передачі навіть у складних умовах. OFDM, у свою чергу, дозволяє зменшити вплив інтерференції і більш ефективно використовувати спектр.

У випадку квадратурної амплітудно-фазової модуляції (QAM), кількість бітів, переданих за символ, визначається так:

$$R_{b/s} = \log_2(M) \quad (1)$$

Для оцінки впливу ширини смуги пропускання, типу модуляції та інших параметрів було проведено порівняльний аналіз з використанням теоретичних моделей. Наприклад, збільшення ширини смуги пропускання вдвічі дозволяє подвоїти пропускну здатність, а використання модуляції 64-QAM – значно підвищити швидкість передачі даних порівняно з QPSK за умови високого співвідношення сигнал/шум (Рис. 1).

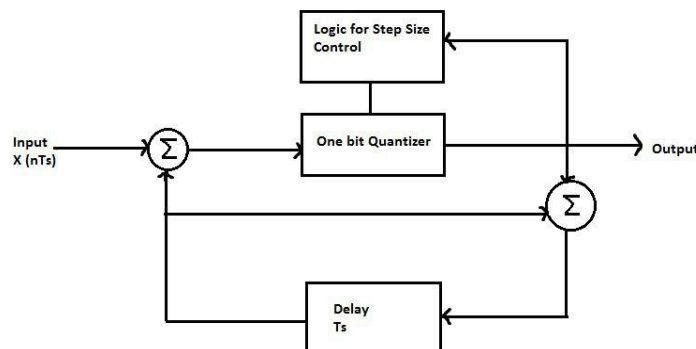


Рисунок 1. Схема технології адаптивної модуляції і кодування

Таким чином, оптимізація пропускну здатності супутникових систем зв'язку є комплексним завданням, що включає вдосконалення методів модуляції, кодування і використання частотного ресурсу. Формула пропускну здатності каналу, яка враховує ширину смуги частот і співвідношення сигнал/шум, є ключовою для проєктування ефективних супутникових систем.

Формула для пропускну здатності каналу в разі використання модуляції виглядає так:

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad (2)$$

Ця формула добре ілюструє залежність пропускну здатності від ширини смуги пропускання і якості сигналу.

Література

1. Methods of Processing Cyclic Signals in Automated Cardiodiagnostic Complexes. IV Lytvynenko, A Horkunenko, O Kuchvara, Y Palaniza ICTES, 116-127
2. Artificial Intelligence Based Emergency Identification Computer System D Velychko, H Osukhivska, Y Palaniza, N Lutsyk, Ł Sobaszek Advances in Science and Technology. Research Journal.
3. Method, Algorithm and Computer Tool for Synphase Detection of Radio Signals in Telecommunication Networks with Noises L Khvostivska, M Khvostivskyi, I Dediv, V Yatskiv, Y Palaniza.