

АНАЛІЗ АТМОСФЕРНОГО ЗАГАСАННЯ КАНАЛУ FREE SPACE OPTICAL

Рязанов С.С., Токар Л.О.

e-mail: serhii.riazanov@nure.ua, e-mail: liubov.tokar@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки,

каф. ІКІ ім. В.В. Поповського

м. Харків, Україна

The paper reviews free space optical communication systems (FSO), shows their advantages and limitations. The dependence of the channel on weather conditions is analyzed and significant attenuation of the optical signal is revealed. The study was conducted by calculating all components of atmospheric attenuation and by modeling the FSO channel in the Matlab environment. The distance between the transmitter and the receiver, typical wavelengths used in fiber optics, and standard characteristics of the FSO channel were used as the initial parameters.

Оптичні безпроводові високошвидкісні лінії передачі мають значний потенціал для задоволення майбутніх потреб у передачі даних завдяки своїй високій частоті. Системи оптичного зв'язку у вільному просторі Free Space Optical (FSO) є безпроводовими системами передачі даних, що використовують світлові промені для передачі інформації у вільному просторі. Основні переваги FSO включають: високу швидкість передачі даних, безпеку передачі інформації, відсутність необхідності ліцензування частот.

Ці системи знаходять застосування в різних областях, таких як створення високошвидкісних мобільних магістралей у випадку наявності перешкод, які важко обійти звичайними способами; у корпоративному секторі; для швидкого розгортання високошвидкісного тимчасового зв'язку; в мережах мобільного зв'язку зв'язок між будинками тощо [1, 2]. Для задоволення попиту на ширококутовий трафік за допомогою FSO каналів забезпечується стійкий зв'язок з високою швидкістю передачі. Проте, системи FSO мають свої обмеження. Основним недоліком такого каналу зв'язку вважається залежність від погодних умов, таких як дощ, туман, пил та сніг, що значно знижує якість сигналу, і виражається в значному згасанні оптичного сигналу [3]. Оцінка впливу атмосферних умов на стабільність роботи системи FSO є важливим аспектом для розуміння та оптимізації їх роботи й визначає актуальність публікації.

В роботі проведено дослідження моделі каналу FSO. Ефективною моделлю каналу для прогнозування кліматичних ефектів на передачу FSO сигналів встановлено модель оцінки бюджету лінії зв'язку, яка визначає потужність сигналу в точці прийому й описана формулою [4]:

$$P_{rx} = P_{tx} \cdot \frac{S_{rx}}{(\theta R)^2} A, \quad (1)$$

де S_{rx} – ефективність площа антени приймача; θ – розбіжність променя; A – атмосферне загасання каналу. Дослідження спрямовано на знаходження й оцінку бюджету лінії з урахуванням типових довжин хвиль – 850 нм, 1330 нм, 1550 нм та з використанням стандартних характеристик каналу FSO [4].

Атмосферне загасання каналу є найвпливовішим показником втрат. Дослідження показало, що значний вклад у загасання оптичного сигналу вносить складова туману та пилу й залежність цього показника від довжини хвилі значна. Крім того, відмічається його зміна від довжини лінії. Загалом при відстані 10 км для досліджуваних довжинах хвиль відмічене значення загасання сигналу в межах 0,2775 – 0,980 дБ/км.

Складова загасання сигналу внаслідок дощу від довжини хвилі не залежить й відмічене постійність цього показника на різних відстанях від передавача сигналу. Загалом, для різної інтенсивності дощу даний показник знайдено в межах 2,84 – 38,37 дБ/км. Загасання сигналу внаслідок снігу має майже постійний характер й визначено в межах 5,5457 – 5,5831 дБ/км. Відмічене, що існує його залежність від довжини хвилі, але з відстанню значення цієї складової загасання не змінюється.

Загальний вплив всіх вказаних складових загасання сигналу змінюється в межах 13,6457 – 13,6331 дБ/км на відстані 10 км для довжин хвиль 850 нм, 1310 нм, 1550 нм. Враховуючі тільки вплив атмосферного загасання каналу FSO та результати розрахунку бюджету лінії проведено моделювання в середовищі Matlab. Отримані показники потужності на різних довжинах хвиль показано на рис. 1.

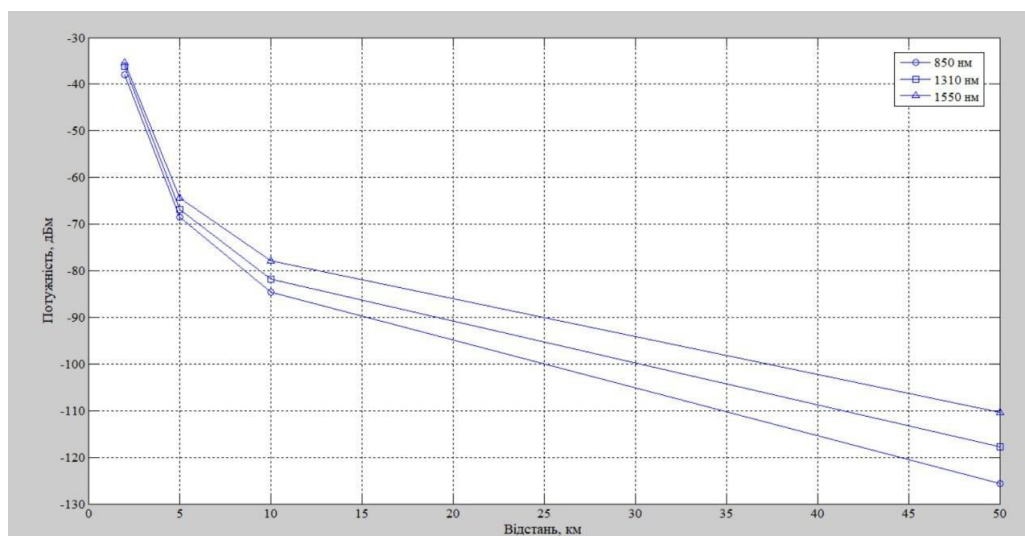


Рисунок 1 – Показники потужності моделі каналу FSO

На різних довжинах хвиль відмічається зміна показників потужності сигналу, що показано в одиницях дБм в залежності від відстані. Найбільш різкий стрибок спостерігається на відстані до 10 км, що підтверджує той факт, що саме на цій ділянці атмосферне загасання сигналу найбільше. На більш великих відстанях потужність змінюється повільно.

Таким чином, розрахунок бюджету лінії є ключовим методом визначення того, наскільки стабільно працюватиме лінія FSO, що дасть змогу прогнозувати, який запас або додаткова потужність буде доступна в лінії за будь-якого конкретного набору умов експлуатації.

Представлене дослідження дає змогу в подальшому визначити основні метрики для системи: 1) запас зв'язку в залежності від відстані, тобто такий запас, який має система на заданій відстані для компенсації втрат; 2) загасання в залежності від відстані, що вказує на максимальний діапазон, в якому буде працювати система FSO з урахуванням заданого чи раніше розрахованого загасання в атмосфері. Слід вказати, що ця метрика втрачає точність розрахунків при низькому загасанні.

Загалом, використовуючи отримані результати в подальшому можна визначити максимально досягну дальність передачі, як показник, який залежить від потужностей передавача, приймача та атмосферних умов каналу.

Таким чином, в даній публікації розглянуто важливе питання якості каналу зв'язку FSO-системи, яка виражається в стабільній роботі каналу. Показано, що сукупний вплив всіх атмосферних факторів досить значно проявляється при малих довжинах хвиль та на коротких відстанях.

Список використаних джерел:

1. Davis C. C., Smolyaninov I. I., Milner S. D. Flexible Optical Wireless Links and Networks // *IEEE Communications Magazine*. 2003. P. 51 – 57.
2. Majumdar A. K., Ricklin J. C. *Free-Space Laser Communications. Principles and Advances*: Springer Science LLC, 2008. 418 p.
3. Carbonneau T. H., Wisley D. R. Opportunities and Challenges for Optical Wireless. *SPIE Conference on Optical Wireless Communications*. Massachusetts, 1998. P. 119 – 128.
4. Kamalakis T., Neokosmidis I., Tsipouras A., Pantazis S., Andrikopoulos I. Hybrid free space optical/millimeter wave outdoor links for broadband wireless access networks. *IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, 2007. P. 1–5.