

УДК 621.391.63

Карпуков Л.М.¹, Щекотихін О.В.², Савченко Д.К.³

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ асп. НУ «Запорізька політехніка»

ПРО ІНТЕНСИВНІСТЬ ВИПРОМІНЮВАННЯ СВІТЛА З БОКОВОЇ ПОВЕРХНІ ОПТОВОЛОКНА

Незважаючи на високу захищеність оптоволокна від несанкціонованого доступу, існує принципова можливість створення каналів витоку інформації, що передається по оптоволоконних лініях зв'язку.

Для формування каналу витоку інформації з кабельної структури лінії зв'язку потрібен прямий фізичний контакт з оптоволоконном - носієм інформації. При розривному контакті здійснюється врізка у волокно пристроїв, відводящих частину оптичного випромінювання в канал витоку інформації. При нерозривній підключенні цілісність оптоволокна зберігається, а канали витоку інформації утворюються за рахунок реєстрації побічної розсіяного випромінювання.

Технічні канали витоку інформації характеризуються різною інтенсивністю виведеного сигналу.

В роботі визначені втрати на випромінювання з неоднорідностей в одномодовому оптоволоконні Corning SMF-28 з параметрами: $a = 4,1$ мк, $n_1 = 1,447$, $n_2 = 1,442$, $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = 0,117$, $V = 2,283$ на довжині хвилі $\lambda = 1,32$ мкм [5]. Для розрахунку втрат використовувалися формули, наведені в [1-5].

Втрати на вигині. Розрахунок коефіцієнта загасання потужності через випромінювання на вигині з радіусом R дає наступні значення:

- при $R = 0,01$ м маємо $\alpha_3 = 1,25$ дБ/м; загальні втрати на довжині $L_1 = 0,0314$ м, що становить півколо, рівні $A_3 = 0,0393$ дБ;

- при $R = 0,005$ м маємо $\alpha_3 = 429,1$ дБ/м, загальні втрати на довжині $L_2 = 0,0157$ м, що становить півколо, рівне $A_3 = 6,740$ дБ.

Втрати на ділянці з деформацією. Для деформованого за синусоїдальним законом ділянки оптоволокна Corning SMF-28 кут максимального випромінювання $\theta_m = 6,3^\circ$. Цьому куту відповідає просторова частота деформацій $\Omega = 5,3 \cdot 10^4 \text{ м}^{-1}$ і період деформацій $L_z = 1,2 \cdot 10^{-4}$ м. Коефіцієнт загасання потужності через випромінювання при амплітуді деформацій $\sigma_a = \lambda/20$ буде дорівнювати $\alpha_{\text{деф}} = 12,6$ дБ/м. Загальні втрати на довжині $L_1 = 0,0314$ м деформованої ділянки рівні $A_{\text{деф}} = 0,396$ дБ.

Втрати на малій неоднорідності. Нехай неоднорідність в серцевині оптоволокна є малий об'єм з поверхнею у вигляді півсфери, заповнений повітрям $n_v = 1$. Радіус півсфери $r_n = \lambda/20$. Неоднорідність розташована на кордоні серцевини з оболонкою $r_v = a$. Розрахунок втрат на випромінювання з неоднорідності об'ємом $2\pi r_n^3/4$ дає $\alpha_{\text{мн}} = 2,96 \cdot 10^{-7}$ дБ.

Якщо на довжині L_1 розташувати малі неоднорідності з періодом $L_z = 1,2 \cdot 10^{-4}$ м, то загальні втрати на випромінювання складуть $\alpha_{\text{мн}} = 0,035$ дБ.

Втрати на Релєвське розсіювання. Втрати світла в оптоволокну через випромінювання Релєя складуть $\alpha_p = 2,63 \cdot 10^{-4}$ дБ/м. На довжині $L_1 = 0,0314$ м загальні втрати на випромінювання $8,28 \cdot 10^{-6}$ дБ.

Для того, щоб отримати такі ж втрати на випромінювання, як від вигину, необхідно зняти випромінювання Релєя з 181 метра оптичного волокна.

Порівнюючи отримані чисельні значення втрат на випромінювання від різних джерел, можна зробити висновок, що найбільш простим, технологічним і ефективним способом отримання технічного каналу витоку інформації з оптоволокна є його вигин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Снайдер А. Теория оптических волноводов: Пер. с англ. Под ред. Е.М. Дианова, В.В. Шевченко. / Снайдер А., Лав Дж. – М.: Радио и связь, 1987. – 656 с.

2.Маркузе Д. Оптические волноводы: Пер. с англ. под ред В.В. Шевченко [текст] / Д. М Маркузе. – М.: Мир, 1974. - 576 с.

3.Marcuse D. Curvature loss formula for optical fibers. // Optical Society of America vol. 66, No. 3, March 1976 pp. 216-220.

4.Schermer R. T., Cole J. H. Improved Bend Loss Formula Verified for Optical Fiber by Simulation and Experiment //IEEE J. of Quantum Electronics vol. 43, No 10, Oktober 2007 pp.899-909.