

# ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИЧНОЇ РЕФЛЕКТОМЕТРІЇ

Колтаков О.А.

Науковий керівник – доц. Ковальчук В.К.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. ІКІ ім. В.В. Поповського тел. 70 21 320)

OTDR measurements are an essential component of the work carried out during the installation and operation of fiber-optic communication lines. With their help, the quality of the optical lines is determined. One of the main advantages of an OTDR is that it can be used to test fiber from only one end, according to the principle of a radar system. The principle of operation Optical Time Domain Reflectometer is based on measuring the power of light radiation.

Рефлектометричні вимірювання є важливою частиною робіт, що проводяться при монтажі волоконно-оптичної лінії зв'язку. За видами рефлектометри поділяються на: релеєвський, бріллюєновський, поляризаційний, рамановський.

Метою даної роботи є аналіз видів та методів оптичної рефлектометрії, їх основних параметрів, розрахунок динамічного діапазону релеєвського рефлектометра.

До основних параметрів оптичних рефлектометрів належать: динамічний діапазон (дБ), мертва зона (м) та порогова потужність.

Один з найбільш важливих параметрів рефлектометра є динамічний діапазон. Він показує максимальну довжину волокна, яку можливо виміряти з максимальною амплітудою. Для оцінки динамічного діапазону необхідно знати час усереднення імпульсів  $t$ , період їх слідкування  $T$  та тривалість імпульсів  $\tau$ .

Динамічний діапазон рефлектометра визначається як:

$$D_{rms} = \frac{P_c - P_{ш}}{2} \quad (1)$$

А розраховується за формулою:

$$D_{rms} = \frac{P_c - \eta + q - P_{пр} + 10 \lg \sqrt{\frac{0.9t}{T}}}{2} \quad (2)$$

де  $P_c$  - потужність, розсіяна назад до початку волокна,  $P_{ш}$  - еквівалентна шумова потужність на вході фотоприймача,  $P_v$  - потужність джерела випромінювання,  $\eta$  - втрати у відгалужувачі,  $q$  - коефіцієнт зворотного релеєвського розсіювання,  $P_{пр}$  - порогова чутливість фотоприймача.

Мертва зона характеризує часове «осліплення» фотодетектора при потраплянні на нього великої відображеної потужності.

Порогова потужність зростає зі збільшенням ширини спектру лазерного джерела. Більш точніші випромінювачі мають більшу ширину спектру. На рис. 1 наведені результати розрахунку динамічного діапазону.

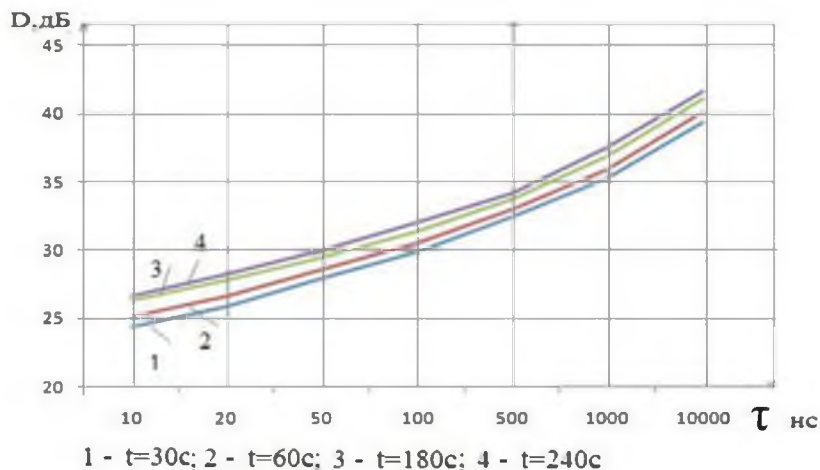


Рис. 1 - Залежність динамічного діапазону від тривалості імпульсу та часу

З наведеного графіку видно, що зі збільшенням тривалості імпульсу і часу усереднення сигналу зростає динамічний діапазон. Такий великий динамічний діапазон досягається, за рахунок збільшення енергії імпульсу.

Релеєвський рефлектометр найбільш поширений. Він використовується на всіх етапах будівництва та експлуатації волоконно-оптичної лінії, та дозволяє визначити місця обриву і дефектів волокон. Також дозволяє отримати графічне представлення стану лінії при фіксуванні потужності зворотного відображеного світлового потоку лінії.

Бріллюеновський рефлектометр дозволяє виміряти натяг в оптичних волокнах – основний параметр терміну служби оптичного кабелю. Головною відмінністю бріллюеновського розсіювання від релеєвського є те, що викликають його акустичні неоднорідності які є рухомими.

Поляризаційний рефлектометр використовується для вимірювання розподілу довжини биття вздовж волокна. Від традиційного OTDR відрізняється тим, що на виході лазера встановлений поляризатор, а на вході в фотоприймач встановлений аналізатор стану поляризації відображеного від волокна випромінювання.

Рамановський рефлектометр використовується в системах з WDM. Він дозволяє проводити вимірювання на різних довжинах хвиль. Для фільтрації рамановського розсіювання від загального випромінювання, яке розповсюджується вздовж волоконної лінії, використовується тонкоплівковий фільтр.

Вибір рефлектометру для вимірювання тої чи іншої волоконно-оптичної лінії визначається її технологією та необхідністю вимірювання стану лінії.

Перелік посилань:

1. Хамадулин Э.Ф. Основы Радиоэлектроники: Методы и средства измерений. Москва, 2018 – 365 с.
2. Портнов Э.Л. Волоконная оптика в телекоммуникациях. 2018. – 392 с.