

УДК 625.321.6

*В. Н. ФОМИЧЕВ, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; В. В. ЕВДОЧКОВ, инженер, Гомельский филиал РУП "Белтелеком"*

## МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ МЕСТ ВОЗМОЖНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОМ КАБЕЛЕ

Рассмотрены вопросы затухания света в волокнах оптического кабеля. Установлено, что кроме внутренних существуют и общие для всех волокон внешние факторы. Приведены результаты корреляционного анализа рефлектограмм и предложен метод обнаружения мест возможных повреждений в волоконно-оптических кабелях.

**В** процессе эксплуатации волоконно-оптических кабелей осуществляется постоянный контроль за их состоянием. Изменение параметров кабеля ведет к ухудшению условий прохождения света, а значит снижает качество передаваемой информации. Необходим метод обнаружения мест возможных повреждений, позволяющий предупредить появление отказов в работе кабеля.

В ходе исследования был проведен регрессионный и корреляционный анализ степени влияния различных факторов на затухание оптического волокна, что позволило установить зависимость между отклонением затуханий в точках рефлектограмм, имеющих одинаковые координаты, разных волокон кабеля.

На затухание света в волокне влияют ряд факторов, среди которых собственные или внутренние, а также дополнительные или внешние потери.

Потери на поглощение состоят как из собственных в кварцевом стекле (ультрафиолетовое и инфракрасное поглощение), так и из потерь на примесях. Примесные атомы, в зависимости от их типа, поглощают свет на определенных длинах волн и рассеивают поглощенную световую энергию в виде джоулева тепла.

Потери на рассеяние являются одним из основных факторов, влияющих на затухание в оптоволокне, и называются рэлеевским, которое вызвано наличием неоднородностей микроскопического масштаба. Свет, попадая на такие неоднородности, рассеивается в разных направлениях. Эти неоднородности неизбежно появляются во время изготовления волокна.

Потери, обусловленные внешними факторами, такими как скрутка, деформация и изгибы волокон, возникают при наложении покрытий и защитных оболочек при производстве, а также в процессе монтажа и прокладки волоконно-оптического кабеля (ВОК). Дополнительные потери появляются также, если радиус изгиба становится меньше минимально допустимого, указанного в спецификации на ВОК.

Был проведен корреляционный анализ рефлектограмм оптических волокон (рисунок 1) в экс-

плуатируемом продолжительное время кабеле марки ОКСТ-10-0.2-0.25-8 (волокна № 3, 4, 5). Протяженность исследуемого кабеля составляет 6,92 км. Анализ проводился с помощью пакета прикладных программ Statgraphics Centurion XV. Для анализа рефлектограмма каждого волокна рассматривалась как совокупность отрезков, соответствующих участкам волокна между местами с большим изменением потерь (более 0,05 дБ).

На рисунке 2 приведен пример поля корреляции, показывающий значение этих отклонений затуханий попарно в оптических волокнах в рассматриваемых точках с целью выявления их общих причин появления. Для каждого из этих участков волокна были рассчитаны уравнения регрессии уровня сигнала от расстояния (таблица 1). Далее были определены отклонения реального значения затухания волокна в рассматриваемых точках от полученных уравнений регрессии. На основании этих данных были рассчитаны уравнения регрессии и коэффициенты корреляции (таблица 2), показывающие степень влияния внешних факторов как источника появления этих отклонений. Анализ показал, что зависимость отклонений рефлектограмм оптических волокон в кабеле адекватно описывается с помощью уравнений линейного вида.

Результаты анализа показывают на достаточно высокую степень корреляции этих отклонений. На этом основании можно сделать вывод о том, что внешние факторы для данного кабеля играют достаточно большую роль. Эту особенность можно объяснить достаточно длительным временем эксплуатации кабеля.

На основании данных исследований можно предложить метод обнаружения мест возможных повреждений в волоконно-оптическом кабеле. Если сложить программным путем все полученные при измерениях рефлектограммы волокон кабеля, то результирующая рефлектограмма укажет место, где было существенное внешнее воздействие на кабель. На рисунке 3 показана такая результирующая рефлектограмма для исследованного кабеля.

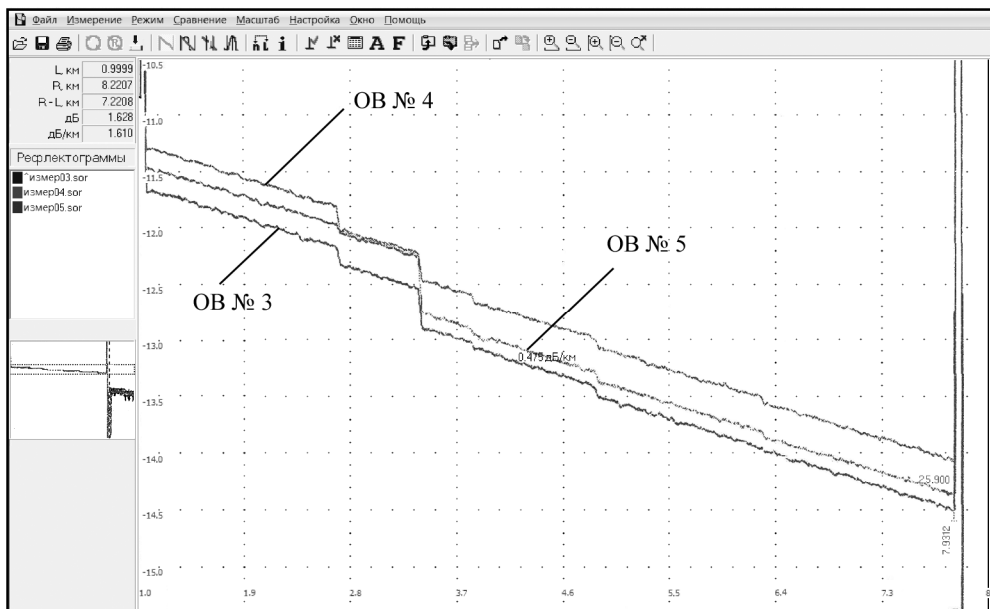


Рисунок 1 – Рефлектограммы исследуемых волокон

Из рисунка 3 явно видны места, где происходит резкое изменение затухания сигнала. В этих местах могут появиться технические неисправности данного кабеля.

Данный метод позволит в процессе эксплуатационных измерений устанавливать места появления возможных отказов в работе кабеля и выполнять упреждающие мероприятия по недопущению их возникновения.

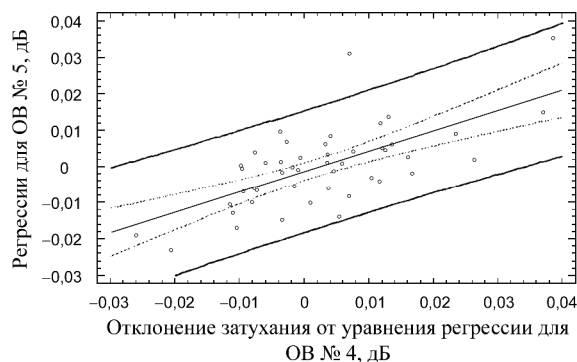


Рисунок 2 – Зависимость отклонений рефлектограмм для ОВ № 5 и ОВ № 4

Таблица 1 – Уравнения регрессии для каждого из участков рефлектограмм

Участок	Координаты границ участка, км	ОВ № 3	ОВ № 4	ОВ № 5
1	1,0–2,67	$y = -11,338 - 0,318x$	$y = -10,954 - 0,33x$	$y = -11,126 - 0,316x$
2	2,67–3,36	$y = -11,368 - 0,359x$	$y = -11,264 - 0,292x$	$y = -11,186 - 0,321x$
3	3,36–4,86	$y = -11,637 - 0,376x$	$y = -11,248 - 0,368x$	$y = -11,529 - 0,368x$
4	4,86–7,92	$y = -11,903 - 0,333x$	$y = -11,436 - 0,337x$	$y = -11,735 - 0,336x$

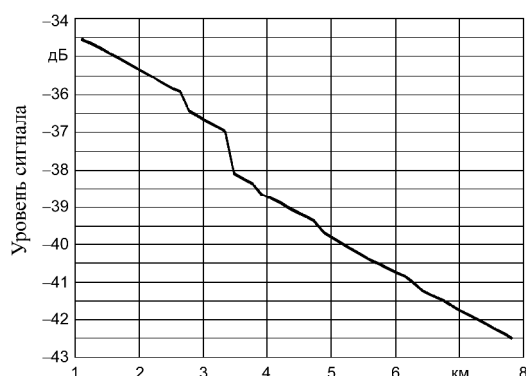


Рисунок 3 – Результирующая рефлектограмма исследованного кабеля

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа

Исследуемые волокна	Вид уравнения регрессии	Коэффициент корреляции
ОВ № 5 и ОВ № 3	$y = 0,000171 + 0,564x$	0,509
ОВ № 5 и ОВ № 4	$y = -0,00138 + 0,562x$	0,663
ОВ № 4 и ОВ № 3	$y = 0,00265 + 0,561x$	0,429

#### Список литературы

- 1 Убайдулаев, Р. Р. Волоконно-оптические сети / Р. Р. Убайдулаев. – М. : Техносфера, 2003. – 237 с.
- 2 Шевченко, Д. Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб.-метод. пособие для студентов электротехнических специальностей / Д. Н. Шевченко. – Гомель : БелГУТ, 2006. – 318 с.

Получено 09.11.2010

#### V. N. Fomichev, V. V. Evdochkov. Method of detecting of possible fiber optic cable damage points.

There are considered the problems of light damping in optic cable fibers. It was stated that except internal factors there exist external ones universal for all fibers. There are given the results of reflectograms correlation analysis and suggested the method of detecting of possible fiber optic cable damage points.