

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОДОВ

М. М. Кутейко, С. И. Чубаров, Ю. А. Бутенко, В. С. Шиёнок

Белорусский государственный университет, Минск

При проектировании и обслуживании волоконно-оптических систем возникают проблемы с определением пространственного положения места повреждения линии связи. Составляющими затухания являются поглощение и рассеяние света в материале оптического волокна. Для реализации метода рефлектометрии исследуемое волокно зондируют оптическими импульсами, которые вводятся в него через развязывающее устройство.

Разработана математическая модель процесса обратного рассеяния в ступенчатых и градиентных оптических волокнах, учитывающая соотношения между определяемыми экспериментально величинами и параметрами исследуемых оптических волокон (коэффициент рассеяния, фактор обратного рассеяния и затухания в прямом и обратном направлениях с учётом наличия френелевского отражения на разрывах и торце волокна).

Если на вход многомодового волоконного световода подаются световые импульсы мощностью P_0 , тогда мощность обратного рассеяния $P(0, z)$, приходящего на вход волоконного световода с участка dz :

$$P(0, z) = Pa_p(z)S(z)\exp([a^+(z) + a^-(z)]z)dz, \quad (1)$$

где $a_p(z)$ - коэффициент рассеяния и $S(z)$ - фактор обратного рассеяния, определяющий, какая часть общей мощности захватывается апертурой волоконного световода и распространяется по нему в обратном направлении, P_0 - входная мощность, а $a^+(z)$ и $a^-(z)$ представляют собой среднее значение затухания $a(z)$ на участке волоконного световода $(0, z)$ при распространении излучения в прямом и обратном направлениях соответственно.

При малых $S(z)$ отличить отражённый импульс от рассеянного на неоднородности сложно. Ограничение накладывает также и тот факт, что потери на локальных дефектах зависят от направления распространения излучения. Более точные результаты можно получить, измерив обратное рассеяние с обеих сторон исследуемого тракта. Подобный же подход позволяет разделить влияния вариации параметров волоконного светово-

да (произведение $S(z)a_p(z)$) и затухания света ($\exp - [a+(z) + a^-(z)]z$) на обратно рассеянный сигнал.

Данный математический аппарат позволил провести численное моделирование процесса обратного рассеяния. На рис. 1 приведена зависимость мощности обратного рассеянного сигнала от расстояния при изменении значения коэффициента рассеяния a . Увеличение значения коэффициента рассеяния соответствует уменьшению мощности обратного рассеянного сигнала.

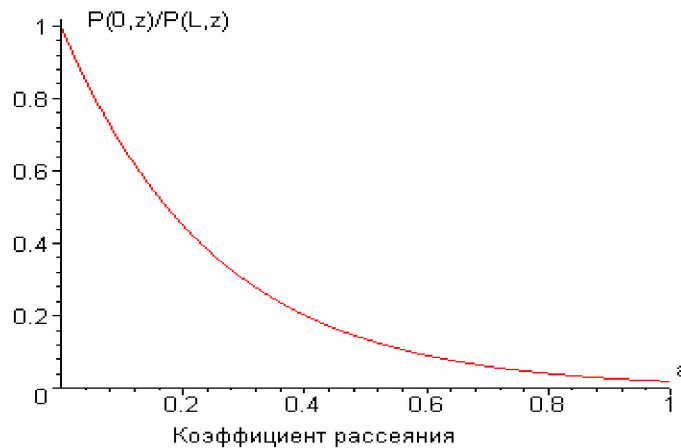


Рис. 1. Зависимость мощности обратного рассеянного сигнала от коэффициента рассеяния

На рис. 2-4 представлены зависимости мощности обратного рассеянного сигнала на участке волоконного световода длиной 3 км. Резкие изломы кривых на рис. 2 и 4. свидетельствуют соответственно о резком увеличении и уменьшении значения коэффициента обратного рассеяния на данных участках. На рис. 3 представлена зависимость мощности сигнала обратного рассеянного для волоконного световода со скачкообразным изменением коэффициента обратного рассеяния.

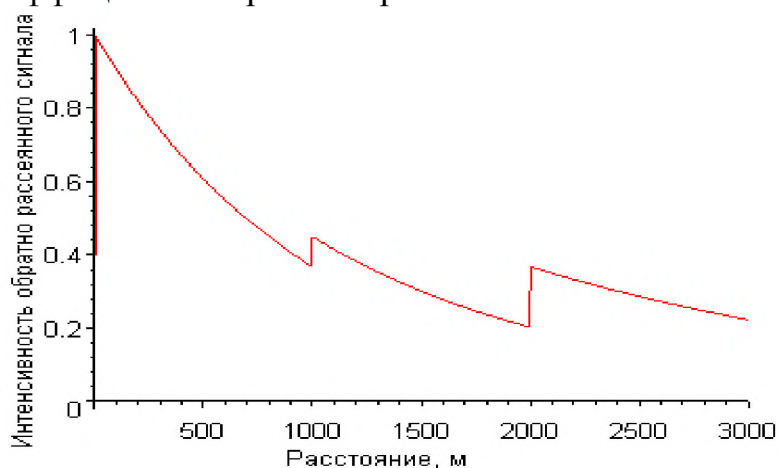


Рис. 2. Зависимость мощности сигнала обратного рассеяния волоконного световода при скачкообразном увеличении коэффициента рассеяния

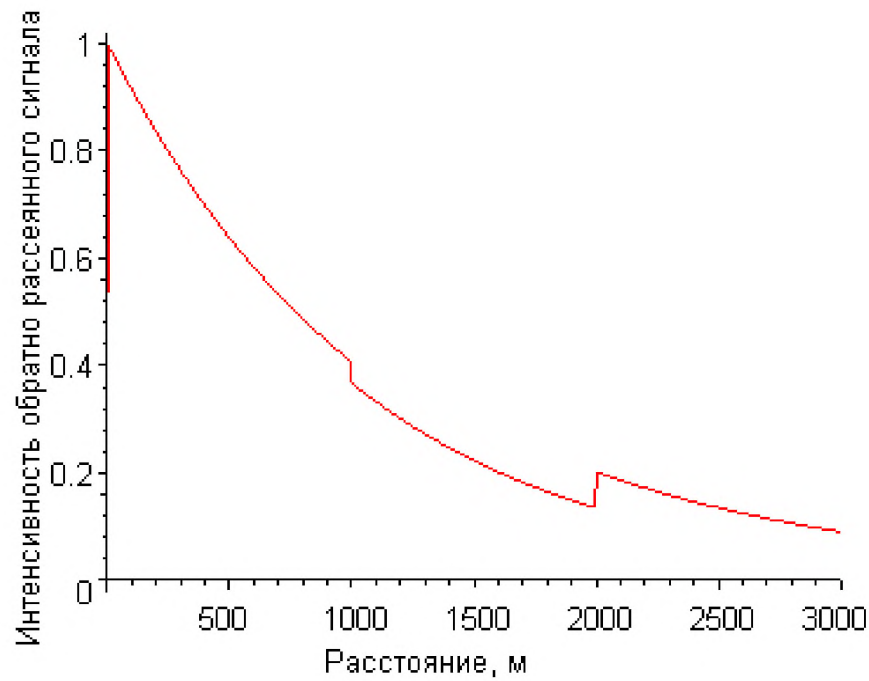


Рис. 3. Зависимость мощности сигнала обратного рассеяния волоконного световода при скачкообразном изменении коэффициента обратного рассеяния

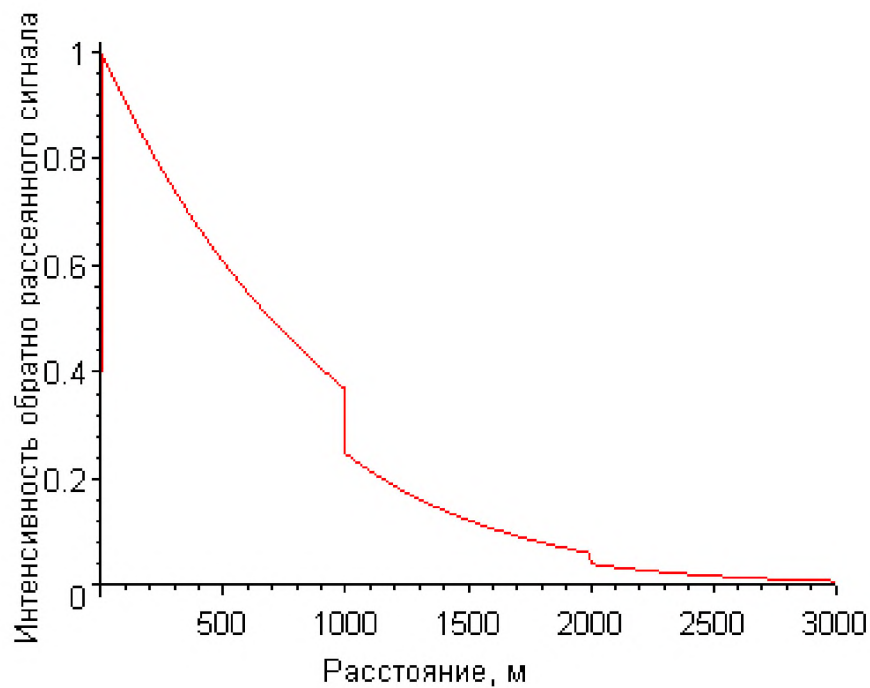


Рис. 4. Зависимость мощности сигнала обратного рассеяния волоконного световода при скачкообразном уменьшении значения коэффициента рассеяния