

ЗАЩИТА МНОВОВЛНОВЫХ ВОСП ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Дудак М.Н.

Урядов В.Н. – к.т.н., доцент

Связь с использованием оптоволокна далеко не так защищена, как это обычно принято считать. Существует ряд известных методов, используемых для извлечения или вставки информации в оптический канал и позволяющих избежать обнаружения подключения. В данной работе рассматривается способ снятия информации с определенного канала.

Волоконно-оптическая связь находит все более широкое применение во всех областях — от компьютеров и бортовых космических, самолётных и корабельных систем, до систем передачи информации на большие расстояния. Результатом стало создание трансокеанских и трансконтинентальных линий связи протяженностью в десятки тысяч километров. Кроме того, увеличивается число оптических каналов передаваемых по одному волокну методом волнового уплотнения.

Ранее считалось, что волоконно-оптические системы передачи (ВОСП) обладают повышенной скрытностью, однако всегда существует принципиальная возможность съёма информации, передаваемой по оптическим каналам связи.

Изгиб волокна.

При данном методе подключения, кабель разбирается до волокна и изгибается под определенным радиусом. При сгибании волокна, оно искривляется таким образом, чтобы угол отражения стал меньше чем критический, и свет начал проникать через оболочку. Очевидно, что могут быть два типа сгибов: микросгиб и макросгиб.

Оптическое расщепление с использованием сплиттера, который отводит часть оптического сигнала. Этот метод является интрузивным, поскольку требует разрезания волокна, что вызовет срабатывание тревоги. Однако, необнаруженное подключение такого типа может работать годами.

Использование связанных волн.

Данный способ используется для перехвата сигнала от волокна-источника в волоконно-приемник посредством аккуратной полировки оболочек до поверхности ядра и затем их совмещения. Это позволяет некоторой части сигнала проникать во второе волокно. Данный способ трудновыполним в полевых условиях.

V-образный вырез.

V-образный вырез – это специальная выемка в оболочке волокна близкая к ядру, сделанная таким образом, что угол между светом, распространяющимся в волокне и проекцией V-выреза больше, чем критический. Это вызывает полное внутреннее отражение, при котором часть света будет уходить из основного волокна через оболочку и V-образный вырез.

Выше приведенные методы работают, когда по волокну передается один канал, т.е. в системах без волнового уплотнения (DWDM). В системах с волновым разделением каналов в волокне передается до 250 каналов. Поэтому целью данной работы является оценка возможности использования акустооптического эффекта для доступа к одному из передаваемых каналов.

На ядре волокна создается решетка Брэгга, с ее помощью достигается отражение части сигнала с волокна. Это достигается наложением и интерференцией УФ лучей, создаваемых лазером с УФ возбуждением.

Под воздействием акустической волны в сердцевине оптоволокна создаётся дифракционная решётка периодического изменения показателя преломления. При взаимодействии с дифракционной решёткой, оптическая волна отклоняется от своего первоначального направления, и часть её выходит за пределы ОВ. Физическим явлением, описывающим данный процесс, является дифракция Брэгга на высокочастотном звуке (>10 МГц), длина волны Λ которого удовлетворяет условию: $(\Lambda L/\lambda) > 1$, где λ – длина волны электромагнитного излучения, L - ширина области распространения звуковой волны. Деформации, создаваемые упругой волной, формируют периодическое изменение показателя преломления внутри оптоволокна, которое для света является дифракционной решёткой (рис.1).

Максимальный угол отклонения единственного наблюдаемого дифракционного максимума равен двум углам Брэгга ($2\theta_B = 2\lambda/n_1\Lambda$). Частота отклонённой электромагнитной волны приблизительно равна частоте основного информационного потока. Интенсивность дифракционного максимума может быть определена по формуле:

$$I = I_0 \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{J_0 M_2} \frac{L}{\lambda} \right),$$

где J_0 – интенсивность звуковой волны,
 $M_2 = 1,51 \times 10^{-15}$ сек³/кг - акустооптическое качество кварца.

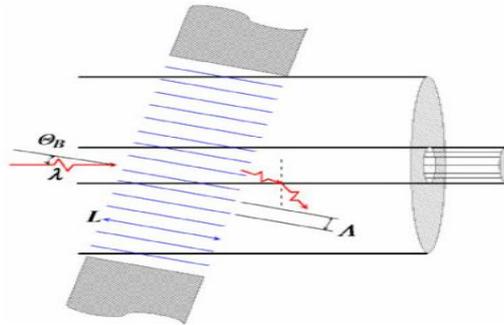


Рисунок 1 – Формирование дифракционной решетки в сердцевине оптоволокна акустической волной.

Вычисления показывают, что для многомодового оптоволокна с параметрами $(d/D)=(50/125)$ при акустическом воздействии с длиной волны звука $\Lambda=10$ мкм и длине взаимодействия $L=10^{-3}$ м, максимальный угол отклонения от первоначального направления распространения составляет 5 градусов.

График зависимости интенсивности первого дифракционного максимума от интенсивности звуковой волны представлен на рисунке 2. Из графика видно, что даже при невысоких интенсивностях звуковой волны выводимое оптическое излучение достаточно велико для регистрации его современными фотоприёмниками. При фиксированной интенсивности звука, путём изменения области озвучивания L можно добиться максимального значения интенсивности в дифракционном максимуме, тем самым увеличить интенсивность света отводимого в канал утечки.

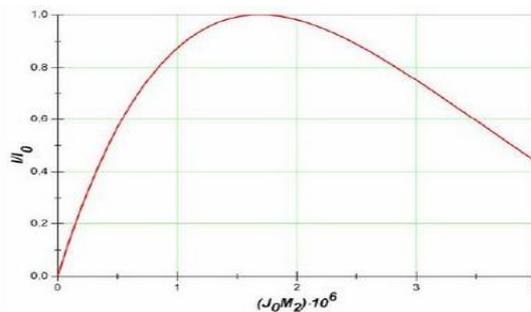


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности дифракционного максимума от интенсивности звуковой волны.

Изменяя частоту акустического сигнала можно выбирать номер контролируемого канала в многоволновом сигнале передаваемого в волоконном световоде. Метод снятия информации состоит в регистрации отведенного излучения путем фокусировки с помощью пассивных оптических элементов (линз, призм) и направлением его на фотодетектор.

Для реализации данного метода необходимо наличие акустического генератора и напыления электродов на волоконный световод для формирования звуковой волны требуемого уровня и устройств фокусировки снятого оптического излучения.

Подводя итог необходимо отметить, что для формирования устойчивой дифракционной решетки необходимо снятие защитных покровов с волоконного световода и напыления электродов. Кроме того, требуется применение фокусировки сигнала для эффективного сбора излучаемой энергии.

Список использованных источников:

1. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – М.: Техносфера, 2003.
2. Мирвицкий Д. И., Будагян И. Ф., Дубровин В. Ф. Микроволноводная оптика и голография.— М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983.
3. Гришачев В.В., Кабашкин В.Н., Фролов А.Д. Информационное противодействие угрозам терроризма № 4 (2005).