

ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АКУСТООПТИЧЕСКОГО КАНАЛА УТЕЧКИ ЧЕРЕЗ ЭЛЕМЕНТЫ КАБЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПАССИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Балина А.В. (Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича).

Научный руководитель Былина М.С. – кандидат технических наук, доцент кафедры **Фотоники и линий связи СПбГУТ** (Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича).

Аннотация: в работе представлено исследование возможности несанкционированного доступа к оптическому волокну в пассивных оптических сетях посредством создания акустооптического канала утечки. Рассмотрены физические причины формирования акустооптических каналов утечки в волоконно-оптических системах связи, установлено, что они предоставляют злоумышленнику возможность осуществления несанкционированного доступа. Проведена оценка эффективности канала утечки, критерием эффективности выбрана глубина модуляции оптического сигнала, подвергнутого акустическому воздействию.

Преимущества технологии пассивных оптических сетей (Passive Optical Network, PON) над медными структурированными кабельными системами (СКС) привели к широкому внедрению PON в современных домах и офисах. Оптические кабельные каналы PON проходят по всему зданию, и пользователи оказываются в окружении волоконно-оптических коммуникаций, что создает совершенно новые, на данный момент недостаточно изученные и исследованные условия для нарушения их конфиденциальности.

Известно, что волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) обладают большей защищенностью от несанкционированного доступа по сравнению с другими средами передачи, что обусловлено особенностями распространения электромагнитной энергии по волокну. Однако способы извлечения конфиденциальной информации из оптического канала все же существуют.

Одна из угроз связана с воздействием акустических полей на проходящее по волокну излучение, что создает возможность извлечения звуковой информации (например, подслушивания конфиденциальных разговоров). Проблема паразитных акустических модуляций излучения в оптических волокнах широко исследуется в зарубежной и отечественной литературе, однако предлагаемые методы защиты неоднозначны и требуют детального исследования.

Акустооптический канал утечки формируется следующим образом. Акустическая волна речевого диапазона частот, распространяясь в воздухе, взаимодействует с окружающими объектами, в том числе с оптическими волокнами, оказывая на них механическое воздействие. В результате возникает паразитная модуляция проходящего по волокнам света по амплитуде, частоте, фазе и поляризации. Модулированное звуком световое излучение распространяется по оптоволокну за пределы охраняемой зоны, и может быть принято и демодулировано нарушителем.

Эффективность модуляции зависит от места взаимодействия акустического поля и оптического потока. Воздействию подвергаются все пассивные элементы волоконно-оптической кабельной системы. Обычно выделяют три типа канала утечки: свободный участок оптического кабеля (ОК); ОК, имеющий виброакустический контакт с конструкциями здания (например, в месте его крепления к элементам конструкций здания) и место механического (разъемного) соединения волокон. Именно последний тип канала утечки будет подробно рассмотрен в данной работе.

Между торцами оптических волокон в разъемном оптическом соединении (коннекторе) всегда имеется небольшой зазор, в котором возникают многократные переотражения излучения. В результате их интерференции формируются прошедшее

соединение и отраженное от него излучения, описываемые известными соотношениями для интерферометра Фабри-Перо и позволяющими определить вносимые и возвратные потери в соединении. Формирование канала утечки в месте соединения волокон происходит следующим образом. Виброакустическое воздействие на коннектор с некоторой частотой f приводит к изменению ширины зазора, что приводит к модуляции мощности прошедшего и отраженного излучения этой частотой.

В работе оценивается эффективность разъемного соединения типа «физический контакт» как канала утечки. В качестве критерия эффективности канала выбрана глубина модуляции мощности прошедшего и отраженного излучения. Суть исследования состоит в расчете вносимых и возвратных потерь в подвергнутом акустическому воздействию соединении, обусловленных френелевскими отражениями между торцами двух волокон. При расчетах учитывалась зависимость ширины зазора от радиуса кривизны сферической поверхности торца наконечника коннектора и расстояния от оптической оси волокна.

Расчеты показали, что в результате акустического воздействия наибольшую глубину модуляции приобретает мощность отраженного излучения. При изменении ширины зазора с амплитудой 20-50% от номинального значения (ширины зазора s_0 в невозмущенном соединении) она составляла от 30% до 80%, в то время как глубина модуляции прошедшего излучения не превышала 2%.

Очевидно, что такая глубина модуляции достаточна, чтобы нарушитель мог зарегистрировать сигнал утечки и демодулировать его по амплитуде с помощью технического средства разведки (ТСР) – достаточно чувствительного фотоприемного устройства. Таким образом, возможность несанкционированного доступа к конфиденциальной акустической информации через канал утечки на основе излучения, отраженного от соединения оптических волокон, можно считать доказанной.

Отметим, что при проведении исследования полагалось, что соединяемые волокна полностью идентичны. Возможно, что учет нефренелевских потерь из-за различия параметров (например, в результате технологического разброса) соединяемых волокон приведет к некоторому снижению глубины модуляции.

Было также установлено, что эффективность рассмотренного канала утечки уменьшается при уменьшении s_0 , что позволяет говорить о необходимости обеспечения хорошего физического контакта между стыкуемыми волокнами, как одном из способов защиты от данной угрозы.

Отметим, что в работе проанализировано только воздействие акустического поля на мощности прошедшего и отраженного излучений. Однако известно, что акустическое поле воздействует также на частоту, фазу и поляризацию излучений. Поэтому определение мер по всесторонней защите ВОЛС от данного вида угрозы предполагает анализ этих влияний, что будет целью дальнейших исследований.

Таким образом, исследование и экспериментальная оценка волоконно-оптического канала утечки речевой информации являются перспективными направлениями для решения проблем информационной безопасности волоконно-оптических линий связи.

Балина А.В. (автор)

Подпись

Былина М.С. (научный руководитель)

Подпись