

## УГРОЗЫ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО СЪЕМА КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

### 1. Новые угрозы информационной безопасности

Переход в современных закрытых информационных коммуникациях с электронных на волоконно-оптические технологии позволяет существенно улучшить основные технические параметры информационных систем, удовлетворить текущие запросы потребителей информации и получить перспективы для дальнейшего развития [1]. Потребности в бизнесе таких услуг, как распределенный офис, интернет-конференция, потоковое видео высокой четкости, и других запросов приводят к проникновению волоконно-оптических технологий на уровень локальных сетей, структурированных кабельных систем. Столь широкое распространение волоконно-оптических систем связи создает новые угрозы безопасности информации, которым уделяется недостаточно внимания. При разработке и монтаже новых структурированных кабельных систем с волоконно-оптическими элементами основные усилия направляются на защиту трафика информационной системы от несанкционированного съема [2], при этом угрозы другим видам информации остаются за рамками мероприятий по информационной безопасности.

Одной из таких угроз является возможность несанкционированного съема конфиденциальной речевой информации с использованием локальных волоконно-оптических кабельных систем, проложенных внутри помещений, зданий, территорий. Волоконно-оптический кабель локальных информационных систем может проходить через технические и специальные помещения коммерческих и государственных учреждений, защищаемые от утечки речевой информации. В существующих инструкциях, рекомендациях и аналитических обзорах по информационной безопасности формирование канала утечки конфиденциальной речевой информации не обсуждается. Настоящая работа компенсирует имеющийся пробел.

В структуре любого канала утечки конфиденциальной речевой информации присутствуют следующие элементы [3]:

- источник акустических волн, несущих информацию, например речь человека, акустические волны от работающих технических устройств;
- технические средства модуляции физического поля, переносящего информацию за пределы охраняемого помещения, например модуляция звуком коэффициента отражения лазерного излучения, ПЭМИН;
- среда передачи информации, через которую распространяется физическое поле — носитель утечки;
- технические средства демодуляции конфиденциальной информации с физического поля;
- нарушитель, злоумышленник, несанкционированный получатель информации.

Если в любом канале утечки первый и последний элементы могут быть одинаковыми, то технические средства разведки (ТСР) и среда передачи информации являются особыми, отличающимися каналы утечки один от другого.

В случае использования оптоволоконного для несанкционированного съема конфиденциальной речевой информации ТСР включают описание физических принципов звуковой модуляции оптического потока в световоде и последующей демодуляции. Распространяющийся в воздушной среде информативный звуковой сигнал воздействует на оптическое волокно с передаваемым оптическим сигналом данных. Акустическая волна как волна механическая воздействует на все элементы технических конструкций, расположенных на ее пути, в том числе и на элементы



волоконно-оптических коммуникаций, что приводит к модуляции интенсивности оптического излучения в канале связи звуковым сигналом [4]. Промодулированное звуком световое излучение в оптоволокне выходит за пределы охраняемой зоны и может быть принято нарушителем. Описанный способ съема информации можно назвать акусто-опто-волоконным каналом утечки.

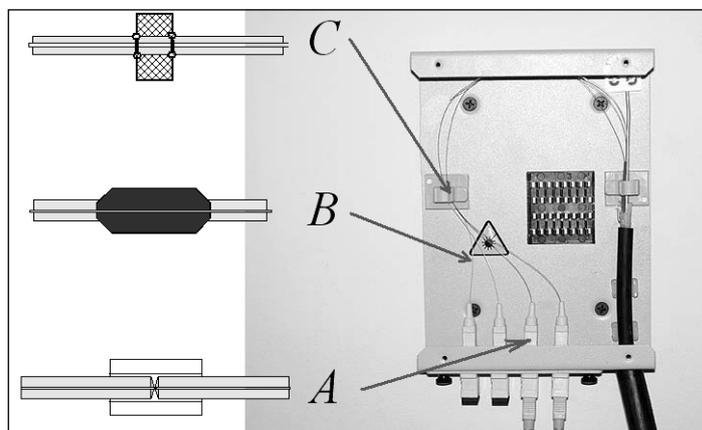


Рис. 1. Угрозы формирования канала утечки речевой информации типов А, В, С на примере отдельных волоконно-оптических элементов структурированной кабельной системы

Возможность реализации акусто-опто-волоконного канала утечки связана с созданием световых потоков в кабельной системе и его модуляцией звуком. Эффективность модуляции зависит от типа элемента волоконно-оптической структурированной кабельной системы, элементы, оптические неоднородности оптоволокна, конструктивные особенности монтажа различным образом откликаются на акустическое воздействие, но все они являются местами взаимодействия акустического поля и оптического потока, анализ которых позволяет определить степень опасности утечки речевой информации.

## 2. Типы акусто-опто-волоконных каналов утечки

Проведем анализ и выделим наиболее опасные участки волоконно-оптических коммуникаций на возможность модуляции потока света акустическими колебаниями (речью). По типу пассивного волоконно-оптического оборудования и конструктивным особенностям прокладки кабеля в помещениях все каналы утечки можно разделить на три типа [1], которые обозначим буквами: А, В, С (Рис. 1).

А. Механические контакты и соединения оптического волокна. Современное пассивное волоконно-оптическое оборудование включает большой набор различного вида коннекторов, розеток, переходников, разветвителей, аттенуаторов, муфт, шнуров, патч-кордов, сборок и других элементов, которые обеспечивают удобную прокладку и монтаж локальных волоконно-оптических сетей. Важными элементами являются коннекторы, с помощью которых осуществляется механическое соединение оптических волокон с высокой эффективностью без их сварки. В зависимости от типа коннектора обеспечивается более 1000 соединений при вносимых потерях порядка 0,2 дБ. Величину вносимых потерь в пределах, не превышающих максимальных значений, модулируют упругие воздействия на оптический контакт волокон (Рис. 1 А). Конструкция коннектора включает втулку по размеру волокна, в которую вставляются волокна с обработанными концами. Механическое соприкосновение фиксируется различными типами креплений (ST, FC, SC и др). В любом случае при воздействии звука на соединение происходят колебания, влияющие на прохождение света через соединение и формирующие канал утечки. Злоумышленник может увеличить глубину модуляции светового потока звуком, если внести в конструкцию соединения



эластичные элементы, например поместить между волокнами тонкую эластичную прокладку; сместить контакт по оси или поперек волокон; специально обработать концы соединяемых волокон и произвести другие действия, увеличивающие упругие свойства соединения.

В. Свободные участки волоконно-оптического кабеля с уплотнительными элементами. Оптоволоконно обладает высокой чувствительностью к механическим воздействиям, даже небольшие колебания вызывают изменение условий прохождения света и, соответственно, интенсивности оптического потока. В волоконно-оптических локальных сетях для соединения компьютеров используют оптические кабели, содержащие одно-два волокна и более в сборках в зависимости от решаемых задач. Оптические волокна в кабеле защищают от внешнего воздействия специальные наполнители и кожух (внешняя оболочка), которые значительно уменьшают влияние вибраций, звука. Злоумышленник может повысить чувствительность волокна к звуковым колебаниям путем внесения под внешнюю оболочку кабеля специальных твердых включений, а также специальных зажимов кабеля, волокна и других приспособлений, обеспечивающих акустический контакт оптического волокна с окружающей воздушной средой (Рис. 1 В). Причем формирование акустического контакта может быть произведено в любом месте оптического кабеля, а размер области контакта может не превышать нескольких миллиметров. Обнаружить подобные изменения в кабеле трудно, так как они могут восприниматься как естественное состояние кабеля.

С. Места крепления волоконно-оптического кабеля к элементам несущих конструкций здания. Еще одним местом, потенциально опасным для формирования канала утечки, являются любые фиксированные контакты оптического шнура с конструкцией здания, коробками для соединения волокон, кабельными лотками (Рис. 1 С). Например, фиксация проходящего внутри коммутационной панели волокна специальными зажимами, а также другие особенности проводки кабеля. Особое внимание необходимо обратить на кабельные коробки для прокладки оптических шнуров (в них легко обеспечить скрытый акустический контакт с поверхностью короба), которые являются мембраной с большой поверхностью, обеспечивающие хороший акустический контакт как с волокном, так и с окружающим воздухом.

Представленный анализ показывает высокую опасность формирования утечки речевой информации через волоконно-оптический кабель практически по всей его длине в линии связи. Оценить опасность создаваемую каждым из рассмотренных типов каналов утечки только на основе теоретических расчетов очень трудно, из-за влияния многих факторов, поэтому наиболее эффективными могут быть экспериментальные исследования.

### **3. Принципы реализации акусто-опто-волоконного канала утечки**

Обеспечить функционирование акусто-опто-волоконного канала утечки возможно при условиях, когда световой поток или уже существует, или специально создается в кабельной сети. Реализация каждого из способов зависит от режима работы активного оборудования и может быть разделена на два вида по состоянию сетевого оборудования.

- Режим активного состояния сетевого оборудования, когда используются потоки оптического сигнала в волоконно-оптическом канале для переноса речевой информации. Формирование канала утечки возможно путем модуляции на звуковой частоте интенсивности света части трафика и последующего проведения акустической демодуляции за пределами систем защиты.

- Режим пассивного состояния сетевого оборудования. При отключенном оборудовании возможно временное подключение внешнего источника света из незащищенных помещений, что позволит активировать канал утечки и по отраженному излучению произвести съём информации. Существующие структурированные кабельные системы позволяют реализовать данный канал утечки, что связано с развитостью техники монтажа, возможностью соединения, ответвления оптических волокон.



Каждый из режимов имеет свои особенности и требует отдельного обсуждения, но физические принципы остаются неизменными, причем переход с одного режима на другой не предусматривает необходимости конструктивных изменений канала утечки в месте акустической модуляции. Особенностью активного состояния является возможность формирования канала утечки без выключения сетевого оборудования, с использованием внешнего источника света, который смещен по частоте от применяемой в линии связи.

Более подробно обсудим первый вид канала утечки, который может быть связан с закладными устройствами или использованием особенностей волоконно-оптического коммуникационного оборудования. Обычно локальная волоконно-оптическая информационная сеть работает на скоростях передачи данных, превышающих 100 Мб/сек, что соответствует частотам модуляции порядка 100 МГц. В этом случае заполнение волоконно-оптического канала связи при обычных объемах передачи информации для частот звукового диапазона (порядка 10 кГц) представляется в виде сплошного потока света с небольшими разрывами между пакетами данных. Поток света становится практически непрерывным при повышении объемов трафика. В регистрирующей аппаратуре происходит разделение сигналов по битам в зависимости от способа модуляции. При амплитудной модуляции, наиболее часто используемой в локальных сетях, регистрируются разные уровни нулевого и единичного сигналов или направление перехода (рост и падение). Различие уровней значительное, малое изменение интенсивности света воспринимается регистрирующей аппаратурой как шумы. При фазовой модуляции интенсивность не меняется, регистрируется только изменение фазы между битами. Наложение акустического сигнала на информационный оптический сигнал в оптическом волокне при значениях, меньших заложенных в аппаратуре как возможных отклонениях, связанных с шумами, может быть не зафиксировано. В этом случае информационный оптический сигнал будет переносить вместе с данными пользователей и дополнительную речевую информацию, не регистрируемую коммуникационным оборудованием сети.

Вывод дополнительной конфиденциальной речевой информации может быть осуществлен специальными методами или изменением параметров работы коммуникационного оборудования. В первом случае требуется установка в незащищенных помещениях рядом с источником речевой информации специального считывающего акустическую информацию устройства, а также создание отдельного канала передачи данных за пределы комнаты или ее накопление на месте считывания. Во втором — необходимо провести перепрограммирование активного сетевого оборудования, а для передачи данных может быть использована та же самая локальная информационная сеть с выходом на незащищенный участок, где информация накапливается и забирается нарушителем.

#### **4. Артикуляционный метод анализа каналов утечки речевой информации**

Экспериментальное и теоретическое измерение эффективности  $\eta$  функционирования канала утечки можно определить как отношение количества информации ( $J_0$ ), поступающего от ее носителя, к количеству информации ( $J_1$ ), полученной на выходе ТСР

$$\eta = \frac{J_0}{J_1} \cdot 100\% .$$

Практическая оценка эффективности реализации канала утечки связана со многими параметрами и зависит от ее вида. В частности, для канала утечки речевой информации можно использовать метод артикуляционных исследований, суть которого заключается в определении разборчивости речи, полученной с помощью ТСР по данному каналу утечки [5].

Метод артикуляции основан на оценке степени выполнения главного требования, предъявляемого к разговорным трактам — обеспечение разборчивой передачи речи через канал утечки акустической информации. Мерой разборчивости является величина  $W$ , определяемая как отношение числа  $N_0$  правильно принятых по испытываемому тракту элементов речи (звуков, слогов,



слов или фраз) к достаточно большому общему числу  $N_1$  переданных элементов речи, выражаемая в процентах или в долях единицы. Таким образом, разборчивостью речи называют

$$W = \frac{N_0}{N_1} \cdot 100\% .$$

В зависимости от полученной величины  $W$  обеспечивается качество акустической защиты элементов помещения или помещения в целом [3].

### 5. Экспериментальное сравнение каналов утечки речевой информации

Экспериментальная оценка эффективности утечки речевой информации для различных типов каналов производилась на стенде волоконно-оптической системы передачи с основными опасными для защиты информации пассивными элементами. Стенд включал источник света, волоконно-оптическую линию и приемник оптического излучения (фотодиода). В качестве источника света использовался непрерывный гелий-неоновый лазер на длине волны 633 нм мощностью порядка 10 милливатт, излучение которого вводилось в волокно. Линия связи составлялась из патч-кордов с одномодовым и многомодовым волокном длиной 2, 3, 5 м, соединенных коннекторами нескольких типов (чаще всего применялась соединительная розетка типа FC-FC). В других случаях использовалась линия из сдвоенного оптоволокну общей длиной более 25 м, образующая замкнутое кольцо. Интенсивность оптического излучения регистрировалась кремниевым фотодиодом, электрический сигнал с которого подавался на селективный усилитель нановольтметра или специальный звуковой широкополосный усилитель. Далее электрический сигнал звукового диапазона частот выводился на наушники и анализировался в реальном времени оператором или поступал на аудиокарту компьютера поста съема информации для регистрации на жестком диске компьютера и последующей обработки.

Моделирование конфиденциальных переговоров проводилось с помощью специальной программы чтения текстов с компьютера поста управления. Озвучивание с постоянным уровнем звукового давления проводилось вблизи от модельных каналов утечки. Контроль уровня звукового давления от акустической системы осуществлялся шумомером. Каналы утечки речевой информации моделировались с помощью участков оптоволокну с механическим контактом (канал утечки типа А), оптоволокну в защитной оболочке кабеля (канал утечки типа В) и зажатого между твердыми плоскими поверхностями кабеля (канал утечки типа С). Волоконно-оптическая линия с элементами акустического воздействия и оператор с компьютером поста съема информации размещались в акустически изолированных соседних помещениях, что создавало реальность и повышало достоверность измерений.

Как показывают экспериментальные исследования, все три типа каналов утечки позволяют проводить несанкционированный съем информации. Эффективность канала зависела от степени обработки оптоволокну, материалов и других параметров. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Экспериментальные оценки эффективности каналов утечки конфиденциальной речевой информации через волоконно-оптические коммуникации по методу артикуляционных исследований

Типы каналов утечки	Условия эксперимента	Разборчивость речи, $W$ , %
А	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уровень звукового давления 60 дБ;</li> <li>• без специальной обработки кабеля;</li> <li>• без шумочистки сигнала.</li> </ul>	50
В (свободный кабель)		30
С		80

В соответствии с экспериментом, оценка словесной разборчивости  $W$  варьируется от 30 до 80 %, в зависимости от типа канала утечки, при отсутствии специальной обработки кабеля или



коннекторов и при одинаковых остальных условиях, что позволяет говорить о высокой опасности утечки конфиденциальной речевой информации. Особенно большое значение разборчивости речи наблюдалось при зажиме оптического кабеля между твердыми поверхностями, что связано с большой плоскостью взаимодействия акустической волны и участка волокна. Фактически данная структура канала утечки работала как хороший микрофон.

### **Заключение**

Проведенные экспериментальные исследования показали реальность формирования каналов утечки конфиденциальной акустической (речевой) информации через волоконно-оптические коммуникации, проходящие по охраняемым помещениям. Опасность появления таких каналов утечки акустической информации связана с особенностями воздействия акустического (речевого) сигнала на оптоволокно и волоконно-оптические элементы информационных коммуникаций учреждения. Выявлены наиболее опасные участки волоконно-оптических коммуникаций.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Семенов А. Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. М.: ДМК Пресс, 2007.
2. Яковлев А. В. Волоконно-оптическая система передачи конфиденциальной информации // Электросвязь. 1994. № 10.
3. Халыпин Д. Б. Защита информации. Вас подслушивают? Защищайтесь. М.: БАЯРД, 2004.
4. Акустика. Справочник / Под ред. М. А. Сапожкова. М.: Радио и связь, 1989.
5. Покровский Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи. М.: Связьиздат, 1962.

