

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.056:621.39

Шандяло
Диана Вадимовна

Методика оценки защищенности информации, передаваемой по волоконно-
оптическим линиям связи

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-98 80 01 «Методы и системы защиты информации,
информационная безопасность»

Научный руководитель
Насонова Наталья
Викторовна
кандидат технических наук,
доцент

Минск 2018

ВВЕДЕНИЕ

Волоконно-оптические линии связи имеют более высокую степень защищенности информации от несанкционированного доступа, чем какие-либо иные линии связи, что связано с физическими принципами распространения электромагнитной волны в световоде. В оптическом волноводе электромагнитное излучение выходит за пределы волокна на расстояние не более длины волны при отсутствии внешнего воздействия на оптоволокно. Поэтому формирование каналов утечки на участках волоконно-оптического тракта, как правило, требует прямого доступа к оптоволокну и специальных мер отвода части излучения из оптоволокну или регистрации прохождения излучения, но при этом разрушать оптоволокно совершенно не обязательно.

В большинстве систем для мониторинга ВОЛС используется оптический рефлектометр. Существуют системы мониторинга ВОЛС с возможностью обнаружения НСД. Все приведенные выше системы мониторинга с возможностью обнаружения НСД ориентированы в первую очередь на магистральные ВОЛС результатом чего является высокая стоимость готового решения. Применение уже имеющихся систем мониторинга ВОЛС в ОСД может быть неэффективных как с экономической точки зрения, так и причине возможного ухудшения показателей системы мониторинга, связанных с архитектурой и принципом построения ОСД. В связи с этим задача разработки системы обнаружения НСД для пассивных сетей ОСД является актуальной. В настоящей работе сделан акцент методике обнаружения НСД через устройства, создающие макроизгиб ОВ.

Учитывая особенности существующих ОСД и предполагая дальнейшее изменение топологии сетей доступа в сторону усложнения, автором была использована система обнаружения макроизгибов и НСД для ОСД, получены методики и разработаны алгоритмы идентификации макроизгибов с использованием оптического рефлектометра, получены критерии, позволяющие идентифицировать НСД среди других причин, вызывающих рост затухания в ОВ, разработан алгоритм, автоматизирующий процесс идентификации НСД. А так же разработана автоматизированная методика оценки защищенности, на основе распознавания графического изображения рефлектограмм.

Формирование каналов утечки информации из ВОЛС связано с возможными особенностями распространения света в ВОЛС. Любые отклонения в распространении света приводят к выводу части излучения из волновода, которое образует канал утечки информации. Изменение свойств

оптического волокна вследствие механических воздействий, является основой для формирования канала утечки информации. Существующая техника измерений позволяет регистрировать очень малые изменения свойств волокна, что используется при оптическом туннелировании света или регистрации рассеянного излучения.

Разработанная на основе физического эксперимента методика оценки позволит снизить до минимума вероятность посторонних подключений. Оценка защищенности передачи информации по ВОЛС связана с разработкой технических средств контроля несанкционированного доступа к информационному сигналу, передаваемому по оптоволокну.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований

Тема диссертационной работы соответствует подразделу 13 «Безопасность человека, общества, государства» приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2016-2020 гг., утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 12 марта 2015 г., № 190. Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Цель и задачи исследования

Разработка методики оценки защищенности информации от физического доступа для повышения безопасности данных, передаваемых по ВОЛС

В соответствии с поставленной целью в диссертации решаются следующие задачи:

1. Проведение анализа методов получения оптического излучения с поверхности оптического волокна.
2. Исследование влияние изгиба ОВ на величину прироста затухания оптических сигналов с разными длинами волн.
3. Поиск, обработка, анализ причин, в результате которых в ОВ возможно появление макроизгиба ОВ.
4. Разработка и апробация методики оценки защищенности информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи

Апробация результатов диссертации

Основные положения и результаты диссертации обсуждались на 53 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Опубликованность результатов диссертации

По результатам исследований, предоставленных в диссертации, опубликовано 2 работы, в том числе 1 статья в сборниках материалов конференций.

Личный вклад магистранта

1. Получены критерии и разработана методика идентификации несанкционированных подключений к ОВ, с помощью которой может быть обнаружено несанкционированное подключение через макроизгиб ОВ

2. Разработана методика оценки защищенности информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи, с помощью которой решена задача повсеместного использования на всех ветвях пассивной сети доступа с целью обнаружения несанкционированных подключений к ОВ и степени защиты данного участка.

3. Разработан алгоритм, автоматизирующий процесс обнаружения макроизгибов ОВ в оптических сетях доступа, за счет применения новой методики и критерия идентификации.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы.

В **первой главе** выполнен анализ методов формирования каналов утечки информации из оптического волокна, который показал, что подключение несанкционированного пользователя с использованием разрывного способа подключения к оптическому волокну хорошо обнаруживается при помощи методов рефлектометрии или организационных мероприятий. Из неразрывных способов подключения наиболее незаметным является туннелирование оптического излучения. Однако он требует специальной подготовки оптического волокна (шлифовки оболочки волокна), что является трудоемким и сложным процессом. Наиболее простым в реализации способом съема информации является создание макроизгиба волокна. Используя небольшие радиусы изгиба и чувствительную аппаратуру для регистрации оптического излучения, можно добиться незаметного съема данных с боковой поверхности оптического волокна.

При осуществлении НСД отбор мощности происходит путем изгиба волокна. Поскольку требуемое значение отведенной оптической мощности известно, то можно найти требуемый радиус изгиба, зная зависимость потерь на изгибе от радиуса. Существует множество теоретических исследований явления потерь на изгибе волоконных световодов. Все теоретически полученные зависимости являются приближенными, так как учет влияния всех факторов очень сложен. Экспериментальное исследование потерь на изгибе помогает сделать оценку реально отводимой мощности.. Не вся потерянная на изгибе мощность может быть потом собрана и введена затем в устройство перехвата, и то, какая доля мощности все же будет введена, зависит от конструкции устройства сбора мощности. Злоумышленнику приходится иметь дело с малыми величинами мощности, поэтому вероятность ошибки в канале перехвата высока. Вероятность ошибки зависит от отведенной мощности, а также от чувствительности фотодетектора. Злоумышленник вынужден использовать самые чувствительные фотодетекторы.

Во **второй главе** проведено исследование возможности проведения в пассивных оптических сетях доступа (ОСД) через устройство несанкционированного доступа, создающего макроизгиб ОВ. В ходе исследования было установлено, что НСД возможен в любой ветви ОСД, что связано избыточным уровнем передаваемой мощности оптического излучения. Использование оптического рефлектометра в ОСД имеет существенные недостатки: длительное время получение рефлектограммы, в течение которого отсутствует информация о состоянии ВОЛС; отсутствие точной информации о сегменте сети, в котором появилась неоднородность, если неоднородность находится за оптическим разветвителем; возможные

ошибки при установлении причины, вызвавшей неоднородность, если неоднородность находится за оптическим разветвителем. Исследование возможности использования контрольных сигналов в ОСД для обнаружения неоднородностей показало способность быстро и точно отслеживать изменение характеристик ВОЛС, идентифицировать ветвь ОСД, в которой возникла неоднородность, повлекшая рост затухания, а также имеется возможность идентифицировать макроизгибы ОВ. Во второй главе разработан алгоритм обнаружения несанкционированных подключений к ОВ, учитывающий особенности ОСД. Использование оптического рефлектометра позволяет установить расстояние до места возникновения неоднородности. Предложенная система обнаружения поддерживает следующие топологии сетей доступа: звезда, шина, дерево. Аппаратная часть включает в себя систему диагностики состояния ВОЛС и ЭВМ. Система диагностики состояния ВОЛС используется для получения в реальном времени информации о величине затухания двух контрольных сигналов в направлении от ОЛО до ОСБ-*i*, а также рефлектограммы ВОЛС. ЭВМ используется для двух целей: с одной стороны в ЭВМ хранится история изменения исследуемых характеристик, с другой стороны в ЭВМ работает программа анализа исследуемых характеристик с целью выявления фактов НСД.

В **третьей главе** был разработан критерий и алгоритмы, позволяющие идентифицировать макроизгиб оптоволоконного кабеля среди других причин, вызывающих увеличение затухания оптических излучений. Было подтверждено, что прирост затухания определяется радиусом изгиба ОВ, а также длиной волны оптического излучения. Изменяя радиус изгиба ОВ, можно получить зависимость прироста затухания оптического излучения от радиуса изгиба ОВ. Если известны зависимости величины прироста затухания от радиуса изгиба ОВ для двух длин волн, то по величине прироста затухания двух оптических излучений можно установить, является ли причиной роста затухания макроизгиб ОВ. Для этого по величине прироста затухания каждого оптического излучения вычисляется соответствующая величина радиуса изгиба ОВ. В дальнейшем полученные радиусы изгиба сравниваются между собой. В случае равенства радиусов, причина скорее всего вызвана изгибом ОВ. Для подтверждения того, что причиной одновременного роста затухания двух оптических излучений является изгиб ОВ, необходимо выполнение дополнительного условия. Радиус изгиба, соответствующий отношению величин прироста затухания двух оптических излучений должен быть равен радиусам изгиба, полученным по величинам прироста затухания двух оптических излучений.

В ОСД возможны естественные причины появления макроизгибов ОВ, которые не связаны с НСД. Для идентификации НСД через макроизгиб ОВ были получены критерии, методика и алгоритм, с помощью которых решается задача по уменьшению числа ложных срабатываний системы обнаружения НСД.

Разработана методика и алгоритм оценки защищенности информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи, отличающаяся от общепринятого подхода учетом критерия идентификации макроизгиба оптоволоконного кабеля, позволяющая повысить достоверность оценки защищенности информации. Введенный в методику критерий позволяет переходить от значений прироста затухания к значениям радиуса изгиба оптоволоконного кабеля. Данная методика позволяет связать процесс нахождения количественных оценок информационной защищенности и процесс нахождения методов идентификации несанкционированного доступа в волоконно-оптическому кабелю.

Предложены варианты реализации программно-аппаратного комплекса, разработан программно-аппаратный комплекс для проведения оценки защищенности ВОЛС от НСД.

В **четвертой** главе проведена апробация разработанной методики, а также сделаны выводы на основе эксперимента. Апробация разработанного алгоритма оценки защищенности информации, передаваемой по ВОЛС, показала, что данная методика позволяет количественно и качественно оценивать внутренние параметры волоконно-оптического кабеля. Выполнены исследования, направленные на решение задачи повышения точности количественных оценок защищенности и определения соответствующих мер защиты при аудите состояния защищенности информации, передаваемой по ВОЛС. Разработанная методика расчета носит общий характер и может использоваться на этапе аудита защищенности информации, где требуется определить действительное состояние защищенности участка ВОЛС на базе критерия идентификации макроизгиба. Результаты расчетов методики могут использоваться: для разработки организационно-распорядительной документации, выбора и формирования набора методов противодействия выявленным вариантам реализации угроз защищенности. На основании экспериментальных результатов была произведена оценка защищенности волоконно-оптической линии связи - количественная (0,88774912), так и качественная («Высокая»).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе был выполнен анализ методов получения информационных сигналов с поверхности оптического волокна, а также анализ технических средств и методик, использование которых позволяет выявлять факты несанкционированных подключений применительно к сетям доступа ОСД. Было установлено, что через макроизгиб ОВ можно быстро и достаточно просто осуществить НСД. В результате исследования было установлено, что в ОСД имеются участки с повышенной вероятностью проведения скрытного НСД. Это предопределило необходимость использования системы обнаружения несанкционированных подключений за счет макроизгиба ОВ в оптических сетях доступа. Было проведено исследование, направленное на изучение влияния радиуса изгиба ОВ на величину прироста затухания передаваемых сигналов, в результате которого была получена методика, с помощью которой может быть установлено, что рост затухания в ОВ вызван макроизгибом. Кроме того был проведен анализ естественных причин, в результате которых в сетях ОСД возможно возникновение, а также шагов для успешного проведения НСД. На основании полученных результатов были получены критерии, разработана методика оценки защищенности и алгоритм обнаружения несанкционированных подключений.

Преимуществами разработанной методики является возможность не только идентифицировать появление одиночного макроизгиба в i -м направлении, но и предоставлять информацию о величине макроизгиба, а также устанавливая факты появления более 1 макроизгиба в i -м направлении.

В настоящей работе не рассматривался вопрос обнаружения несанкционированных подключений с помощью других методов получения оптических сигналов с поверхности ОВ, что вызвано сложной технической реализацией представленных методик, большей вероятностью повреждения ОВ, ограничением по скорости передаваемых информационных сигналов.

К наиболее значимым результатам, полученным в настоящей диссертационной работе, относятся:

1. Результаты исследования влияния величины изгиба ОВ на величину прироста затухания оптических сигналов с разными длинами волн легли в основу методики и алгоритма идентификации макроизгибов ОВ;
2. Результаты анализа причин возникновения в ОСД макроизгибов ОВ легли в основу критериев, методики и алгоритма обнаружения в оптических сетях доступа НСД с ОВ;
3. Разработан алгоритм обнаружения макроизгибов и несанкционированного съема данных с ОВ в ОСД, на основе которого

разработана методика мониторинга каждой ветви ОСД с целью выявления макроизгибов и фактов НСД через макроизгиб ОВ, а также их оценки защищенности.

4. Результаты анализа причин возникновения в ОСД макроизгибов ОВ легли в основу критериев, методики и алгоритма оценки защищенности информации, передаваемой по волоконно-оптической линии связи.

Результаты исследований могут быть использованы как в учебном процессе при подготовке специалистов по защите информации, так и в практической – организациями, профессионально занимающимися оценкой защищенности волоконно-оптических линий связи.

Список опубликованных работ

1-А. Шандяло, Д. В. Общая схема и обобщенный алгоритм оценки защищенности информации в ВОЛС/ Д. В. Шандяло // Тезисы докладов 53-й науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 2-6 мая 2017 г. – Минск : БГУИР, 2017.

2-А. Шандяло, Д. В. Оценка защищенности информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи/ Д. В. Шандяло // Тезисы докладов XV Белорусско-российской научно–технической конференции, Минск, 6 июня 2017 г. – Минск : БГУИР, 2017.