

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

УДК 621.391; 621.383.92

Липай Александр Александрович

Разработка устройства защиты информации от утечки по волоконно-
оптическому каналу связи

АВТОРЕФЕРАТ

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

Научный руководитель
кандидат технических наук, доцент
Тимофеев А.М.

Минск, 2015

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время информационная безопасность является одним из важнейших направлений развития современных средств связи, обеспечивающих передачу данных по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС). Для обеспечения защиты информации от несанкционированного доступа применяют квантовые системы, которые используют для передачи каждого бита информации оптические сигналы, содержащие от одного до десятка фотонов [Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Известные устройства обнаружения несанкционированного доступа при передаче данных по волоконно-оптическим линиям связи [Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден.] основаны на измерении только потери мощности оптического излучения при съеме данных с боковой поверхности оптического волокна (ОВ). Такие устройства могут быть неэффективны при использовании несанкционированным пользователем компенсационного метода съема данных, когда с помощью специальных средств оптическое излучение вначале выводится из оптического волокна, затем регистрируется, после чего формируется и вводится в ОВ, что компенсирует потери выведенной мощности излучения, скрывая таким образом несанкционированный съем данных. В связи с этим целью данной работы являлась разработка устройства защиты информации от утечки по волоконно-оптическому каналу связи, позволяющего повысить эффективность определения наличия несанкционированного доступа за счет определения съема данных компенсационным методом. Для достижения поставленной цели потребовалось рассмотреть способы несанкционированного доступа к информации и требования, предъявляемые к системам защиты информации, провести аналитический обзор существующих устройств обнаружения несанкционированного доступа к информации при передаче данных по волоконно-оптической линии связи и на его основе разработать устройство, которое позволит повысить эффективность определения несанкционированного пользователя за счет определения съема данных компенсационным методом, а также предложить математическую модель волоконно-оптического канала связи, в котором данные передаются оптическими сигналами, содержащими от одного до десятка фотонов, и экспериментально исследовать влияние напряжения питания счетчика фотонов на пропускную способность волоконно-оптического канала связи.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цели и задачи исследования

Целью настоящей диссертационной работы является разработка устройства защиты информации от утечки по волоконно-оптическому каналу связи, позволяющего повысить эффективность определения наличия несанкционированного доступа за счет определения съема данных компенсационным методом.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих взаимосвязанных задач:

1 Рассмотреть способы несанкционированного доступа к информации и требования, предъявляемые к системам защиты информации.

2 Установить основные характеристики оптического волокна, которые имеют особое значение при обеспечении защиты информации от несанкционированного доступа при передаче данных отдельными фотонами.

3 Провести аналитический обзор существующих устройств обнаружения несанкционированного доступа к информации при передаче данных по волоконно-оптической линии связи и на его основе разработать устройство, которое позволит повысить эффективность определения несанкционированного пользователя за счет определения съема данных компенсационным методом.

4 Предложить математическую модель волоконно-оптического канала связи, в котором данные передаются оптическими сигналами, содержащими от одного до десятка фотонов.

5 Экспериментально исследовать влияние основных характеристик счетчика фотонов на пропускную способность волоконно-оптического канала связи.

В качестве объекта исследований использовался синхронный волоконно-оптический канал связи с приемником на основе счетчика фотонов.

Предметом исследований являлось установить, какое влияние оказывают пороговый уровень зарегистрированного числа фотонов, напряжение питания счетчика фотонов и интенсивность оптического излучения на пропускную способность синхронного волоконно-оптического канала связи.

Личный вклад соискателя

Содержание диссертации отражает личный вклад соискателя. В работах, выполненных в соавторстве автор принимал участие в определении целей, задач исследований, а также в проведении самих исследований и обработке полученных результатов.

Апробация и опубликованность результатов

Основные полученные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международной научно-технической конференции, приуроченной к 50-летию МРТИ – БГУИР (Минск, Республика Беларусь, 2014 г.) и XII Белорусско-российской научно-технической конференции «Технические средства защиты информации» (Минск, Республика Беларусь, 2014 г.). Опубликовано два тезиса докладов.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения и библиографического списка.

В первой главе рассмотрены основные способы несанкционированного доступа, рассмотрены известные устройства защиты информации от несанкционированного доступа и основные характеристики систем волоконно-оптической связи.

Во второй главе рассмотрено устройство передачи конфиденциальной информации с автоматическим контролем несанкционированного доступа к волоконно-оптической линии связи.

Третья глава содержит экспериментальную установку для определения скорости передачи информации, а также математическую модель канала связи. Экспериментально установлено, что для получения максимального значения пропускной способности волоконно-оптического канала связи, содержащего в качестве приемного модуля счетчик фотонов на базе лавинного фотодиода, необходимо подбирать оптимальное напряжение обратного смещения лавинного фотодиода. Полный объем диссертации составляет 54 страницы машинописного текста. Диссертация содержит 5 рисунков на 5 страницах. Библиографический список занимает 7 страниц и состоит из 79 наименования использованных источников и списка собственных публикаций соискателя из двух наименований на одной странице.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В настоящее время информационная безопасность является одним из важнейших направлений развития современных средств связи, обеспечивающих передачу данных по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС). Для обеспечения защиты информации от несанкционированного доступа применяют квантовые системы, которые используют для передачи каждого бита информации оптические сигналы, содержащие от одного до десятка фотонов [Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Известные устройства обнаружения несанкционированного доступа при передаче данных по волоконно-оптическим линиям связи [Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден.] основаны на измерении только потери мощности оптического излучения при съеме данных с боковой поверхности оптического волокна (ОВ). Такие устройства могут быть неэффективны при использовании несанкционированным пользователем компенсационного метода съема данных, когда с помощью специальных средств оптическое излучение вначале выводится из оптического волокна, затем регистрируется, после чего формируется и вводится в ОВ, что компенсирует потери выведенной мощности излучения, скрывая таким образом несанкционированный съем данных.

В первой главе выполнен аналитический обзор литературных источников на основании, которых определены основные способы несанкционированного доступа к системам волоконно-оптической связи. Установлено, что компенсационные способы несанкционированного доступа имеет достаточную высокую скрытность и эффективность несанкционированного съема, однако их практическая реализация может быть весьма сложной при выводе и вводе оптического излучения обеспечивать коэффициент передачи близкий к единице.

Пассивные способы могут быть реализованы за счет воздействия на оптическое волокно, например, посредством макроизгиба ОВ, обладают высокой скрытностью и не приводят к изменению параметров оптического излучения, как активные способы НСД.

Во второй главе разработано устройство передачи данных по волоконно-оптическим линиям связи, позволяющее обнаруживать несанкционированный доступ при съеме передаваемых данных с боковой поверхности волокна.

В сравнении с известными, устройство передачи данных позволяет повысить эффективность определения несанкционированного пользователя за счет определения съема данных компенсационным методом.

В третьей главе определен способ достижения максимальной скорости передачи данных по волоконно-оптическому каналу связи, содержащему в качестве приемного модуля счетчик фотонов, который позволяет установить оптимальные значения порогового уровня регистрации и мощности оптического излучения.

Получено выражение для расчета пропускной способности канала волоконно-оптической связи, в котором передается конфиденциальная информация. Это выражение учитывает статистические распределения темновых и смеси темновых, и сигнальных импульсов, а также пороговый уровень зарегистрированного числа фотонов и среднюю длительность передачи одного бита (символа).

Для получения максимального значения скорости передачи информации по оптическому каналу связи, содержащему в качестве приемного модуля счетчик фотонов на лавинном фотодиоде, необходимо подбирать оптимальное напряжение обратного смещения ЛФД, мощность оптического сигнала, транслируемого по каналу, и пороговый уровень регистрации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен аналитический обзор литературных источников на основании, которых определены основные способы несанкционированного доступа к системам волоконно-оптической связи. Установлено, что компенсационные способы несанкционированного доступа имеет достаточную высокую скрытность и эффективность несанкционированного съема, однако их практическая реализация может быть весьма сложной при выводе и вводе оптического излучения обеспечивать коэффициент передачи близкий к единице.

Пассивные способы могут быть реализованы за счет воздействия на оптическое волокно, например, посредством макроизгиба ОВ, обладают высокой скрытностью и не приводят к изменению параметров оптического излучения, как активные способы НСД.

В сравнении с известными устройства защиты информации, передаваемой по ВОЛС, разработанное устройство передачи данных позволяет повысить эффективность определения несанкционированного пользователя за счет определения съема данных компенсационным методом.

Определен способ достижения максимальной скорости передачи данных по волоконно-оптическому каналу связи, содержащему в качестве приемного модуля счетчик фотонов, который позволяет установить оптимальные значения порогового уровня регистрации и мощности оптического излучения.

Получено выражение для расчета пропускной способности канала волоконно-оптической связи, в котором передается конфиденциальная информация. Это выражение учитывает статистические распределения темновых и смеси темновых, и сигнальных импульсов, а также пороговый уровень зарегистрированного числа фотонов и среднюю длительность передачи одного бита (символа).

Для получения максимального значения скорости передачи информации по оптическому каналу связи, содержащему в качестве приемного модуля счетчик фотонов на лавинном фотодиоде, необходимо подбирать оптимальное напряжение обратного смещения ЛФД, мощность оптического сигнала, транслируемого по каналу, и пороговый уровень регистрации.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 Зеневич, А.О. Многоканальная квантовая система связи для передачи конфиденциальной информации / А.О. Зеневич, А.М. Тимофеев, А.Г. Косари, А.А. Липай, Е.В. Мороз, В.С. Толкачева // Междунар. науч.-техн. конф., приуроченная к 50-летию МРТИ–БГУИР: материалы докладов в 2 ч., Минск, 18-19 марта 2014 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники; редкол.: А.А. Кураев [и др.]. – Минск: БГУИР, 2014. – ч.1. – С. 426–427.

2 Зеневич, А.О. Одноквантовая система передачи конфиденциальной информации по волоконно-оптической линии связи / А.О. Зеневич, А.М. Тимофеев, А.Ю. Косари, А.Ю. Зябликов, А.А. Липай, В.С. Толкачева // Технические средства защиты информации: Тезисы докладов XII Белорусско-российской научно-технической конференции, 28–29 мая 2014 г., Минск – Минск: БГУИР, 2014. – С. 26