

**АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ,  
ПЕРЕДАВАЕМОЙ ПО ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ СВЯЗИ,  
И ПУТЕЙ ИХ РЕШЕНИЯ**

*Бул статьяда оптикалык жиптин капиталынан нурданууну болуп алууга колдонулуучу маалыматты алуу жолу көрсөтүлгөн. Жип оптикалык байланыш сызыктары аркылуу баруучу маалыматты купуяда кармоо сызык тракты уруксаатсыз колдонуунун атайын методдору жана кражаттарын колдонуу менен камсыздалат. Маалыматтык оптикалык чыгарууга кирүүгө чектөөнү камсыз кылуучу оптикалык жиптин жасалган атайын конструкциялары жана бирмоддук жана көпмоддук оптикалык жиптерди уруксаатсыз колдонуудан коргоо методдору көрсөтүлгөн. Оптикалык жиптин маалыматын уруксаатсыз колдонуудан коргоо үчүн өзүнчө маселе жана аны чечүү белгиленген.*

*В данной статье приводятся способы съема информации, которые могут быть использованы для перехвата сообщений с боковой поверхности оптического волокна. Сохранение в тайне передаваемой по ВОЛС информации может быть обеспечено использованием специальных методов и средств защиты линейного тракта от несанкционированного доступа (НСД). Приведены методы защиты одномодовых и многомодовых ОВ от НСД и созданные специальные конструкции ОВ, обеспечивающие ограничение доступа к информационному оптическому излучению. Выделена задача и предложено ее решение для защиты ОВ от НСД.*

*In given article ways to take information which are resulted can be used for interception of messages from a lateral surface of an optical fibre. Preservation as fiduciary passed on ВОЛС information can be provided by use of special methods and protection frames of a linear path from not authorised access (NAA). monomode and multimode OF from NAA and the created special designs OF, providing access restriction protection methods are resulted in information optical radiation. The problem and offers of its decision for protection OF from NAA is allocated.*

В настоящее время перспективными направлениями развития сетей связи, в том числе и сетей связи специального назначения, являются интенсивные разработки и внедрение волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Это обусловлено тем, что оптические каналы значительно превосходят проводные и радиоканалы по таким показателям, как пропускная способность, длина

участка регенерации (для проводных каналов связи), помехозащищенность, малые габаритные размеры и масса оптических кабелей и оптических приемных и передающих устройств, а также их относительно низкая стоимость /1/.

Ранее считалось /2/, что каналы оптической связи, в силу особенностей распространения электромагнитной энергии в оптическом волокне (ОВ), обладают повышенной скрытностью. Однако всегда существует принципиальная возможность съема информации, передаваемой по оптическим каналам связи.

Известно, что волокно представляет собой волноводную структуру, в которой оптическое излучение распространяется по закону полного внутреннего отражения. Тем не менее, даже после формирования статического распределения поля в волокне, небольшая часть рассеянного излучения все же проникает за пределы отражающей оболочки и может являться каналом утечки передаваемой информации.

Возможность существования подобных оптических излучений с боковой поверхности ОВ обусловлена рядом физических, конструктивных и технологических факторов. Проведенный анализ этих факторов /3/ позволяет выделить три группы способов съема информации, которые могут быть использованы для перехвата сообщений с боковой поверхности ОВ:

- 1) пассивные (способы, основанные на регистрации излучения с боковой поверхности ОВ);
- 2) активные (способы, основанные на регистрации излучения, выводимого через боковую поверхность ОВ с помощью специальных средств);
- 3) компенсационные (способы, основанные на регистрации излучения, выводимого через боковую поверхность ОВ с помощью специальных средств, с последующим формированием в ОВ излучения, компенсирующего потери мощности при выводе излучения).

Способы первой группы обладают высокой скрытностью, так как практически не меняют параметров распространяющегося по ОВ излучения, но имеют низкую чувствительность. Поэтому для перехвата информации используются участки, на которых уровень бокового излучения повышен, т.е. места изгибов или места сварных соединений строительных длин ОВ.

Способы второй группы позволяют вывести через боковую поверхность ОВ излучение значительно большей мощности. Но при этом происходит изменение параметров распространяющегося по ОВ излучения (уровень мощности в канале, модовая структура излучения), что может быть легко обнаружено. К способам второй группы относятся механический изгиб ОВ, вдавливание зондов в оболочку, бесконтактное соединение ОВ, шлифование и растворение оболочки, подключение к ОВ фотоприемника с помощью направленного ответвителя.

Способы третьей группы принципиально сочетают в себе преимущества первых двух – скрытность и эффективность, но сопряжены с техническими трудностями при их реализации. Вывод излучения, формирование и обратный ввод через боковую поверхность должны осуществляться с коэффициентом передачи, близким к единице. Однако статистический характер

распределения параметров ОВ по длине (диаметры, показатели преломления сердцевины и оболочки и др.), спектральной полосы полупроводникового лазера и устройства съема приводит к тому, что разность между выведенным и введенным обратными уровнями мощности носит вероятностный характер. Поэтому коэффициент передачи может принимать различные значения. Технические устройства, реализующие на практике компенсационные способы съема информации с боковой поверхности ОВ, в настоящее время не разработаны.

При этом следует отметить, что защитные оболочки и элементы конструкции кабеля ослабляют боковое излучение до величин, существенно меньших квантового предела обнаружения оптического излучения. Таким образом, оптические кабели в отличие от радиочастотных обладают нулевой контролируемой зоной, и перехват информации любым из вышеперечисленных способов возможен только при нарушении целостности внешней защитной оболочки кабеля и непосредственном доступе аппаратуры перехвата к оптическим волокнам.

Сохранение в тайне передаваемой по ВОЛС информации может быть обеспечено использованием специальных методов и средств защиты линейного тракта от несанкционированного доступа (НСД). К основным достоинствам применения защищенных ВОЛС по сравнению с применением специальной аппаратуры можно отнести:

- независимость от структуры передаваемых цифровых сообщений;
- независимость от скорости передачи цифровых сигналов;
- относительно низкую скорость;
- универсальность применения в локальных, абонентских или зональных сетях связи.

В последние годы проводятся интенсивные работы по созданию ВОЛС, обеспечивающих защиту информации от НСД. Можно выделить три основных направления этих работ /3/:

- разработка технических средств защиты от НСД к информационным сигналам, передаваемым по ОВ;
- разработка технических средств контроля НСД к информационному оптическому излучению, передаваемому по ОВ;
- разработка технических средств защиты информации, передаваемой по ОВ, реализующих принципы квантовой криптографии.

Из работ первого направления представляет интерес метод, основанный на использовании кодового зашумления передаваемых сигналов. При реализации этого метода применяются специально подобранные в соответствии с требуемой скоростью передачи коды, размножающие ошибки. Даже при небольшом понижении оптической мощности, вызванной подключением устройства съема информации к ОВ, в цифровом сигнале на выходе ВОЛС резко возрастает коэффициент ошибок, что достаточно просто зарегистрировать средствами контроля ВОЛС.

Эффективным оптическим методом, пригодным для использования только в системах с многомодовыми ОВ, является создание и контроль картины интерференции информационного и дополнительного контроля сигналов. Первоначально этот метод был предложен как способ регистрации внешних воздействий на ОВ. На приемном конце ВОЛС передаваемое излучение

расщепляется на два пучка, несущих информацию о состоянии волокна. При детектировании излучения определяются амплитуда и частота интерференционных полос, на основании чего формируется контрольный сигнал, используемый в системе сигнализации. При превышении порогового значения амплитуды и частоты происходит срабатывание устройств блокировки и сигнализации. Этот метод имеет ограничения по длине связи и требует сложного фотоприемного устройства.

Заслуживает внимания метод защиты, основанный на анализе модового состава передаваемого оптического излучения, в котором безопасность передаваемой информации обеспечивается проведением двухмодового оптического мультиплексирования и контроля уровня мощности оптических сигналов на входе фотоприемного устройства с предупреждением о НСД к боковой поверхности ОВ. В случае обнаружения нарушителя немедленно прекращается передача данных. Построенная с использованием такого метода система IDOCS является первой некриптографической системой для специальной связи, сертифицированной Агентством национальной безопасности (АНБ) США. Но данный метод имеет и недостатки, например, ограничения длины защищаемой линии связи.

Одним из перспективных методов является использование режима динамического (детерминированного) хаоса, который позволяет обеспечить передачу информационных сигналов в виде псевдохаотических колебаний частоты и амплитуды оптической несущей. В результате выходной сигнал внешне является шумоподобным, что затрудняет съем информации с боковой поверхности ОВ. Большая группа работ связана с разработкой механических и электрических средств защиты от НСД к оптическим кабелям и муфтам, соединяющих строительные длины таких кабелей. Большинство средств защиты этой группы построено так, чтобы затруднить механическую разделку кабеля и воспрепятствовать доступу к ОВ. Подобные устройства могут использоваться и в традиционных проводных сетях связи специального назначения.

Однако эффективность защиты от доступа к боковой поверхности ОВ в этих решениях невысока, поскольку специалисты, ознакомленные с конструкцией кабелей, с помощью специальной аппаратуры могут преодолеть практически все известные рубежи защиты. Кроме того, указанные способы имеют такие недостатки, как инерционность, сложность точной локализации места подключения, а также требуют сложного дополнительного технологического и контрольного оборудования.

Вместе с тем, в этой группе работ следует выделить исследования в области создания специальных конструкций ОВ, обеспечивающих ограничение доступа к информационному оптическому излучению. Например, несколькими одномодовыми сердцевинами различной укладки или многослойным волокном кольцевой структуры. Главной проблемой при использовании этого метода являются необходимость разработки специальной техники производства многослойных ОВ и решение вопросов их качественного сращивания и соединения с излучателями и фотоприемниками.

Из работ второго направления представляет интерес разработка различных датчиков контроля подключения к оптическому кабелю и волокнам. Наиболее перспективными по чувствительности и скорости срабатывания являются системы на основе волоконно-оптических датчиков. Их работа основана на изменении в результате внешнего воздействия параметров распространяющихся оптических сигналов, в частности, фазы, степени поляризации и скорости распространения оптических сигналов. Это позволяет строить высокочувствительные интерферометрически распределенные волоконно-оптические датчики контроля попыток несанкционированного подключения к волокну, хотя серьезной задачей является получение количественных оценок чувствительности таких датчиков и оценка возможности реализации этого метода в сочетании с упомянутыми выше методами защиты информации, передаваемой по ВОЛС.

Вторая группа работ в этом направлении связана с разработкой различных устройств контроля параметров оптических сигналов на выходе ОВ. Такие устройства могут применяться при разработке защищенных ВОЛС специального назначения. Методы этой группы хорошо сочетаются со многими другими методами защиты. Третья группа работ связана с разработкой устройств контроля параметров отраженных оптических сигналов на входе ОВ. Для контроля величины мощности сигнала обратного рассеяния в ОВ в настоящее время используется метод импульсного зондирования, применяемый во всех образцах рефлектометров.

Суть его состоит в том, что в исследуемое ОВ вводится мощный короткий импульс и затем на этом же конце регистрируется излучение, рассеянное в обратном направлении на различных неоднородностях, по интенсивности которого можно судить о потерях в ОВ, распределенных по его длине на расстояние до 100-120 км. Указанный метод является эффективным при обнаружении места несанкционированного подключения к ОВ с точностью до нескольких метров на расстоянии до 15-20 км. Однако при более высоких требованиях на пространственное разрешение начинают проявляться ограничения метода импульсного зондирования. Так, при контроле одномодовых ОВ большой протяженности (более 20 км), где требуется высокое пространственное разрешение, чувствительность метода недостаточна.

Из практически реализованных и доведенных до уровня промышленного производства следует отметить систему защиты ВОЛС от НСД, основанную на двух принципах:

- снижение мощности передаваемых по ВОЛС оптических сигналов до уровня, при котором мощность побочного излучения от ОВ становится меньше порога чувствительности фотоприемного устройства, осуществляющего съем информации с боковой поверхности ОВ;

- контроль уровня мощности оптических сигналов на конце ВОЛС с высокой точностью и прекращение обмена информацией (блокировка) при регистрации дополнительных потерь, возникающих при попытке съема информации путем физического воздействия на волокно с целью увеличения уровня бокового излучения (например, изгиб волокна с радиусом, близким к предельно допустимому) или с целью подключения направленного оптического ответвителя. Сочетание этих методов обеспечивает при любых условиях эксплуатации длину регенерационного участка до 3 км для многомодовых ОВ и до 5 км для одномодовых ОВ.

Таким образом, созданы реальные предпосылки для создания и практического внедрения защищенных ВОЛС в существующие сети связи, в том числе и специального назначения, причем возможны различные варианты построения конкретных систем, отличающихся степенью защиты и контроля НСД к передаваемой по ВОЛС информации. Это делает необходимым проведение специальных исследований с целью экспертизы реализованных научно-технических решений и их соответствия требованиям обеспечения защиты информации. Поэтому важной проблемой в области защиты информации, передаваемой по ВОЛС, является разработка нормативной и методической базы и документов, обеспечивающих и регламентирующих как разработку защищенных ВОЛС, так и порядок их внедрения в сетях связи.

Необходимо отметить, что все перечисленные выше методы защиты и их комбинации могут обеспечивать безопасность информации лишь при наличии модели угроз нападения. При этом эффективность системы защиты определяется как открытием новых, так и совершенствованием известных технологий. С течением времени противник может освоить новые методы перехвата, что потребует дополнять защиту, что не свойственно криптографическим методам защиты, которые рассчитываются на достаточно длительный срок. Таким образом, максимального эффекта в решении задачи обеспечения безопасности информации, циркулирующей в оптических каналах связи, можно достичь комплексным применением некриптографических и криптографических методов защиты информации.

### **Список литературы**

1. Гауэр Дж. Оптические системы связи /Пер. с англ. под ред. А.И.Даркина. – М.: Радио и связь, 1989.
2. Оокоси Т. Оптоэлектроника и оптическая связь /Пер. с япон. А.А.Генина; Под ред. и с пред. М.И.Беловолова. – М.: Мир, 1988. – 96 с.
3. Корольков А.В., Кращенко И.А., Матюхин В.Г., Синев С.Г. Проблемы защиты информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи, от несанкционированного доступа // Информационное общество. – 1997. – № 1. – С. 74-77.