

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
 Vestnik policii  
 Has been issued since 2014.  
 E-ISSN: 2414-0880  
 2018, 5(1): 15-20

DOI: 10.13187/vesp.2018.1.15  
[www.ejournal21.com](http://www.ejournal21.com)



## Controlling the Security of the Fiber Optic Transmission System

Elena S. Yumasheva <sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Russian Federation

### Abstract

To maintain the security of the VSP from the leakage of information through the optical channel during operation at a given level, it is necessary to monitor its most important parameters that affect safety. These parameters include FSTEC of Russia, 2012: the maximum allowable change in transmission coefficient, reverse losses on local fiber defects, direct losses on local fiber defects, reaction time, average power of information signals at the input pole of the line. In this article, we analyzed and analyzed several methods for monitoring the security of fiber-optic transmission systems (VSP), namely: monitoring the parameters of fiber-optic lines, monitoring the response to various signals and monitoring the probability of detection of the violation.

**Keywords:** detection probability control, monitoring of response to various signals, control of fiber-optic line parameters.

### 1. Введение

Роль информации в современном мире с каждым днем возрастает, а вместе с ней возрастает и роль информационной безопасности. Различного рода утечки информации наносят государствам, частным организациям огромные убытки. Особенно утечки при трудно контролируемой передаче информации ограниченного доступа на большие расстояния. На данный момент такая передача осуществляется с помощью волоконно-оптических каналов связи. Этот вид передачи информации обладает следующими преимуществами: высокая скорость передачи данных, малая потеря мощности, высокая скрытность и помехоустойчивость и др. Однако современные технические средства позволяют перехватывать информацию с незащищенных волоконно-оптических систем даже без разрыва связи. Поэтому для обеспечения высокой степени защищенности рекомендуется комплексный подход при создании системы защиты, основанный на трех уровнях защищенности: физический, криптографический и технический. А также последующее поддержание защищенности ВОСП при эксплуатации на заданном уровне. Необходим контроль наиболее важных параметров системы, которые могут повлиять на безопасность.

### 2. Материалы и методы

Основными материалами при написании данной работы стали сборник методических документов по технической защите информации ограниченного доступа и монография

\* Corresponding author  
 E-mail addresses: [yumasheva.lena@list.ru](mailto:yumasheva.lena@list.ru) (E.S. Yumasheva)

«Информационная безопасность волоконно-оптических систем», на основе которой были выбраны для рассмотрения наиболее актуальные методы контроля защищенности.

### 3. Обсуждение

На [таблице 1](#) приведены контролируемые параметры защищенных ВОСП, а также порядок периодичности и условия их контроля. До начала эксплуатации все средства защиты, в обязательном порядке, проходят сертификацию, а каждая ВОСП аттестуется на соответствие требованиям нормативно – методической документации ([Шубин, 2015](#)).

**Таблица 1.** Контролируемые параметры защищенных ВОСП

Контролируемые параметры	Обозначение ед.изм.	Порядок и периодичность контроля	Условия определения
Обратные потери на локальном дефекте	$A_o$ , дБ	При аттестации и эксплуатации по рефлектограмме ОВ не реже 1 раза/год	За пределами КЗ
Прямые потери на локальном дефекте	$A_n$ , дБ	При аттестации и эксплуатации по рефлектограмме ОВ не реже 1 раза/год	За пределами КЗ
Изменение коэффициента передачи между оптическими полюсами	$A_d$ , дБ	При сертификации средств защиты информации	При вероятности отключения передачи оптических сигналов $P_o \geq 0,999$ и среднем времени наработки на ложную тревогу $T_{лт} \geq 10^4$ ч
Время реакции на изменение коэффициента передачи	$t_p$ , с	При сертификации средств защиты информации	При разрыве оптической цепи
Средняя мощность на входе полюсе	$W_o$ , дБм	При аттестации и эксплуатации по рефлектограмме ОВ не реже 1 раза/год	Средняя мощность на выходной полюсе средств защиты информации

### 4. Результаты

#### Контроль параметров волоконно-оптических линий

Проводится методом обратного рассеяния в течение всего времени эксплуатации перед каждым включением приемопередающей аппаратуры с целью обнаружения и локализации закладных устройств, установленных на «темных» оптических волокнах за время отключения постоянных средств ЗИ.

Перед первым включением ВОСП после монтажа волоконно-оптических линий передачи необходимо воспользоваться методикой, основанной на измерении рефлектограм с

обоих полюсов волокна на двух длинах волн с последующим анализом результатов. Такая методика позволяет отделить «закладки», вызывающие дефекты путем изгиба, давления и пр., от штатных сварочных соединений. При обнаружении сомнительных дефектов необходимо их срочное устранение путем замены поврежденного участка оптического волокна.

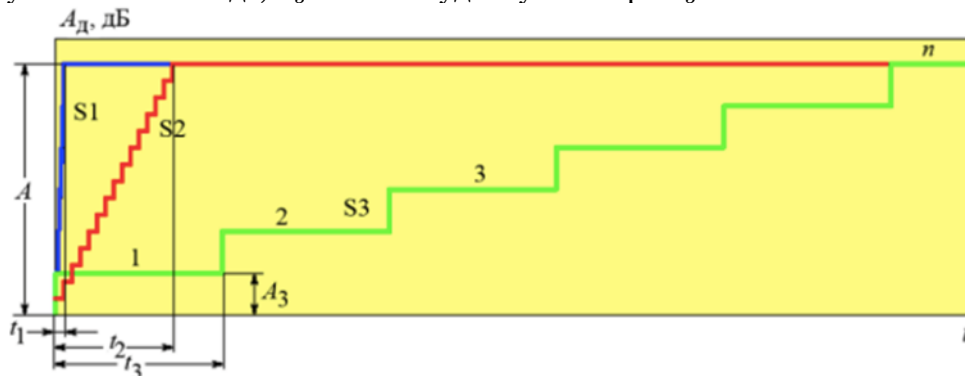
При дальнейшей эксплуатации ВОСП достаточно будет снять одну рефлекторамму волокна на максимально возможной длине волны и сравнение её с аналогичной рефлектограммой, полученной ранее. При обнаружении новых локальных дефектов с прямыми потерями или локальных дефектов с обратными потерями необходимы их локализация, анализ причин возникновения и последующее устранение.

Все рефлектограммы оптических волокон, должны записываться в память персональной электронно-вычислительной машины и храниться в течении всего срока эксплуатации ВОСП. При этом должны быть указаны параметры: длительность зондирующего импульса, дата регистрации, показатель преломления сердцевины волокна, длина волны, пороги обратных и/или прямых потерь.

Для контроля ВОЛП при эксплуатации можно использовать штатные системы мониторинга на основе рефлектометрического контроля, которые применяются в ВОСП, например, отечественная система мониторинга оптических волокон Fibertest ([Система мониторинг...](#)).

### Контроль реакции на различные сигналы

Все сигналы съема информации делятся на 3 категории: плавный вывод, быстрый вывод и ступенчатый вывод ([Литвин и др., 2003](#)). В связи с этим необходимо проконтролировать правильную реакцию контроллера на различные типы сигналов с помощью специального тестового сигнала. На рисунке 1 представлены формы тестовых сигналов, где  $S_1$  – быстрое внесение потерь,  $S_2$  – плавное внесение потерь,  $S_3$  – ступенчатое внесение потерь,  $A$  – установленное значение амплитуды сигнала,  $t_1$  – время нарастания быстрого вывода,  $t_2$  – время нарастания плавного вывода,  $t_3$  – длительность ступени при ступенчатом выводе,  $A_3$  – амплитуда ступени при  $S_3$ .



**Рис. 1.** Формы тестовых сигналов

Проверка реакции контроллера проводится с использованием программируемого оптического аттенюара, например модули AQ7264, AQ2200-412, AQ2200 – 311A, позволяющие программно задавать формы тестовых сигналов ([Гауэр, 1989](#)).

### Контроль вероятности обнаружения нарушения.

Для определения сигнала изменения коэффициента передачи между оптическими полюсами  $A_d$ , при котором производится переключение оптических информационных сигналов, необходимо знать вероятность обнаружения данного сигнала контроллером защиты. Измерение вероятности отключения передачи оптических сигналов производится следующим образом: в ВОЛС с помощью установленного программируемого аттенюатора вводится текстовый оптический сигнал, изменение коэффициента передачи между оптическими полюсами ВОСП проводится на установленное значение  $A_d$  в обоих направлениях плавно и быстро с паузой для определения контроллером нового порога обнаружения.

Тестовый сигнал следует периодически в течение заданного времени испытаний  $T_{исп}$  по формуле (ФСТЭК России, 2012):

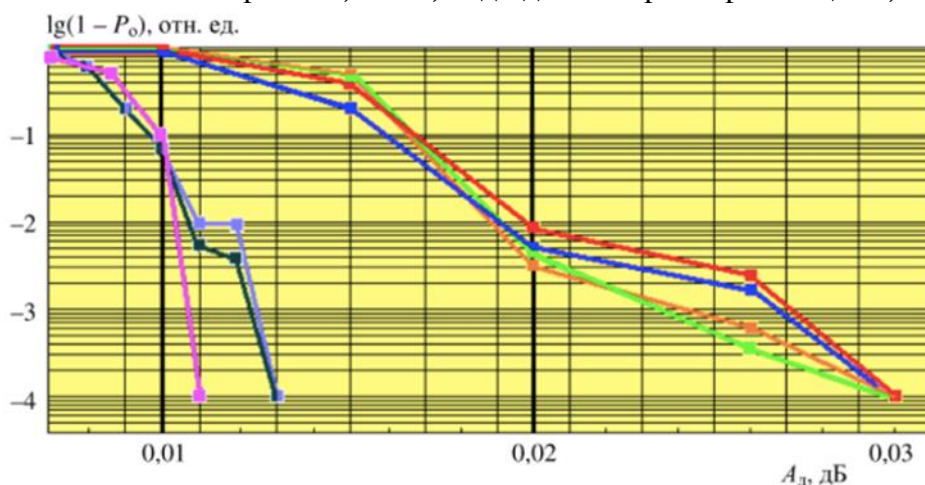
$$T_{исп} = 0,25T(1 - P_0)^{-1}, \text{ с,} \quad (1)$$

где  $T$  – длительность тестового сигнала, с;  $P_0$  – прогнозируемая вероятность обнаружения сигнала съема, отн.ед.

В тестируемом контроле защиты, записано специальное программное обеспечение, с помощью которого подсчитывается общее число принятых тестовых сигналов  $M_0$  и количество тестовых сигналов  $M_{п}$ , превышающих установленные в контроллере пороги тревоги. Вероятность отключения оптических сигналов защиты рассчитывается по следующей формуле:

$$P_0 = \frac{4M_{п}}{M_0} \quad (2)$$

В случае, когда не обнаруживается ни одного пропуска сигнала, вероятность следует считать больше, чем  $4/M_0$ . На рисунке 2 представлены измерения  $P_0$  от  $A_d$  при установленных порогах 0,01 и 0,02 дБ для контроллеров защиты, встроенных в трансивер.



**Рис. 2.** Зависимость вероятности от внесенных потерь

В точках, где  $P_0 = 10^{-4}$  не обнаружено ни одного пропуска, следовательно, вероятность задана примерно на уровне  $4/M_0$ . На практике при использовании средств защиты требуется определить такое превышение сигнала, которое обеспечивает вероятность обнаружения не менее требуемой величины.

Получается, что превышение сигнала более чем на 30 % над порогом чувствительности обеспечивает вероятность обнаружения  $P_0 > 0,999$ . А снижение сигнала до уровня 50 % от порога обеспечивает  $P_0 \sim 0,1$  (Гауэр, 1989).

## 5. Заключение

Для того чтобы предотвратить несанкционированный доступ к оптоволокну, сперва необходимо определить все возможные каналы утечки. При этом все методы, позволяющие организовать каналы утечки информации с оптического волокна можно условно разделить на методы с разрывом волоконного кабеля и на методы без разрыва. Вторые из них являются наиболее опасными, так как от них гораздо сложнее защититься. Однако, даже и в этом случае угрозу несанкционированного съема информации третьими лицами можно значительно снизить при использовании приведенных выше методов контроля ОВЛС.

В настоящее время разработана и широко используется измерительная аппаратура, позволяющая не только определять с высокой точностью величину полных потерь в линии (мультиметры), но и распределение потерь вдоль нее (оптические, а также определить не только где и в каких объемах потерян трафик, но и вид дефекта ОК, от чего и происходят данные потери.

Подводя итоги, стоит отметить особую важность сопровождения и контроля систем защиты с целью поддержания должного уровня защищенности, в силу постоянного развития и совершенствования технических средств и методов съема информации.

### Литература

- [Гауэр, 1989](#) – Гауэр Дж. Оптические системы связи. М.: Радио и связь, 1989.
- [Жирар А., 2001](#) – Жирар А. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. М.: EXFO, 2001.
- [Литвин и др., 2003](#) – Литвин А.В., Литвин В.Н., Швырков Д.В. Оптические волокна для линии связи. -М.: ВЕЛКОМ, 2003.
- [Система мониторинг...](#) – Система мониторинга оптических волокон Fibertest [Электронный ресурс]. URL: <http://agizer.com/ru/products/rfts> (дата обращения 11.04.2018).
- [Убайдуллаев, 2000](#) – Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. М.: Эко-Тренз, 2000.
- [ФСТЭК России 2012](#) – Сборник методических документов по технической защите информации ограниченного доступа, не содержащей сведений, составляющих государственную тайну, в волоконно-оптических системах передачи. ФСТЭК России 2012.
- [Шубин, 2015](#) – Шубин В.В. Информационная безопасность волоконно-оптических систем. М.: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2015.

### References

- [FSTEK Rossii 2012](#) – Sbornik metodicheskikh dokumentov po tekhnicheskoi zashchite informatsii ogranichenogo dostupa, ne sodержashchei svedenii, sostavlyayushchikh gosudarstvennuyu tainu, v volokonno-opticheskikh sistemakh peredachi [A collection of methodological documents on the technical protection of restricted access information that does not contain information constituting state secrets in fiber-optic transmission systems.]. FSTEK Rossii 2012. [in Russian]
- [Gauer, 1989](#) – Gauer Dzh. (1989). Opticheskie sistemy svyazi [Optical Communication Systems]. M.: Radio i svyaz'. [in Russian]
- [Litvin i dr., 2003](#) – Listvin A.V., Listvin V.N., Shvyrkov D.V. (2003). Opticheskie volokna dlya linii svyazi [Optical fibers for the communication line]. M.:VELKOM. [in Russian]
- [Shubin, 2015](#) – Shubin V.V. (2015). Informatsionnaya bezopasnost' volokonno-opticheskikh sistem [Information security of fiber-optic systems]. M.: RFYaTs-VNIIEF. [in Russian]
- [Sistema monitoring...](#) – Sistema monitoringa opticheskikh volokon Fibertest [Fibertest monitoring system for optical fiber]. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://agizer.com/ru/products/rfts> (data obrashcheniya 11.04.2018).
- [Ubaidullaev, 2000](#) – Ubaidullaev R.R. (2000). Volokonno-opticheskie seti [Fiber-optic networks]. M.: Eko-Trenz. [in Russian]
- [Zhirar, 2001](#) – Zhirar A. (2001). Rukovodstvo po tekhnologii i testirovaniyu sistem WDM [A guide to technology and testing of WDM systems]. M.: EXFO. [in Russian]

### Контроль защищенности волоконно-оптической системы передачи

Елена Сергеевна Юмашева <sup>а,\*</sup>

<sup>а</sup> Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Российская Федерация

**Аннотация.** Для поддержания защищенности ВОСП от утечки информации по оптическому каналу при эксплуатации на заданном уровне, необходим контроль её наиболее важных параметров, влияющих на безопасность. К таким параметрам можно отнести (ФСТЭК России, 2012): максимально допустимое изменение коэффициента

\* Корреспондирующий автор  
Адреса электронной почты: [yumasheva.lena@list.ru](mailto:yumasheva.lena@list.ru) (Е.С. Юмашева)

передачи, обратные потери на локальных дефектах волокна, прямые потери на локальных дефектах волокна, время реакции, средняя мощность информационных сигналов на входном полюсе линии. В данной статье рассмотрены и проанализированы несколько методов контроля защищенности волоконно-оптических систем передачи (ВОСП), а именно: контроль параметров волоконно-оптических линий, контроль реакции на различные сигналы и контроль вероятности обнаружения нарушения.

**Ключевые слова:** контроль вероятности обнаружения, контроль реакции на различные сигналы, контроль параметров волоконно-оптической линии.