

**Парламентское собрание Союза Беларуси и России**  
**Постоянный Комитет Союзного государства**  
**Оперативно-аналитический центр**  
**при Президенте Республики Беларусь**  
**Государственное предприятие «НИИ ТЗИ»**  
**Полоцкий государственный университет**



# **КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ**

Материалы XXII научно-практической конференции

(Полоцк, 16–19 мая 2017 г.)

Новополоцк  
2017

УДК 004(470+476)(061.3)  
ББК 32.81(4Бен+2)  
К63

К63

**Комплексная защита информации** : материалы XXII науч.-практ. конф., Полоцк, 16–19 мая 2017 г. / Полоц. гос. ун-т ; отв. за вып. С. Н. Касанин. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2017. – 282 с.  
ISBN 978-985-531-564-4.

В сборнике представлены доклады ученых, специалистов, представителей государственных органов и практических работников в области обеспечения информационной безопасности Союзного государства по широкому спектру научных направлений.

Адресуется исследователям, практическим работникам и широкому кругу читателей.

Тексты тезисов докладов, вошедших в настоящий сборник, представлены в авторской редакции.

**УДК 004(470+476)(061.3)**  
**ББК 32.81(4Бен+2)**

2. Положение о технической и криптографической защите информации в Республике Беларусь, утвержденное Указом Президента Республики Беларусь от 16.04.2013 № 196 «О некоторых мерах по совершенствованию защиты информации», Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 18.04.2013, 1/14225.

3. Положение о порядке аттестации систем защиты информации информационных систем, предназначенных для обработки информации, распространение и (или) предоставление которой ограничено, не отнесенной к государственным секретам, утверждено приказом Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 30.08.2013 № 62 (в редакции приказа Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 16.01.2015 № 3), Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 10.09.2013, 7/2561.

## КВАНТОВЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ПОДКЛЮЧЕНИЙ К ОПТОВОЛОКОННЫМ ЛИНИЯМ СВЯЗИ

О.К. БАРАНОВСКИЙ, А.О. ЗЕНЕВИЧ, О.Ю. ГОРБАДЕЙ, С.А. ГАИБОВ

*Белорусская государственная академия связи*

Оптоволоконные линии связи зарекомендовали себя в качестве надежной среды передачи, обеспечивающей реализацию высоких скоростей передачи данных. В настоящее время для решения задач обеспечения конфиденциальности передаваемой информации используют алгоритмы криптографической защиты. В ряде случаев решение задачи контроля отсутствия несанкционированных подключений к линиям связи не может быть выполнено традиционными способами.

Сложность обнаружения несанкционированного съема информации с оптической линии связи связана с развитием безразрывных способов подключения к оптическому волокну, использующих нарушение закона полного внутреннего отражения оптического излучения в волокне. Перехват оптического излучения злоумышленником реализуется пассивными или активными способами съема данных, что приводит к частичной или полной потере мощности оптического излучения, несущего информацию о каждом отдельном бите сообщения, в результате увеличивается число ошибок приема. Однако применение злоумышленником компенсационного способа съема данных не влияет на качество передачи данных современных систем связи и может быть не обнаружено [1].

Как показано в работах [2,3], наиболее эффективными являются методы контроля отсутствия несанкционированных подключений к каналу связи, основанные на регистрации изменения состояния фотонов на выходе оптического волокна в случае подключения злоумышленника по сравнению со штатным режимом работы линии связи.

Вместе с тем перспективными являются квантовые методы, использующие статистический характер оптического излучения. Добавление контрольного квантового сигнала в общий информационный сигнал, передаваемый по оптоволоконной линии связи, позволит гарантированно решить задачу обнаружения несанкционированного подключения путем учета физических эффектов, связанных с процессами генерации, переноса и регистрации отдельных квантов света.

Учтем, что при компенсационном способе съема оптического излучения с боковой поверхности оптического волокна возникает временная задержка в распространении информационного сигнала или его части по сравнению со штатным режимом работы. Минимальная задержка в таком случае будет являться суммой времен прохождения фотоном расстояния от места его вывода из оптического волокна до места детектирования, погло-

щения фотона в фотодетекторе, излучения фотона, прохождения фотона до места ввода его в оптическое волокно. Оценка времени минимальной задержки показывает, что она составляет около 1 нс.

Для обнаружения факта подключения компенсационным способом съема необходимо оценить изменение времени распространения контрольного сигнала по оптическому волокну при наличии подключения указанным способом по сравнению со штатным режимом работы линии связи. Отметим, что измерить указанное время с субнаносекундным разрешением можно методом одноквантовой регистрации [4].

В связи с этим для обнаружения несанкционированного подключения к оптическому волокну описанным способом необходимо использовать устройства регистрации оптического излучения на основе фотоприемников, работающих в режиме одноквантовой регистрации, например, лавинных фотоприемников [5].

Контрольный сигнал создается следующим образом: генерируется поток импульсов, содержащих в среднем один фотон на импульс, с заранее заданной, известной только санкционированным пользователям, статистикой. Регистрация контрольного сигнала осуществляется счетчиком фотонов на основе лавинного фотоприемника. Статистика зарегистрированного потока фотонов должна соответствовать заданной с учетом физических ограничений, накладываемых характеристиками конкретной линии связи и регистрируемыми способностями счетчика фотонов, известных также только санкционированным пользователям.

Проведем оценку влияния длины оптического волокна линии связи на возможность реализации разработанного квантового метода обнаружения несанкционированного пользователя, а также определим минимальное время обнаружения несанкционированного подключения к оптическому волокну.

Для реализации метода выбрано оптическое волокно PANDA, сохраняющее поляризацию, кремниевые лавинные фотодиоды серийного производства ФД-115Л в качестве приемника оптического излучения в счетчике фотонов системы регистрации. Для передачи контрольного сигнала используется лазер с длиной волны оптического излучения 830 нм и система нейтральных светофильтров. Погрешность оценки измерения времени регистрации фотонов составляет 0,1 нс для лавинных фотодиодов ФД-115Л [6]. Мощность контрольного сигнала ослабляется до одного фотона на импульс в сигнале. На рис. 1 представлена зависимость вероятности не зарегистрировать контрольный сигнал  $P_0$  на выходе оптического волокна от его длины  $l$ . При выполнении оценки учитывалось влияние затухания оптического излучения в волокне, величина квантовой эффективности регистрации счетчика фотонов. Квантовая эффективность регистрации счетчика фотонов определяется главным образом типом фотоприемника и температурой  $T$ , при которой фотоприемник эксплуатируется [6].

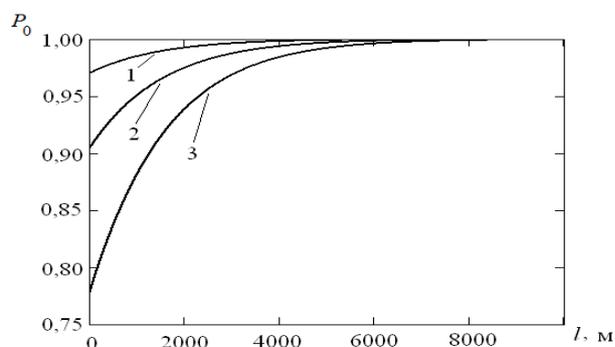


Рис. 1 – Зависимости вероятности не зарегистрировать контрольный сигнал на выходе оптического волокна от его длины:

1 – температура эксплуатации фотоприемника  $T = 300$  К; 2 –  $T = 250$  К; 3 –  $T = 170$  К

Как видно из полученных зависимостей (рис. 1), увеличение длины оптического волокна приводит к росту вероятности  $P_0$ . При длине оптического волокна свыше 6000 м для всех исследуемых значений температуры  $T$  вероятность  $P_0$  близка к единице. Таким образом, длина оптической линии связи существенно влияет на затухание контрольного сигнала и, соответственно уменьшает вероятность его регистрации на выходе линии.

Вместе с тем, понижение температуры фотоприемника  $T$  улучшает квантовую эффективность регистрации фотоприемника  $\eta$ , и, соответственно, приводит к уменьшению вероятности  $P_0$ . В диапазоне значений от 300 до 170 К квантовая эффективность увеличивается от 0,03 до 0,25.

Рассмотрим условия, когда длина оптического волокна обеспечивает затухание интенсивности оптического излучения на его выходе не более, чем в  $e$  раз. Соответственно, длина оптического волокна не должна превышать 1500 м.

Для указанного интервала возможных значений длины оптического волокна выполнена оценка минимального времени обнаружения потери контрольного сигнала  $t_o$ , что соответствует условиям вывода фотона из оптического волокна путем формирования неоднородности с вероятностью 0,01.

Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики системы, реализующей квантовый метод контроля

Скорость счета темновых импульсов, $c^{-1}$	Температура, К	Квантовая эффективность регистрации лавинного фотодиода	Длина оптического волокна $l$ , м	Время обнаружения $t_o$ , с
$10^3$	300	0,03	100	1,45
			1500	5,80
$10^2$	250	0,10	100	0,43
			1500	1,75
10	170	0,25	100	0,18
			1500	0,20

В таблице 1 приведены значения скорости счета темновых импульсов (импульсы, которые формируются в лавинном фотоприемнике в отсутствие поступающего на него оптического излучения). Темновые импульсы приводят к ошибке в регистрации оптического излучения, а также к увеличению времени обнаружения потери контрольного сигнала  $t_o$ .

Результаты эксперимента показывают, что применение квантовых систем контроля отсутствия несанкционированных подключений в настоящее время определяется ограничениями, накладываемыми поглощающими свойствами оптического волокна и способностью приемников излучения работать в режимах с малым уровнем шумов. Вместе с тем предложенный метод может эффективно применяться на действующих оптоволоконных линиях связи длиной до 2000 м.

#### Список литературы

1. Манько А., Каток В., Задорожний М. Защита информации на волоконно-оптических линиях связи от несанкционированного доступа // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. 2001. №2. С. 249–255.
2. Килин С.Я., Хорошко Д.Б., Низовцев А.П. Квантовая криптография: идеи и практика. Мн.: Бел. наука. 2007. 391 с.

3. Барановский О.К., Зеневич А.О., Косари А.Г., Василиу Е.В. Обнаружение несанкционированного доступа при передаче информации по оптическому волокну // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2015. № 2 (51). С. 212–216.
4. Дмитриев А.Л. Оптические системы передачи информации: учеб. пособие. СПб: СПбГУИТМО. 2007. С. 54–57.
5. Гулаков И.Р., Зеневич А.О. Фотоприемники квантовых систем: монография. Мн.: УО «Высший государственный колледж связи». 2012. 276 с.
6. Зеневич А.О. Обнаружение несанкционированного доступа при передаче данных по волоконно-оптическим линиям связи // Веснік сувязі. 2014. № 5 (127). С.33–37.

## ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТА, ВВОДИМОГО В КЕРАМЗИТ, НА ЕГО РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА

Т.В. БОРБОТЬКО, С.Э. САВАНОВИЧ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

В настоящее время получение информации о наземных объектах обеспечивается в результате приема радиолокационными средствами электромагнитных излучений (ЭМИ), отраженных (рассеянных) объектами, находящимися в зоне их обнаружения. Обработка и анализ ЭМИ позволяет принять решение о местонахождении таких объектов, а так же их идентифицировать. В соответствии с чем, проблема противодействия получению таких сведений является весьма актуальной [1].

Противодействие получению информации о наземных объектах в диапазоне частот 2–12 ГГц реализуется за счет применения радиопоглощающих покрытий (РПП), наносимых на поверхность защищаемых объектов, например, военной техники, в целях искажения характеристик рассеиваемого ею поля [2].

РПП представляют собой, как правило, неметаллические композиционные материалы, принцип действия которых основан на явлениях интерференции, дифракции и поглощении ЭМИ в материалах покрытий. Независимо от применения и принципа действия к РПП предъявляют ряд требований, основными из них являются: коэффициенты отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот функционирования средств радиолокационного обнаружения; способность работать в широком интервале температурных режимов; надежность и долговечность.

Основными недостатками существующих РПП являются сложность в их изготовлении, узкий диапазон рабочих частот, высокая стоимость. Одним из решений по устранению перечисленных недостатков РПП является применение покрытий, выполненных на основе влагосодержащего керамзита. Учитывая требования, предъявляемые к РПП, предложено использовать для пропитки керамзита водные растворы слабых и сильных электролитов, карбамида и хлорида натрия. Перспективность использования водных растворов хлорида натрия, введенных в поры керамзита с размером фракций 0,1–4 мм, в конструкциях РПП рассмотрена в работах [3, 4].

Целью данной работы являлось исследование влияния концентраций водных растворов карбамида ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) на значения коэффициентов отражения и передачи конструкции РПП в диапазоне частот 2–12 ГГц, выполненной на основе керамзита с размером фракций 0,1–4 мм, в поры которого инкорпорированы водные растворы  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  с концентрацией растворенного вещества 10, 20 и 40 %.