

УДК 621.391.6:004.056

ЗАГРОЗИ ВИТОКУ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЧЕРЕЗ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

Жовтобрюх В. Ю.

e-mail: viktoriia.zhovtobriukh@nure.ua

Науковий керівник – ст. викладач Олейнікова О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiСТЗi
м. Харків, Україна

Fiber optic communication systems (FOCS) are widely used due to their high bandwidth, immunity to electromagnetic interference, and advanced security features. However, they are not completely protected from information leakage. One of the new threats is acoustic information leakage, which can occur due to external acoustic vibrations affecting the optical fiber. The paper considers the main mechanisms of such leakage, possible interception methods, and possible countermeasures.

Волоконно-оптичні системи зв'язку (ВОСЗ) є невід'ємною частиною сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, забезпечуючи високу швидкість передавання даних, низький рівень затримок і стійкість до електромагнітних завад. Однак, попри ці переваги, ВОСЗ можуть бути вразливими до витоку акустичної інформації через фізичні ефекти, що виникають у самих волокнах при впливі зовнішніх коливань. Одним із таких ефектів є акусто-оптичний вплив, коли механічні вібрації змінюють характеристики світлового сигналу, що передається по волокну, а зловмисники можуть використати ці зміни для перехоплення інформації.

Одним із основних механізмів витоку є акусто-оптичний ефект, який проявляється у зміні показника заломлення оптичного волокна під впливом звукових хвиль. Це призводить до варіацій у фазі або інтенсивності світлового потоку, що потенційно дозволяє реконструювати вихідний акустичний сигнал. Крім того, наявність навіть незначних вигинів або механічних навантажень на кабель може спричинити локальні втрати світла, яке в подальшому може бути перехоплене за допомогою спеціалізованих сенсорів [1].

Існують різні методи перехоплення акустичних сигналів через ВОСЗ. Один із найпоширеніших – використання волоконно-оптичних мікрофонів, які здатні детектувати зміну параметрів оптичного сигналу під впливом вібрацій навколишнього середовища. Також широко застосовується метод лазерної інтерферометрії, при якому на оптичне волокно спрямовується лазерний промінь, а відбиті від кабелю сигнали аналізуються для виявлення акустичних коливань. Така технологія дозволяє зловмисникам отримувати інформацію навіть без безпосереднього контакту з волоконно-оптичним кабелем.

Для запобігання витоку акустичної інформації необхідно застосовува-

ти комплексні заходи безпеки, які охоплюють як фізичний, так і технічний рівень захисту волоконно-оптичних ліній зв'язку.

До основних методів фізичного захисту належать правильне прокладання кабелю в умовах, що мінімізують вплив механічних факторів, а саме: використання підземних каналів, спеціальних герметичних труб та броньованих кабельних оболонки. Також важливо уникати надмірних вигинів і механічних напружень у кабелі, що можуть спричинити небажані зміни у переданих сигналах. Для особливо критичних комунікаційних ліній рекомендується застосування багатошарових оптичних волокон із додатковими полімерними покриттями, які підвищують стійкість до акустичних впливів.

Важливим методом захисту є застосування спеціальних матеріалів для екранування кабелів, що зменшує їхню чутливість до зовнішніх вібрацій. Це може включати використання демпферних покриттів, віброізоляційних оболонки та наноматеріалів, що гасять механічні коливання. Впровадження подвійного або потрійного екранування також допомагає знизити рівень зовнішніх впливів і перешкод [2].

Регулярний моніторинг та діагностика цілісності оптичного волокна дозволяють своєчасно виявляти потенційні загрози та вжити заходи для їх усунення. Це включає використання оптичного рефлектометричного аналізу (OTDR), який дозволяє визначати зміни у волоконно-оптичному середовищі, що можуть свідчити про несанкціоноване втручання. Крім того, застосування систем активного контролю та виявлення аномалій, які базуються на алгоритмах машинного навчання, може забезпечити оперативне реагування на потенційні загрози [3].

Отже, хоча волоконно-оптичні системи зв'язку мають високий рівень безпеки, вони залишаються вразливими до акустичного витоку інформації. Це вимагає впровадження багаторівневих заходів захисту, спрямованих на фізичну безпеку кабелів, використання передових методів шифрування та активний моніторинг мережевої інфраструктури. Подальші дослідження у цій галузі можуть сприяти розробці нових матеріалів і технологій, що зроблять волоконно-оптичні лінії ще більш стійкими до подібних загроз.

Список використаних джерел:

1. Аналіз волоконно-оптичних систем передачі. URL: <https://ekt.elit.sumdu.edu.ua/> (дата звернення: 28.02.2025).
2. Способи та пристрої активного захисту мовної інформації від прослуховування акусто-опто-волоконним каналом витоку URL: <https://patents.google.com/patent/UA2416166C2/>(дата звернення: 26.02.2025).
3. Технічні засоби захисту інформації. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/> (дата звернення: 27.02.2025).