

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проаналізовано принципи роботи лазерних систем акустичної розвідки, з точки зору фізичних процесів, що використовуються для отримання акустичної інформації, наведено загрози, що спричиняє оптико-електронний технічний канал і, зокрема, використання даних систем розвідки. Розглянуто основні типи та можливості сучасних засобів ЛСАР.

Ключові слова: лазерні системи акустичної розвідки, лазерні мікрофони, модуляція, світлові хвилі.

Abstract

This article analyses the principles of operation of laser acoustic reconnaissance systems in terms of physical processes used to obtain acoustic information, and presents the threats posed by the optoelectronic technical channel and, in particular, the use of these reconnaissance systems. The main types and capabilities of modern means of the LARS are considered.

Keywords: laser acoustic reconnaissance systems, laser microphones, modulation, light waves.

Вступ

В сучасному світі зловмисники використовують різноманітні способи для отримання інформації. Окрім традиційних кібератак на інформаційні системи, вони можуть використовувати і спеціальні засоби технічної розвідки. Одним зі способів отримання акустичної інформації є використання лазерних систем акустичної розвідки (ЛСАР) або лазерних мікрофонів. Такі системи дозволяють отримувати акустичну інформацію з приміщення на значних відстанях і взагалі без необхідності проникнення всередину. Зняття інформації здійснюється таким чином: лазерним променем опромінюється певна поверхня чи конструкція приміщення, яка вібрує в акустичному полі, лазерний промінь модулюється за законом вібрації поверхні і відбивається у зворотному напрямку, після чого він перехоплюється приймачем ЛСАР, демодулюється і з нього виділяється мовна інформація [1].

Результати дослідження

Головною перевагою ЛСАР над іншими засобами розвідки є те, що вони дозволяють вирішувати задачі знімання мовної інформації максимально безпечно для зловмисника, оскільки виключається необхідність проникнення у приміщення з метою розміщення там закладних пристроїв і т.і. Принцип їх роботи полягає в наступному: лазерний промінь, направляється за допомогою оптичного прицілу на вікно приміщення, в якому ведуться потрібні розмови, потрапляючи на скло промінь модулюється акустичним сигналом, що впливає на скло і відбивається у зворотному напрямку. Повторно пройшовши через атмосферу, він приймається фотоприймачем, і далі з допомогою детектора відновлюється акустичний сигнал. При відбитті лазерного променя від вібруючої поверхні може відбутись його частотна, кутова і фазова модуляція і в залежності від цього лазерні мікрофони мають різні види детекторів та демодуляторів у своєму складі [2]. Таким чином, необхідним є більш детальний аналіз даного питання, для кращого розуміння функціональних можливостей ЛСАР.

Частотна модуляція на основі ефекту Доплера, який відбувається внаслідок коливання віконного скла під впливом акустичних сигналів. Однак, на практиці цей вид модуляції практично не використовується у існуючих лазерних мікрофонах, через технічну складність вимірювання змін частоти, оскільки рух відбиваючої поверхні має досить малу амплітуду.

Фазова модуляція виникає через наявність у відбитому сигналі, як дзеркально-відбитого променя, так і його дифракційних компонентів. Цей метод базується на порівнянні фаз зондуючого і відбитого променів. Вихідний промінь розщеплюється напівпрозорим дзеркалом на два промені. Один з них

опромінює скло, а інший слугує опорним сигналом для приймача. В оптичному приймачі формується електричний сигнал, який відображає різницю фаз між опорним і відбитим променями тим самим фактично виділяючи коливання скла вікна. Цей метод забезпечує більшу чутливість системи підслуховування, але вимагає складнішої реалізації.

Кутова модуляція відбувається внаслідок викривлення поверхні скла під час його коливання. Відбитий промінь приймається оптичним приймачем, розміщеним в точці його прийому. Зміни напряму такого променя при коливаннях скла викликають відповідні зміни положення «плями» відбитого світла на світлочутливому елементі.

Складний фізичний процес модуляції зондувального сигналу на нелінійному елементі, в якості якого виступає віконне скло можна спростити так: звукова хвиля, що генерується джерелом акустичного сигналу, падаючи на межу повітря-скло, викликає відхилення поверхні скла від початкового положення. Це відхилення призводить до дифракції світла, що відбивається від цієї межі (цей процес можна спостерігати, наприклад, при падінні плоскої монохроматичної звукової хвилі на плоску межу). Відхилення межі від стаціонарного стану утворює біжучу уздовж скла «поверхневу» хвилю з амплітудою, пропорційною амплітуді зсувів середовища в полі звукової хвилі. Тоді відбите від збуреної поверхні світло містить зсунуті по частоті дифракційні компоненти. Якщо поперечний розмір падаючого пучка лазерного випромінювання значно перевищує довжину «поверхневої» хвилі, то відбите світло становить сукупність дифрагуючих пучків, що поширюються по дискретних напрямках.

Лазерні системи акустичної розвідки викликають певні суперечки щодо можливостей їх застосування в різних умовах, зокрема у місті, проте, заперечувати їх ефективність, а відповідно і небезпеку, не можливо. Навіть у відкритих джерелах можна знайти приклади використання таких пристроїв з метою підслуховування, на значних відстанях. Більш того, розвиток лазерної техніки значно покращив їх характеристики та надійність. Нові можливості включають реєстрацію коливань скла з надзвичайною точністю, роботу на значні відстані та довговічність пристроїв [3]. Проте варто зазначити що на якість роботи лазерних мікрофонів суттєво впливає велика кількість різних факторів: погодні умови, рівні фонових шумів, товщина і марка скла, жорсткість кріплення скла в рамі, спосіб кріплення рами до стіни, довжина хвилі передавача, точність юстування апаратури, обробки сигналу, довжина хвилі, рівень мови в приміщенні і тд.

Висновок

Лазерні системи акустичної розвідки є ефективним методом отримання інформації без необхідності фізичного контакту з об'єктом спостереження. Вони дозволяють зондувати тонкі поверхні, які відбивають лазерний промінь на значній відстані. Варто зазначити, що на сьогоднішній день такі системи не є досконалими і вимагають від користувачів гарних навичок для ефективного використання. Однак, технології постійно розвиваються, і з часом ЛСАР можуть досягти нового рівня, що покращить їхню точність та функціональність і, можливо, спростить процес отримання інформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методи та засоби технічного захисту інформації. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Системи технічного захисту інформації» спеціальності 125 «Кібербезпека» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. М. Луценко, Д. О. Прогонов., 2021 – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42397>
2. Method of protection of information against laser microphones // Yurii Yaremchuk, Vitalii Kataiev, Vadim Siniuhin // PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF TRANSMISSION, PROCESSING AND STORAGE OF INFORMATION IN INFOCOMMUNICATION SYSTEMS - 2021. - IX International Scientific-Practical Conference - С. 85.
3. Дослідження каналу витоку мовної інформації у випадку використання “лазерних мікрофонів” : тези доп. XI Міжнародної наук.-практ. конф. “Безпека інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах” (20–23 травня 2008 р.) – К. : Держ. служба спец. зв'язку й захисту інформації України, 2008. – 55 с.

Катаєв Віталій Сергійович – асистент кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, kataev@vntu.net

Vitalii Kataiev – assistant of the Department of Management and Security of Information Systems; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, kataev@vntu.net

Немировська Дар'я Олександрівна – студентка групи ІБКС-226, Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, e-mail: nemyrovskadaria@gmail.com

Nemyrovska Daria Oleksandrivna - student of group 1BKS-22b, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: nemyrovskadaria@gmail.com