

ЗАХИСТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОБЛАДНАННЯ / SOFTWARE & HARDWARE ARCHITECTURE SECURITY

DOI: [10.18372/2225-5036.25.13669](https://doi.org/10.18372/2225-5036.25.13669)

МЕТОД ПАСИВНОГО ПЕРЕШКОДЖАННЯ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИМ КАНАЛОМ

Вадим Сінюгін, Юрій Яремчук

Вінницький національний технічний університет

СІНЮГІН Вадим Валерійович



Рік та місце народження: 1993 рік, м. Вінниця, Україна.

Освіта: Вінницький національний технічний університет, 2015 рік.

Посада: аспірант кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем з 2016 року.

Наукові інтереси: технічний захист інформації, безпека інформаційних систем.

Публікації: більше 20 наукових публікацій, серед яких наукові статті, матеріали і тези доповідей на наукових конференціях патенти на корисну модель та свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

E-mail: vadim2804@gmail.com.

Orcid ID: 0000-0003-1631-4576.

ЯРЕМЧУК Юрій Євгенович, д.т.н., професор



Рік та місце народження: 1974 рік, м. Вінниця, Україна.

Освіта: Вінницький національний технічний університет, 1996 рік.

Посада: директор Центру інформаційних технологій та захисту інформації, професор кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, з 2010 року.

Наукові інтереси: криптографічний та стеганографічний захист інформації, технічний захист інформації, безпека інформаційних систем.

Публікації: понад 270 публікацій, у тому числі 2 монографії, 140 статей у наукових фахових виданнях, 20 підручників та навчальних посібників, автор 20-ти патентів на корисну модель та 20-х свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір.

E-mail: yurevyar@vntu.edu.ua.

Orcid ID: 0000-0002-6303-7703.

Анотація. У даній статті було проведено аналіз проблеми захисту інформації від витоку оптико-електронним каналом. Розглянуто можливості сучасних засобів лазерної акустичної розвідки. Наведено найбільш поширені методи та засоби захисту інформації від витоку оптико-електронним каналом. Запропоновано метод пасивного перешкодження витоку інформації оптико-електронним каналом. Ідея методу полягає у нанесенні поглинаючого матеріалу на поверхню, що коливається, поглинаючого оптичне випромінювання матеріалу, а також у нанесенні поглинаючого матеріалу на поверхню спеціально створеної фізичної перешкоди. Такий підхід дозволяє збільшити рівень перешкодження веденню лазерної акустичної розвідки злоумисниками, при цьому значно спрощуючи конструкцію захисту за рахунок того, що відповідає потреба у додатковій звуко- та віброізоляції і створити комфортні умови, використовуючи фізичні перепони з сітчастими поверхнями. Проведено експериментальні дослідження, які показали, що запропонований метод дозволяє збільшити рівень перешкодження веденню лазерної акустичної розвідки злоумисниками за рахунок поглинання лазерного променя поверхнею, що коливається, та поверхнею створеної фізичної перешкоди.

Ключові слова: технічний захист інформації, оптико-електронний канал, методи пасивного захисту, лазерні системи акустичної розвідки, лазерне випромінювання, поглинання хвиль, вібрація.

Вступ

Одним з актуальних питань захисту акустичної інформації на сьогодні є питання захисту від витоку оптико-електронним каналом [1]. Витік інформації оптико-електронним каналом здійснюється шляхом опромінення віброуючих поверхонь ла-

зним променем в акустичному полі відбиваючих поверхонь. Відбите лазерне випромінювання (дифузне чи дзеркальне) модулюється (за законом вібрації поверхні) і приймається приймачем лазерного випромінювання, після демодуляції якого виділяється акустична інформація [2].

Витік акустичної інформації оптико-електронним каналом здійснюється за допомогою лазерних систем акустичної розвідки (ЛСАР). Головною особливістю таких систем є те, що вони дозволяють вирішувати задачі знімання мовної інформації максимально безпечно, на відстані, опосередковано, уникаючи необхідності заходження у приміщення з ціллю розміщення там закладних пристроїв, що завжди було пов'язано з ризиком. Знімання інформації відбувається шляхом опромінення лазером тонких віброуючих поверхонь (скла вікон, картин, дзеркал тощо). Після цього відбитий промінь потрапляє на приймальний пристрій лазерного мікрофона і демодулюється (рис. 1) [3].

Метою захисту інформації від витоку оптико-електронним каналом є створення таких умов, за яких прослуховування за допомогою лазерних мікрофонів було б неможливим або максимально ускладненим.

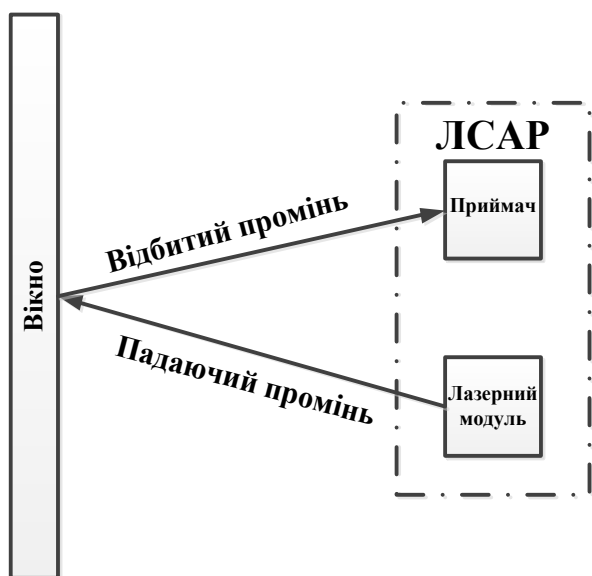


Рис. 1. Принцип роботи лазерних систем акустичної розвідки

Усі методи захисту інформації поділяються на активні та пасивні. Активні методи захисту передбачають використання генераторів шуму, які за рахунок шумового сигналу перешкоджають зніманню інформації лазерним мікрофоном з поверхонь, що коливаються. Пасивні методи передбачають використання різних конструкцій, покриттів, матеріалів, які націлені на перешкодження несанкціонованому зніманню інформації лазерними системами акустичної розвідки [4-5].

На сьогодні існує ряд пасивних методів перешкодження засобам лазерної акустичної розвідки. Одним з таких методів є застосування подвійних і потрійних склопакетів із застосуванням шибок різної товщини, встановлення шибок під різними кутами по відношенню один до одного, застосування спеціально виготовленого багатошарового ламінованого скла зі спеціальним покриттям та підведеними елементами від генератора шуму [6-8].

Даний метод є малоефективним, тому що є можливість знімати інформацію з внутрішніх шибок або ж з поверхонь, які коливаються, всередині при-

міщення, а білий шум, який створюється генератором шуму, легко відфільтровується відбором завідомо непрямою людському голосу частот.

Також відомі методи перешкодження витоку акустичної (мовної) інформації від засобів лазерної акустичної розвідки, що реалізуються шляхом використання захисних тонувальних плівок, які знижують рівень вібрації, відбиття і змінюють поляризаційні властивості віконного скла [9]. Використання таких плівок знижує рівень вібрації лише на поверхні скла вікна, у той час, коли акустичні коливання у приміщенні спричиняють вібрації по всіх поверхнях вікна, включаючи віконну раму, з якої також можливе перехоплення інформації зловмисником. Також недоліком використання захисних плівок є те, що вони лише частково послаблюють відбитий лазерний промінь й існуватиме можливість прийому корисного сигналу зловмисником при використанні потужних підсилювачів у складі засобів лазерної акустичної розвідки.

Відомі методи перешкодження витоку акустичної (мовної) інформації від знімання засобами лазерної акустичної розвідки шляхом заміни вікон з електрохромного скла або використанням спеціальних електрохромних захисних плівок [10-11]. Зміна прозорості такого скла чи плівки лише перешкоджає проникненню лазерного променя у приміщення і може частково послабити відбитий промінь. Як і у випадку використання тонувальних плівок, використовуючи електрохромні плівки, рівень вібрації буде зменшуватись лише на поверхні скла, а використання безпосередньо електрохромного скла фізично не зменшить рівень вібрації. Крім того, конструкції з електрохромним склом і електрохромні плівки енергозалежні, так як для регулювання зміни прозорості потрібно 60 - 110 В змінної напруги, а це, в свою чергу, потребує додаткових засобів, що призводить до збільшення і без того високої вартості такого скла та плівок.

Серед ряду методів перешкодження лазерним системам акустичної розвідки виділяють метод, що передбачає використання щільних штор або жалюзі [12]. Такий метод вирішує проблему проникнення лазерного променя в приміщення, проте можливість знімання інформаційного сигналу за рахунок коливання штор та жалюзі залишається.

Таким чином, аналіз відомих методів пасивного захисту акустичної інформації показав, що захист інформації від витоку оптико-електронним каналом є актуальним, при цьому виникає необхідність у нових підходах до підвищення захисту від витоку оптико-електронним каналом, які б забезпечили вищий рівень перешкодження та дозволили б спростити комплекс захисту інформації.

Постановка задачі та формування цілей статті

Розробити метод пасивного перешкодження витоку інформації оптико-електронним каналом щодо можливості підвищення рівня перешкодження зі спрощенням комплексу захисту інформації. Провести експериментальні дослідження запропонованого методу для підтвердження перешкодження процесу прийому зловмисником відбитого від пове-

рхонь лазерного променю при веденні лазерної акустичної розвідки.

Метою даної роботи є підвищення рівня захисту від витоку оптико-електронним каналом, в якому за рахунок використання пасивних засобів досягатиметься вищий рівень перешкоджання перехопленню акустичного сигналу лазерними системами акустичної розвідки та за можливості спрощуватиметься конструкція захисту і забезпечуватимуться комфортні умови у захищеному приміщенні.

Основна частина

Потенційно небезпечним об'єктом, через який відбувається витік акустичної інформації, є вікно. Як зазначалось вище, знімання інформації лазерними системами акустичної розвідки може відбуватись як з поверхні вікна безпосередньо, так і з поверхонь всередині приміщення. Ідея методу полягає у підвищенні рівня перешкоджання за рахунок нанесення на поверхні, які коливаються, поглинаючого покриття [заявка на патент України на корисну модель у 2019 02754 від 21.03.2019]. При цьому, поглинаюче покриття може бути нанесене на поверхню вікна безпосередньо або може бути нанесене на поверхню спеціально створеної фізичної перепони [заявка на патент України на корисну модель у 2019 02756 від 21.03.2019]. Матеріал покриття, запропонований для нанесення, працюватиме за типом «абсолютно чорного тіла», який здатний поглинати випромінювання, у тому числі і лазерне випромінювання, в інфрачервоному та видимому діапазонах оптичних хвиль.

У результаті цього, нанесений на поверхні шар поглинаючого матеріалу, який у діапазоні від 250 нм до 2 мкм має відбиття не більше 1%, приведе до ослаблення відбитого лазерного променя за будь-яких умов, при чому незалежно від потужності лазерного променю зловмисника.

Як матеріал нанесення може бути речовина, субстанція, суміш, порошок, фарба, наноматеріал, який здатний поглинати оптичне випромінювання. В якості матеріалу нанесення пропонується використовувати матову акрилову фарбу, порошок або фарбу до складу яких входять вуглецеві нанотрубки.

За рахунок вуглецевих нанотрубок, що є основою поглинаючих матеріалів, відбувається поглинання оптичного випромінювання. При потраплянні фотонів на поверхню таких матеріалів, фотони губляться між нанотрубками і практично не відбиваються назад, перетворюючись в тепло. Одним з прикладів таких поглинаючих матеріалів є субстанція Vantablack (від англ. Vertically aligned nanotube arrays «вертикально орієновані масиви нанотрубок» + black «чорний») виробництва компанії Surrey NanoSystems. Дана субстанція здатна поглинати 99,965% падаючого на неї оптичного і радіо випромінювання. Такий матеріал отримується шляхом вирощування нанотрубок на алюмінієвій основі.

Аналогічним до Vantablack є матеріал adVANTA виробництва компанії NanoLab. adVANTA Black здатний поглинати випромінювання у ближньому інфрачервоному, інфрачервоному та видимому діапазонах оптичних хвиль. Технологія нанесення покриттів Vantablack і adVANTA Black

передбачає нанесення на поверхні стійких до високих температур матеріалів (зокрема, метал), що обмежує їх використання.

Схожим за властивостями поглинання до Vantablack і adVANTA Black є Singularity Black, виробником якої є також компанія NanoLab. На відміну від Vantablack і adVANTA Black, Singularity Black це фарба, яка лише трохи поступається попереднім двом у здатності поглинати оптичне випромінювання. Однак, дана фарба, у порівнянні з Vantablack і adVANTA Black, значно спрощує процес нанесення на різні поверхні і матеріали, тому, окрім металу, може наноситись на такі матеріали як текстиль, полімери та ін. Виходячи з цього, дана фарба була використана у дослідженні.

Оптимальним рішенням для запобігання витоку через ЛСАР є використання фізичної перепони, на яку наноситиметься поглинаючий матеріал. Як показано на рис. 2 фізична перепона закриватиме віконний отвір і при потраплянні на неї лазерного зондувального променя буде його поглинати так, що потужності відбитого від поверхні перепони лазерного променя буде недостатньо для детектування приймальним пристроєм ЛСАР. При цьому поверхня перепони може бути різною, зокрема, суцільною або сітчастою. В свою чергу, сітчаста поверхня може бути металеву, текстильну або полімерну.

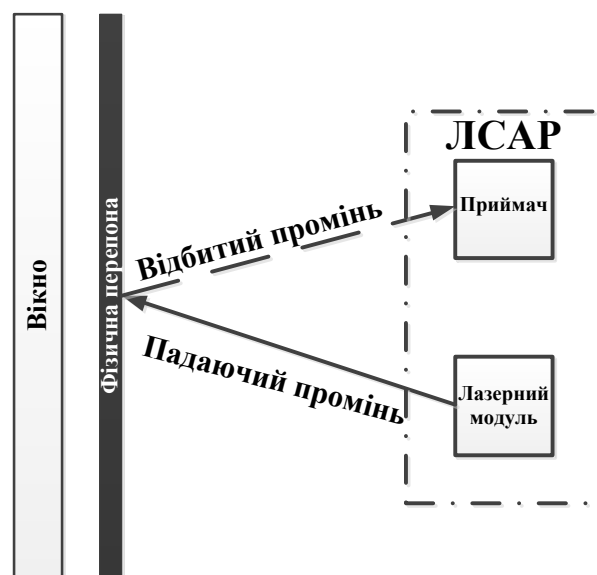


Рис. 2. Схема пасивного перешкоджання лазерним системам акустичної розвідки шляхом використання фізичної перепони з нанесеним поглинаючим покриттям

Використання перепони з суцільною поверхнею дасть можливість повністю перекрити віконний отвір так, що ведення лазерної акустичної розвідки буде неможливим. Проте даний варіант буде недостатньо практичним з точки зору екстер'єру. Оскільки наявність на вікнах такої перепони виділятиме захищені приміщення серед інших.

Досягнути практичності, при цьому не втративши ефективності, можливо при використанні фізичної перепони з сітчастою поверхнею, яка буде розміщена ззовні, попереду віконного скла. Перепона з сітчастою поверхнею перешкоджатиме зніман-

ню інформації з поверхні віконного скла та перешкоджатиме проникненню лазерного променя всередину приміщення. При цьому буде можливість забезпечити сонячним світлом приміщення. Збільшуючи або зменшуючи крок сітки дозволить регулювати співвідношення пропускання сонячного світла до поглинання лазерного випромінювання. Наявність відкритих рам, з яких також можливе перехоплення інформації, компенсується наявністю вібродатчиків, так як використання даного методу передбачене у комплексі з іншими засобами захисту інформації.

Оскільки, використання фарби Singularity Black в якості поглинаючого матеріалу, як було зазначено вище, передбачає нанесення на поверхні текстильних матеріалів, то в якості фізичної сітчастої перепони може виступати маскувальна сітка.

Таким чином, фізична перепона з сітчастою поверхнею дасть можливість перешкоджати зняттю інформації через ЛСАР, спрощуючи конструкцію захисту і, не змінюючи при цьому екстер'єр захищених приміщень, та створить комфортні умови у приміщенні за рахунок пропускання сонячного світла.

Для апробації запропонованого методу було проведено експериментальне дослідження, при якому імітувалося знімання інформації з вібруючих поверхонь. Дослідження проводилось для двох випадків. У першому випадку досліджуваною поверхнею була суцільна поверхня скла, на яку безпосередньо наносився шар поглинаючого матеріалу. У другому випадку досліджуваними поверхнями були поверхня металевої ткані сітки та поверхня тканинної сітки, які розміщувались перед вібруючою поверхнею скла і виступали у ролі сітчастої перепони. В якості поглинаючого матеріалу використовувалась фарба Singularity Black компанії NanoLab та матова акрилова фарба. Для імітації знімання інформації ЛСАР було використано лазерний модуль червоного кольору та потужністю 5 мВт, промінь якого направлявся на досліджувані поверхні. В якості приймача, для визначення послаблення відбитого від досліджуваних поверхонь лазерного променя, використовувався вимірювач потужності лазерного випромінювання Pocket Laser Meter.

У ході дослідження було встановлено, що при нанесенні поглинаючого матеріалу Singularity Black безпосередньо на поверхню скла, прийом відбитого лазерного променя значно погіршився, поглинання оптичного випромінювання складає до 98 % від початкової потужності. У випадку використання матової акрилової фарби для покриття на поверхню скла було виявлено, що дана фарба забезпечує деяке поглинання лазерного випромінювання, проте його недостатньо для забезпечення високого рівня перешкоджання засобом лазерної акустичної розвідки, у порівнянні з фарбою Singularity Black, яка має у своєму складі вуглецеві нанотрубки. Тому далі для дослідження сітчастої перепони як матеріал нанесення використовувалась фарба Singularity Black.

Нанесення поглинаючого матеріалу на сітчасті поверхні показали, що крім поглинання існує можливість забезпечити приміщення природнім освітленням за рахунок збільшення кроку сітки.

Висновки

Таким чином, запропоновано метод пасивного перешкоджання витоку інформації оптико-електронним каналом, який дозволяє збільшити рівень перешкоджання ведення лазерної акустичної розвідки зловмисниками. Проведено дослідження, які показали, що при нанесенні поглинаючого матеріалу, в складі якого є вуглецеві нанотрубки, на поверхні, що коливаються, та поверхні фізичних перепон досягається можливість поглинання лазерного випромінювання до 98%, а це приводить до унеможливлення ведення лазерної акустичної розвідки зловмисниками на протигагу іншим методам, які здатні лише ускладнювати ведення лазерної акустичної розвідки. При цьому такі фактори як тип та характер приміщення, конструкція вікна та скла, складність та точність способу розвідки і умови ведення розвідки не матимуть значення. Також, існує можливість значно спростити конструкцію захисту, за рахунок того, що відпадає потреба у додатковій звуко- та віброізоляції і створити комфортні умови, використовуючи фізичні перепони з сітчастими поверхнями.

Література

- [1]. А. Чекатков, В. Хорошко, *Методы и средства защиты информации*, 2003, 504 с.
- [2]. А. Зайцев, А. Шелупанов, Р. Меще-ряков, С. Скрыль, И. Голубятников, *Технические средства и методы защиты информации*, Москва: «Машиностроение», 2009, 508 с.
- [3]. *Laser Spy Device*. [Electronic resource]. Online: <http://www.lucidscience.com/pro-laser%20spy%20device-1.aspx>.
- [4]. Г. Бузов, С. Калинин, А. Кондратьев, *Защита от утечки информации по техническим каналам: Учебное пособие*, М.: Горячая линия - Телеком, 2005, 416 с.
- [5]. *Активные методы защиты речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://itsec.by/aktivnye-metody-zashhity-rechevoj-info-rmacii-ot-utechki-po-akusticheskim-i-vibroakusticheskim-kanalam/>.
- [6]. В. Аверченков, М. Рыгов, А. Кувьклин, Т. Гайнулин, *Разработка системы технической защиты информации: учеб. пособие. 2-е изд., стереотип.* – М.: ФЛИНТА, 2011, 187 с.
- [7]. *Glass-shield. Стекло для защиты от прослушивания помещений с помощью направленного лазерного луча*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.zoohall.com.ua/2541-glass-shield-steklo-proslushivanie.html>.
- [8]. Стекло «Триплекс» для защиты от прослушивания помещений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn----itbkgfcsufeg6j.xn--p1ai/dlya-zashchity-ot-proslushivaniya-pomeshcheniy>.
- [9]. *От чего защищает защитная пленка*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://aba-va.net/armored/films/why/#antilisting>.
- [10]. *Glass-SMART. Электрохромное стекло*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://xn--j1acj.xn--j1amh/main/2543-glass-smart-elektroxrom-noe-steklo.html>.

[11]. Электрохромная плёнка. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.inter-systems.ru/film/smart_film.

[12]. А. Торокин, Инженерно-техническая защита информации : учеб. пособие для студентов, 2005, 960 с.

УДК 535.3:004.056.5:621.384

Синюгин В., Яремчук Ю. Метод пассивного препятствования утечки информации оптико-электронным каналом

Аннотация. В данной статье был проведен анализ проблемы защиты информации от утечки оптико-электронным каналом. Рассмотрены возможности современных средств лазерной акустической разведки. Приведены наиболее распространенные методы и средства защиты информации от утечки оптико-электронным каналом. Предложен метод пассивного препятствования утечки информации оптико-электронным каналом. Идея метода заключается в нанесении на колеблющуюся поверхность поглощающего оптическое излучение материала, а также в нанесении поглощающего материала на поверхность специально созданной физической преграды. Такой подход позволяет увеличить уровень препятствования отведения лазерной акустической разведки злоумышленниками, при этом значительно упрощая конструкцию защиты за счет того, что отпадает необходимость в дополнительной звуко- и виброизоляции и создать комфортные условия, используя физические преграды с сетчатыми поверхностями. Проведены экспериментальные исследования, которые показали, что предложенный метод позволяет увеличить уровень препятствования ведению лазерной акустической разведки злоумышленниками за счет поглощения лазерного луча колеблющейся поверхностью и поверхностью созданной физической преграды.

Ключевые слова: техническая защита информации, оптико-электронный канал, методы пассивной защиты, лазерные системы акустической разведки, лазерное излучение, поглощение волн, вибрация.

Siniuhin V., Yaremchuk Y. Method of passive counteraction information leakage by optoelectronic channel

Abstract. In this article, an analysis of the problem of protecting information from leakage by an opto-electronic channel was conducted. The possibilities of modern means of laser acoustic intelligence are considered. The most common methods and means of protecting information from leakage by optoelectronic channel are presented. The analysis of known methods of passive protection has shown that the protection of information from leakage by the optoelectronic channel is topical, thus there is a need for new approaches to increase the protection against leakage by the optoelectronic channel, which would provide a higher level of interference and would allow to simplify the complex of information security. The method of the passive interception of information leakage with the optoelectronic channel is proposed. The aim of this work is to increase the level of protection against leakage by the optoelectronic channel, which will achieve a higher level of interference with the interception of acoustic signal by laser acoustic intelligence systems and, if possible, will simplify the design of the protection and provide comfortable conditions in a secured room. The idea of the method consists in depositing on the surface of the oscillating, absorbing optical radiation of the material, as well as the application of absorbent material to the surface of a specially created physical obstacle. In this case, the physical barrier may be metallic, textile, polymeric, etc., with a solid or mesh structure of the surface. This approach allows to increase the level of interference with the conduct of laser acoustic intelligence by intruders, while significantly simplifying the design of protection by eliminating the need for additional sound and vibration isolation and creating comfortable conditions, using physical barriers with mesh surfaces. Experimental studies have been carried out that showed that the proposed method allows to increase the level of interference with the conduct of laser acoustic intelligence by intruders by absorbing the laser beam with the fluctuating surface and the surface of the created physical barrier.

Keywords: technical protection of information, optoelectronic channel, passive defense methods, laser acoustic intelligence systems, laser radiation, wave absorption, vibration.

Отримано 14 лютого 2019 року, затверджено редколегією 28 березня 2019 року