

DOI: [10.18372/2410-7840.21.13545](https://doi.org/10.18372/2410-7840.21.13545)
УДК 621.384.3

МЕТОД АКТИВНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ЗНЯТТЯ ЛАЗЕРНИМИ СИСТЕМАМИ АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ

Віталій Катаєв, Юрій Яремчук

У статті проаналізовано загрози, що спричиняє оптико-електронний технічний канал і, зокрема, використання лазерних систем акустичної розвідки. Розглянуто основні типи та можливості сучасних засобів АСАР. Наведено найбільш поширені методи та засоби захисту від такого типу загроз та розглянуто недоліки систем захисту, що на них ґрунтуються. Запропоновано метод лазерної протидії, як альтернатива існуючим, та наведено концепцію його реалізації. Ідея методу ґрунтується на «перемішуванні» зондуючого лазерного променя зловмисника із протидіючим випромінюванням, значно ускладнюючи процес приймання та виділення інформативного сигналу на приймальній стороні АСАР. Такий підхід дозволяє забезпечити необхідний рівень захищеності інформації без погіршення комфортності роботи, оскільки усувається необхідність встановлення на вікнах та інших поверхнях приміщення спеціальних пристроїв віброакустичного захисту і, відповідно, зникають додаткові фонові акустичні шуми, а також відпадає необхідність встановлення оптично непрозорих конструкцій за типом металевих ролет, що постійно закривають вікна під час роботи. Проведено експериментальні дослідження, які показали значне ускладнення процесу приймання зловмисником відбитого зондувального променя при застосуванні протидіючого лазерного випромінювання.

Ключові слова: *технічний захист інформації, методи активного захисту, лазерні системи акустичної розвідки, лазерні мікрофони, засоби захисту акустичної інформації.*

ВСТУП

Одним з актуальних каналів витіку мовної інформації на сьогодні є оптико-електронний технічний канал. Перехоплення інформації через нього реалізується за допомогою спеціальних засобів розвідки, що називаються лазерними системами акустичної розвідки (АСАР), також вони ще відомі як «лазерні мікрофони» [1]. 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 переходить на приймач АСАР, демодулюється і з нього виділяється мовна інформація.

Головною перевагою АСАР 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. АСАР у спрощеному вигляді складається з лазерного випромінювача в інфрачервоному діапазоні та оптичного приймача. Принцип роботи цих пристроїв здійснюється таким чином. Лазерний випромінювач, за допомогою оптичного прицілу, направляється на плоску вібруючу поверхню (най-

кращим прикладом такої поверхні є шибка закритого вікна приміщення, в якому ведуться розмови), далі генерується лазерний промінь (високочастотний сигнал), що поширюється через атмосферу і падає на цю поверхню. Після він відбивається від віконного скла і при цьому модулюється за законом акустичного сигналу, який також впливає на скло, повторно долає атмосферу у зворотному напрямку і приймається фотоприймачем, що відновлює інформаційний сигнал (рис. 1). При відбитті лазерного променя від вібруючої поверхні відбувається його частотна, кутова і фазова модуляція.

Для захисту від такого типу загроз існують різні методи та засоби захисту, як активні, так і пасивні, але усі вони мають ряд недоліків: вони або не дозволяють забезпечити достатню захищеність, або призводять до значних фінансових витрат, або значно погіршують комфортність роботи у приміщенні. Так у випадку використання засобів віброакустичного зашумлення у приміщенні збільшується рівень фонових шумів, що може заважати розмовам, а у випадку використання спеціальних плівок або скла, важливим недоліком буде їх висока вартість. Більш того, наведені недоліки нероздільно пов'язані один з одним, це пояснюється тим, що більшість методів не здатні забезпечити необхідну захищеність по одинці, тому вони використовуються в комплексі і це спричиняє ситуацію, коли усунення одного недоліку спричиняє ще більше погіршення іншого.

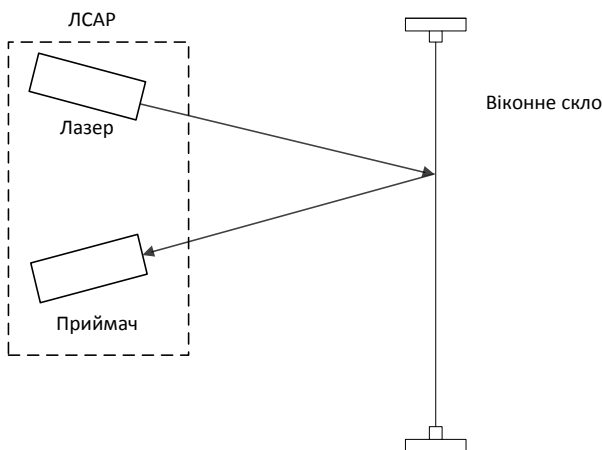


Рис. 1. Принцип зняття інформації з поверхні вікна приміщення

Таким чином, постає питання розробки методу та засобу захисту, який зможе забезпечити достатню захищеність інформації, при цьому покращити зручність і комфортність проведення робіт та переговорів у приміщенні з меншими матеріально-фінансовими витратами.

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що пропонуються новий метод захисту акустичної інформації, яка циркулює у приміщенні, від зняття АСАР. Даний метод відрізняється тим, що проблема зняття інформації вирішується не шляхом усунення самої можливості проникнення променя на віброуючу поверхню або вібракустичного зашумлення цієї поверхні, а шляхом унеможливлення або значного ускладнення перехоплення зловмисником вже відбитого променя. Такий підхід дозволить забезпечити покращення комфортності роботи при достатньому рівні захищеності інформації, оскільки усувається необхідність встановлення на вікнах та інших поверхнях приміщення спеціальних пристроїв віброакустичного захисту і, відповідно, зникають додаткові фонові акустичні шуми, а також відпадає необхідність встановлення оптично непрозорих конструкцій за типом металевих ролет, які б постійно закривали вікна під час роботи чи переговорів.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Необхідно провести аналіз існуючих методів та засобів захисту інформації від АСАР, їх переваг та недоліків, щодо можливості покращення зручності та комфортності ведення розмов у приміщенні та зменшення матеріально-фінансових витрат при побудові систем захисту. Розробити метод та принципи роботи засобу захисту, що дозволить забезпечувати необхідний рівень захищеності інформації з покращенням зручності та комфортності проведення робіт та переговорів у при-

міщенні з меншими матеріально-фінансовими витратами. Провести експериментальні дослідження запропонованого методу для підтвердження протидії процесу приймання зловмисником відбитого зондувального променя.

Метою роботи є розробка методу та принципів роботи засобу захисту акустичної інформації від зняття через АСАР, що дозволить, при забезпеченні необхідного рівня захищеності інформації, покращити зручність та комфортність роботи у приміщенні зі зменшенням матеріальних та фінансовими витрат.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД АСАР

Розглянемо існуючі методи захисту від АСАР. Найпростішим прикладом є забезпечення звуко-та віброізоляції вікон приміщення, з яких може зніматися акустична інформація [1]. Це дозволить усунути або значно зменшити небезпечні інформативні вібрації на зовнішніх поверхнях вікон. Але реалізація такого способу вимагатиме значних фінансових витрат, пов'язаних не тільки з виготовленням та закупівлею спеціальних вікон, а й з проведенням значного обсягу будівельних робіт. Як альтернативу, можна використати захисні татонувальні плівки [2], які клеяться на віконне скло. Вони, теоретично, теж можуть знизити рівень вібрації скла і, відповідно, ускладнити виділення звукового сигналу у прийнятому лазерному випромінюванні. Недоліком такого захисту є те, що знімання інформації ускладнюються лише зменшенням коефіцієнту модуляції відбитого променя, що для сучасних АСАР не є значною проблемою.

Таким чином, існуючі пасивні методи та способи захисту мають ряд недоліків і, як правило, використовуються лише у комплексі з активними або взагалі повністю ними замінюються. Активний захист від АСАР реалізується за допомогою генераторів шуму, які створюють шумоподібні електричні сигнали у мовному частотному діапазоні, і ці сигнали передаються на поверхню за допомогою п'єзоелектричних і електромагнітних вібраторів [3]. Дані перетворювачі встановлюються на усіх проблемних поверхнях, з яких можливе знімання інформаційних вібрацій. Але і такий захист має недоліки, проблема полягає у тому, що у деяких випадках кількість таких віброперетворювачів може бути досить великою, адже на кожному шибку вікна необхідно встановити мінімум один датчик. І в результаті загальний рівень акустичних завад буде настільки високий, що у приміщенні створюються не комфортні умови для розмов.

Слід звернути увагу ще на один важливий недолік наведених методів захисту - це не здатність забезпечення повної захищеності інформації. Він

полягає у тому, що лазерний промінь при потрап- лянні на вікно частково відбивається, але й част- ково проходить крізь нього, оскільки скло є опти- чно прозорим матеріалом. Спрощено це означає,

що інформаційну вібрацію можна зчитати не тільки з поверхні вікна, але й з будь-якої іншої по- верхні, що знаходиться за вікном всередині примі- щення (наприклад дзеркало на стіні) (рис. 2).

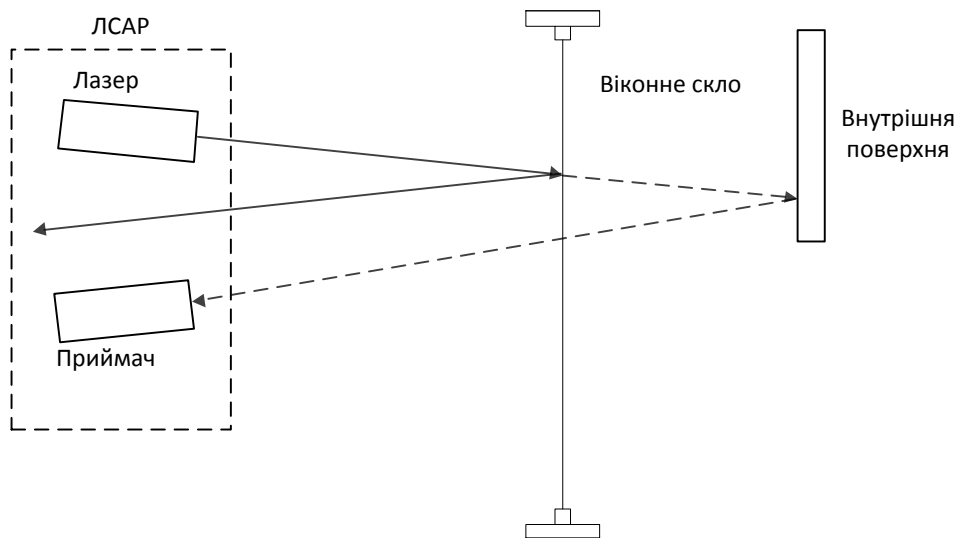


Рис. 2. Принцип зняття інформації з поверхні, що знаходиться у середині приміщення

Таким чином, для захисту інформації необхі- дно ще додатково вирішувати питання потрап- ляння лазера всередину приміщення. Зробити це можна встановленням на вікні оптично непрозо- рої конструкції, яка буде закривати інтер'єр, але слід пам'ятати, що, якщо таку конструкцію розмі- стити всередині приміщення, то і на ній самій може бути присутня небезпечна вібрація. Такий захист можна реалізувати за допомогою спеціальних еле- ктродихромних плівок або електродихромного скла [4]. У спрощеному вигляді принцип їх роботи можна описати так: при подачі напруги на скло активний полімерний шар, розташований усередині три- плексу, набуває забарвлення певного відтінку, тим самим зменшуючи прозорість, а при відключенні напруги скло повертається у початковий стан. Та- ким чином, можна знизити пропускання, відбива- ючі та поляризаційні властивості віконного скла, тим самим значно ускладнивши можливість зняття інформації з внутрішніх поверхонь приміщення. Недоліком такого способу є енергозалежність цих конструкцій, оскільки вони потребуватимуть по- стійної подачі напруги. Окрім цього, до недоліків слід віднести високу вартість таких плівок і скла.

Викладене вище свідчить про таку проблему: навіть, якщо на вікні створюється вібраційна за- вада, то, налаштувавшись на промінь відбитий з внутрішньої поверхні, злоумисник все одно зможе слухати розмову. Для захисту від такої загрози не- обхідно унеможливити появу відбитого з сере- дини приміщення променю. Для цього можна ви- користати зазначені вище спеціалізовані плівки,

які будуть значно відхиляти та послаблювати ла- зерний промінь. Але це, зрозуміло, призведе до не- прийняттого здороження системи, адже активний захист при цьому теж лишається, тому на практиці такі системи не використовуються. Тому, на сьо- годні оптимальним варіантом системи захисту від ЛСАР, як з точки зору забезпечення захищеності, так і з точки зору фінансових затрат, є встанов- лення на вікнах приміщення активного захисту, а ззовні вікон встановлення оптично непрозорих металевих ролет, які під час озвучення інформації будуть повністю закривати вікна, а також, відпо- відно, внутрішній інтер'єр приміщення.

У результаті, ми маємо ситуацію, коли, вирішу- ючи питання забезпечення захищеності інформа- ції і зменшення вартості системи, ми не вирішуємо питання комфортності роботи у приміщенні, а на- впаки погіршуємо її, оскільки до шумів, що створю- ють засоби активного захисту, додається ще й той факт, що працювати у приміщенні необхідно при повністю закритих ролетами вікнах.

РОЗРОБКА МЕТОДУ ЗАХИСТУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ІСНУЮЧИХ НЕДОЛІКІВ

Для вирішення усіх викладених недоліків про- понується принципово інший підхід та метод до побудови захисту [Заявка на отримання патенту України на корисну модель №u201902758 від 21.03.2019 р.]. Проблема потрапляння лазера у се- редину приміщення пропонується вирішувати не шляхом усунення самої можливості проникнення променя, а шляхом унеможливлення або значного ускладнення перехоплення злоумисником вже від-

битого променя. Реалізувати це можна за допомогою створення протидіючого лазерного випромінювання, яке буде направлено зсередини приміщення через вікно назовні.

Реалізувати це можна за допомогою створення протидіючого завадового лазерного випромінювання, яке буде направлено з середини приміщення через вікно назовні. При цьому дане випромінювання буде складатись із множини променів, напрям яких може змінюватись у просторі випадковим чином і, які будуть мати параметри (зокрема, спектральні, енергетичні і/або просторово-енергетичні параметри) подібні до параметрів зондувального променя зловмисника. Також, протидіюче випромінювання повинно мати широкую діаграму направленості, достатню, щоб перекрити усі можливі кути відбиття лазера зловмисника (рис. 3). Окрім цього, протидіючі промені повинні бути промодульовані шумовими або хибними сигналами, реалізуючи при цьому шумову або мовоподібну заваду.

В результаті ми отримаємо ситуацію, при якій відбитий промінь зловмисника на виході буде «зміщуватись» із протидіючими завадовими променями, що значно ускладнить його перехоплення та виділення на приймальній стороні АСАР. Також, оскільки промені будуть проходити через скло і поширюватись назовні, то ми вирішуємо питання захисту не тільки від зняття вібрації всередині приміщення, а й з поверхні вікна. Тобто даний метод та засіб, що його реалізує, дозволять забезпечити захищеність інформації у приміщенні без застосування вібраційного зашумлення та використання різних оптично непрозорих загорджувальних конструкцій по типу металевих рошет.

Засіб, що буде реалізовувати даний спосіб, повинен розташовуватись із врахуванням можливостей лазерних мікрофонів. Відомо, що існують кілька схем побудови АСАР. У найпростішому варіанті вони являють собою окремі (рознесені у просторі) блок випромінювання зондувального променя і блок з приймальною частиною. Промінь лазера від першого блоку падає на скло вікна під деяким кутом. На межі скло - повітря відбувається модуляція променя звуковими коливаннями. Відбитий промінь вловлюється фотодетектором другого блоку, що розташований на осі відбитого променя, і здійснюється амплітудна демодуляція відбитого випромінювання [5]. Система досить проста, але вимагає ретельного налаштування двох блоків. Перевагою такого варіанту АСАР є те, що він дозволяє знімати інформацію під значними кутами відносно скла, оскільки теоретично можна рознести випромінювач та приймач на необхідну відстань один від одного [6].

Існує другий варіант побудови АСАР. Цей спосіб використовує сплітер (дільник) пучка лазера. Така система складніша, але вона дозволяє поєднати лазер і детектор в один блок, а відтак відповідає необхідність ретельного налаштування системи. Застосування сплітера дозволяє звести падаючий і відбитий промінь в одну точку. Ефективне застосування таких схем можливе тільки у тому випадку, якщо промінь лазера відбивається у напрямку його джерела. А це можливо, якщо АСАР і вікно, що опромінюється, знаходяться на одній висоті і віконне скло розташоване перпендикулярно променю лазера або на шибці встановлена Трипель-призма [5]. В усіх інших випадках у напрямку на детектор відбивається незначна кількість дифузійно розсіяного випромінювання і дальність ведення розвідки різко знижується.

Враховуючи наведені дані, пропонується розташовувати наш засіб таким чином. Для захисту від АСАР з окремими блоками, засіб необхідно розташовувати так, щоб перекрити усі реальні кути, з яких можливе ведення розвідки. Для запобігання зняття вібрації зі скла за допомогою АСАР, що використовують сплітер, засіб захисту необхідно розташовувати всередині приміщення перпендикулярно вікну, його діаграма направленості повинна бути достатньою, щоб накривати усю площу віконного скла. В обох випадках необхідно враховувати реальне розміщення приміщення на місцевості та особливості оточуючих об'єктів.

Для апробації запропонованого способу було проведено дослідження при якому здійснювалась імітація знімання інформації з віброуючої поверхні приміщення через віконне скло за допомогою лазерного мікрофону. Спроби зняття вібрації проводились як під прямим кутом до віброуючої поверхні, так і під різними кутами. При цьому в напрямку до лазерного мікрофона було направлено протидіюче завадове випромінювання від джерела, що мало достатню діаграму направленості для «накриття» всієї площі вікна. В якості джерела було використано пристрій побудований за типом лазерного проектору. Така конструкція дозволила забезпечити необхідні параметри протидіючого випромінювання. Зокрема, це дозволило генерувати велику кількість протидіючих променів, також дані промені мали параметри аналогічні параметрам зондувального променя від лазерного мікрофону, але при цьому були промодульовані хибними сигналами. Проведене експериментальне дослідження показало, що при застосуванні протидіючого лазерного випромінювання значно ускладнюється процес приймання зловмисником відбитого зондувального променя, незалежно від типу та конструкції АСАР, що застосовується.

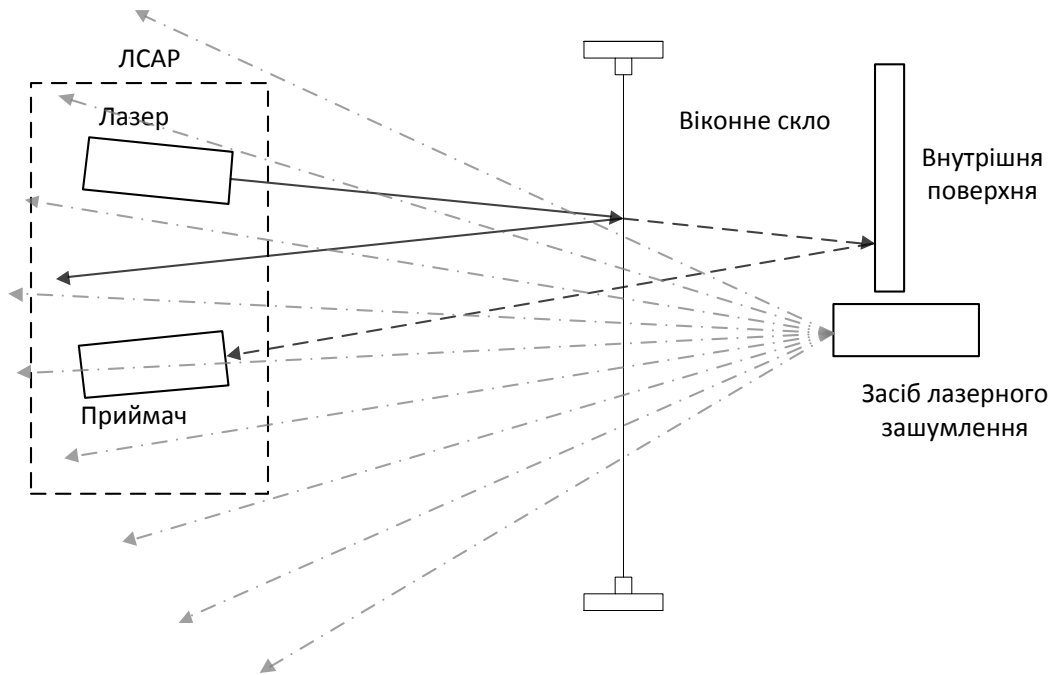


Рис. 3. Принцип лазерної протидії

ВИСНОВОК

Проведений аналіз існуючих методів захисту акустичної інформації від витіку через оптико-електронний канал, а саме, від зняття лазерними системами акустичної розвідки, показав, що усі вони мають ряд недоліків: вони або не дозволяють забезпечити достатню захищеність, або призводять до значних фінансових витрат, або значно погіршують комфортність роботи у приміщенні.

У зв'язку з цим було запропоновано метод, суть якого полягає у тому, що всередині приміщення створюється завада у вигляді маскуючого лазерного випромінювання, яке складається із множини променів з параметрами, подібними до параметрів можливого зондувального променя зломисника, і направлені зсередини приміщення через вікно назовні таким чином, що відбитий від віброуючої поверхні промінь зломисника на виході з приміщення маскується змішуванням із завадовими протидіючими променями, ускладнюючи зломиснику виділення його променя з множини маскуючих завадових променів.

Результати досліджень показали, що застосування розробленого методу при побудові систем захисту мовної інформації дозволить, при забезпеченні необхідної захищеності інформації, покращити зручність та комфортність роботи у приміщенні та зменшити матеріально-фінансові витрати, оскільки відпадає необхідність встановлення спеціальних віброперетворювачів та додаткових оптично не прозорих конструкцій на вікнах приміщення.

Проведено експериментальне дослідження, результати якого показали, що застосування протидіючого лазерного випромінювання значно ускладнюється процес приймання зломисником відбитого зондувального променя, незалежно від типу та конструкції ЛСАР, що застосовується.

ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Ю. Каторин, Е. Куренков, А. Лысов, А. Остапенко *Большая энциклопедия промышленного шпионажа*, СПб.: ООО "Издательство Полигон", 2000, 734 с.
- [2]. Принципи зняття звукової інформації зі скла і її захист. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ua.nauchebe.net/2012/09/principi-znyattya-zvukovo%D1%97-informaci%D1%97-zi-skla-i-%D1%97%D1%97-zaxist/>.
- [3]. В. Хорошко, А. Чекатов, *Методы и средства защиты информации*, К.: Юниор, 2003, 504 с.
- [4]. Glass-shield. Стекло для защиты от прослушивания помещений с помощью направленного лазерного луча. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.zoohall.com.ua/2541-glass-shield-steklo-proslushivanie.html>.
- [5]. А. Хорев, "Средства акустической разведки: направленные микрофоны и лазерные акустические системы разведки", *Спецтехника и связь*, № 3, С. 34-43, 2008.
- [6]. LaserSpyDevice [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.lucidscience.com/pro-laser%20spy%20device-1.aspx>.

МЕТОД АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ СНЯТИЯ ЛАЗЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ АКУСТИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

В статье проанализированы угрозы, которые вызывает оптико-электронный технический канал и, в частности, использование лазерных систем акустической разведки. Рассмотрены основные типы и возможности современных средств ЛСАР. Приведены наиболее распространенные методы и средства защиты от таких угроз и рассмотрены недостатки систем защиты, которые на них основываются. Предложен метод лазерного противодействия, как альтернатива уже существующим, и представлена концепция его реализации. Данный метод основывается на процессе «перемешивания» зондирующего лазерного луча злоумышленника с противодействующим излучением, значительно усложняя процесс приема и выделения информативного сигнала на приемной стороне ЛСАР. Такой подход позволит обеспечить необходимый уровень защищенности информации без ухудшения комфортности работы, так как устраняется необходимость установки на окнах и других поверхностях помещения специальных устройств виброакустической защиты, а соответственно и исчезают дополнительные фоновые акустические шумы, и также отпадает необходимость установки оптически непрозрачных конструкций по типу металлических роллет, которые бы постоянно закрывали окна во время работы. Проведены экспериментальные исследования, которые показали значительное усложнение процесса принятия злоумышленником отраженного зондирующего луча при применении противодействующего лазерного излучения.

Ключевые слова: техническая защита информации, методы активной защиты, лазерные системы акустической разведки, лазерные микрофоны, средства защиты акустической информации.

THE METHOD OF ACTIVE PROTECTION OF INFORMATION FROM THE LASER ACOUSTIC INTELLIGENCE SYSTEMS

In this paper, we analyzed the optoelectronic technical channel of information leakage and Laser Spy System, analyze the threats which they make and offer solutions to existing information security issues. The Laser Spy System is considered by many to be the Holy Grail of high tech spy devices because it can give the user the ability to listen in on conversations that take place in a distant building without having to install a bug or transmitter at the location. The Laser Spy System was said to be invented in the Soviet Union by Leon Theremin in the late 1940s. Using a non-laser based infrared light source, Theremin's system could detect sound from a nearby window by picking up the faint vibrations on the glass surface. The KGB later used this device to spy on the British, French and US embassies in Moscow. The Laser Spy System goes by several names such as the Laser Microphone, Laser Listener, Laser Bug, Window Bounce Listener and a few similar names. The Laser Spy certainly works well under ideal conditions,

but it has many strengths and weaknesses that will be discussed in this paper. General component in the Laser Spy system is the laser, which will target a distant reflective object and send the beam back to your receiver for decoding. When the laser reflects from the target window, the slight vibrations from conversations or noise that vibrate the windows cause a very slight change in position of the returning laser beam. These changes in the laser fluctuations are taken by a phototransistor and then converted into sound. The most common methods and means of protection are presented, these methods can be both active and passive, but they all have a number of shortcomings, such as high cost, the creation of acoustic noise, insufficient protection, etc. We are proposed the method of laser noise as an alternative to the existing one, and the concept of its implementation is given. This method is based on the creation of counter laser radiation. This radiation consists of a plurality of laser beams that have parameters that are similar to the parameters of the rays of the attacker. Experiments have shown that the interception of the reflected laser beam is complicated if anti-radiation is applied.

Key words: technical protection of information, methods of active protection, laser microphones, acoustic information protection devices.

Катаев Віталій Сергійович, асистент кафедри Менеджменту та безпеки інформаційних систем, інженер Центру інформаційних технологій та захисту інформації Вінницького національного технічного університету. E-mail: kataev@vntu.net.

Orcid ID: 0000-0002-7458-7807.

Катаев Виталий Сергеевич, асистент кафедри Менеджмента и безопасности информационных систем, инженер Центра информационных технологий и защиты информации Винницкого национального технического университета.

Kataiev Vitalii, assistant of department of Management and Security of information systems, engineer of the Center of information technology and information protection in Vinnytsia National Technical University.

Яремчук Юрій Євгенович, д.т.н., професор, професор кафедри Менеджменту та безпеки інформаційних систем, директор Центру інформаційних технологій та захисту інформації Вінницького національного технічного університету. E-mail: yurevyar@vntu.net.

Orcid ID: 0000-0002-6303-7703.

Яремчук Юрий Евгеньевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры Менеджмента и безопасности информационных систем, директор Центра информационных технологий и защиты информации Винницкого национального технического университета.

Yaremchuk Yurii, Doctor of Engineering (Information Security), professor, professor of department of Management and Security of Information Systems, director of the Center of information technology and information protection in Vinnytsia National Technical University.