

DOI [10.28925/2663-4023.2024.23.246257](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2024.23.246257)

УДК 681.534:72.012.8

Пархуць Любомир Теодорович

доктор технічних наук, професор, професор кафедри захисту інформації
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
ORCID 0000-0003-4759-9383
liubomyr.t.parkhuts@lpnu.ua

Совин Ярослав Романович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри захисту інформації
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
ORCID 0000-0002-5023-8442
yaroslav.r.sovyn@lpnu.ua

Ракобовчук Лариса Маратівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри захисту інформації
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
ORCID 0000-0001-9437-6137
larysa.m.rakobovchuk@lpnu.ua

ВПЛИВ ІНТЕР'ЄРУ ПРИМІЩЕННЯ НА ПРОТИДІЮ ЛАЗЕРНИМ СИСТЕМАМ АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ

Анотація. Одним з найуразливіших питань в технічному захисті інформації є отримання даних, приватних або конфіденційних, за рахунок витoku по оптоелектронному каналу. Сьогодні найперспективнішим напрямком захисту мовної інформації від лазерних систем акустичної розвідки є розробка пасивних методів захисту. Робота присвячена дослідженню впливу елементів інтер'єру приміщення на захист мовної інформації від ЛСАР, що можуть ефективно та з мінімальними витратами реалізовуватись на етапі проектування з метою комфортного проведення конфіденційних перемовин. На основі проведених досліджень запропоновано системний підхід до визначення захищеності приміщень від витoku мовної інформації оптоелектронним каналом, що включає технічні, інтер'єрні, технологічні та дизайнерські рішення, які допоможуть забезпечити захист мовної інформації від лазерних систем акустичної розвідки. Виявлення проникнення лазерного випромінювання в приміщення вирішується за допомогою наступних технічних рішень: використання сонячних панелей і сенсорів освітлення, геометрія розташування скла у віконних рамах, нанесення спеціальних покриттів. Виявлення впливу елементів приміщення на зондуєчий промінь забезпечується за допомогою інтер'єрних рішень: використання матеріалів з високим коефіцієнтом затування та розташування їх в приміщенні, використання відповідного колорування та компонування поглинаючих поверхонь. Виявлення впливу маскуючої здатності різних видів скла досягається за допомогою технологічних рішень: використання скла з різним рельєфом та розсіювальною здатністю, використання рельєфних захисних плівок. Виявлення впливу екранування приміщення досягається за допомогою дизайнерських рішень: дизайн інтер'єру, врахування розміру і розташування вікон та їх звукоізоляційних характеристик. Напрямок подальших досліджень є вивчення впливу зовнішніх екологічних чинників на зняття мовної інформації лазерними системами акустичної розвідки.

Ключові слова: лазерні системи акустичної розвідки; оптоелектронний канал; мовна інформація; пасивний захист інформації; скло, рельєфні плівки, інтер'єр приміщення.



ВСТУП

Одним з найуразливіших питань в технічному захисті інформації — це отримання даних, приватних або конфіденційних, за рахунок витоку по оптоелектронному каналу. Основним джерелом отримання цих даних є лазерні системи акустичної розвідки або лазерні мікрофони, що дозволяють знімати мовну інформацію на значній відстані, без необхідності безпосередньої присутності в приміщенні. Наприклад, система SIPE LASER 3-DA SUPER дозволяє знімати мовну інформації з віконних рам з подвійним склом з високою якістю на відстані до 250 м.

Фахівці оцінюють максимальну дальність розвідки з використанням лазерних акустичних систем, що знімають інформацію з внутрішніх шибок, у 150...200 метрів у міських умовах (наявність інтенсивних акустичних перешкод, забруднена атмосфера тощо) і у 500 м в замських умовах [1]. На сьогодні уже відомі лазерні пристрої, що можуть вести розвідку на відстані до 1000 м.

Виявлення працюючого лазерного мікрофона дуже складне, а в ряді випадків технічно нездійсненне. Тому, одним з найактуальніших та найперспективніших напрямків захисту інформації від лазерних систем акустичної розвідки на сьогоднішній день є розробка пасивних методів захисту, які можна передбачити ще на етапі конструкторсько-будівельних робіт, а саме захист стін, дверей, вікон, інтер'єру приміщень.

Опираючись на сказане, можна зробити висновок, що сьогодні захист мовної інформації від витоку оптоелектронним каналом виходить на якісно інший рівень, і вивчення впливу інтер'єру приміщення, де поширюється конфіденційна інформація, на протидію ЛСАР, є особливо актуальним.

Постановка проблеми. Не зважаючи на підвищений інтерес до даної проблематики як з боку зарубіжних, так і вітчизняних науковців, в останні роки ще більше активізувались дослідження щодо пошуку пасивних методів та засобів захисту мовної інформації від лазерних систем акустичної розвідки. Тому дослідження впливу елементів інтер'єру приміщення на захист мовної інформації від ЛСАР, які можуть реалізовуватись на етапі проектування для комфортного проведення перемовин, є актуальним науковим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні ведуться розробки для покращення захисту інформації від зчитування по оптоелектронному каналу і цій проблемі присвячено багато наукових робіт як вітчизняних, так і зарубіжних науковців. Так, у своїй роботі [2] автори проаналізували варіанти для зменшення вібрації скла та запобігання лазерному прослуховуванню приміщень. Розглянуто вплив конструкції склопакету на захисні властивості від лазерного зчитування. Результати показали, що лише 1% вібрації скла передається віконними рамами, а все інше передається віконним склом. На основі аналізу характеристик зворотного розсіювання об'єктів при дистанційній лазерній зйомці голосу [3], авторами показано, що відновлена амплітуда голосового сигналу із збільшенням шорсткості поверхні поступово зменшується, а також, що відновлена амплітуда голосового сигналу зростає зі збільшенням коефіцієнта загасання металу. Заслугове на увагу дослідження [4], в якому розроблено багаточастотні багатошарові плівки та покриття з матеріалів на основі надрешіток з фотонних кристалів та наноматеріалів, які забезпечують фільтрацію певних довжин хвилі світла, зберігаючи прозорість у іншому спектрі. У роботах [5] – [7] вітчизняні науковці розглядають питання захисту мовної інформації від витоку оптоелектронним каналом, шляхом використання сонцезахисних віконних плівок. В результаті авторами зроблено висновок, що сонцезахисні покриття не дають бажаного ефекту як антилазерні.



У статті [8] розглянуті процеси зменшення інтенсивності зондуючого лазерного випромінювання в залежності від довжини хвилі та проаналізовано основні ефекти, що можуть перешкоджати вільному поширенню світла. Авторами наголошено, що врахування значення коефіцієнту дифузного відбиття поверхонь допоможе обрати матеріал для використання у приміщенні, який перешкоджатиме зняттю інформації ЛСАР. В роботі [1] проаналізовано способи виявлення проникнення лазерного випромінювання у приміщення та надано рекомендації щодо вибору елементів конструкції для зменшення вірогідності витіку мовної інформації оптоелектронним каналом.

Таким чином, у результаті опрацювання наукових публікацій за темою дослідження можна ще раз підтвердити актуальність даного наукового напрямку та зупинитися на вивченні впливу внутрішнього інтер'єру приміщень на протидію зняттю мовної інформації лазерними системами акустичної розвідки.

Метою статті є дослідження впливу елементів інтер'єру приміщення на захист мовної інформації від ЛСАР, що можуть ефективно та з мінімальними витратами реалізовуватись на етапі проектування з метою комфортного проведення конфіденційних перемовин.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Як відомо [1], якість отриманої мовної та відео інформації характеризується відношенням сигнал/шум. З метою захисту мовної інформації, тобто зниження розбірливості мови, необхідно прагнути зменшити відношення сигнал/шум у місцях можливого розміщення датчиків апаратури акустичної розвідки. Цього можна досягнути або шляхом ослаблення рівня мовного сигналу (пасивні методи захисту), або збільшенням рівня шуму (створення акустичних і вібраційних перешкод — активні методи захисту).

Ослаблення мовних сигналів можна добитися шляхом звукоізоляції приміщень, локалізацією джерел акустичних сигналів усередині них, використанням архітектурних та інженерних рішень, застосуванням спеціальних будівельних і оздоблювальних матеріалів.

Отже, лазерні системи акустичної розвідки становлять небезпеку через отримання конфіденційної інформації з приміщення. Завдяки лазерно-локаційному зондуванню віконних шибок та інших відбиваючих поверхонь можливо відтворити розмову, що ведеться під час конфіденційних перемовин. Тому, перш за все, доцільно виявити зондуючий промінь.

В цьому аспекті, заслуговують на увагу експериментальні дослідження [9], в результаті яких автори вказують на деякі прикладні пасивні аспекти захисту від ЛСАР. Зокрема, в даній роботі було виявлено, що навколишні завади з технічного освітлення та природного денного світла маскують промінь лазера в приміщенні. Крім того, сформовано висновок, що сенсор освітленості більш чутливий до лазерного променя, ніж сонячна панель.

Із зазначеного можна зробити висновок, що одним з технічних рішень для виявлення лазерного зондування приміщення може бути використання сонячних панелей і сенсорів освітлення, які можна адаптувати в інтер'єр приміщення у вигляді жалюзі, сенсора на включення світла. Ці технологічні рішення дозволять підвищити захищеність приміщення від ЛСАР, тим більше в момент включення (початку лазерного зондування).

У статті [1], автори зазначають, що вирішити задачу виявлення проникнення лазерного випромінювання через вікно можливо, якщо встановити другу шибку вікна під певним кутом до першої, покрити їх внутрішні поверхні покриттями, що відбивають, а



під вікном розмістити екран, що розсіює лазерне випромінювання, і фотоприймач, що фіксує наявність розсіяного випромінювання на екрані. При цьому у кілька разів зменшується площа фіксації лазерного променя, а фотоприймач розташовується збоку від вікна, що не заважає працюючим у офісі і забезпечує скритність пристрою виявлення лазерного випромінювання.

Для аналізу можливостей даного способу авторами [1] було побудовано математичну модель проходження променів через систему з двома шибками, розташованими під кутом, яка дозволяє обирати оптичну систему для реалізації захисту при заданих параметрах вікна. Дана модель дозволила авторам зробити висновок, що потужність лазерного випромінювання, яке попадає на світлочутливий шар фотоприймача, ослаблюється в описаній системі у 100–1000 разів. Таке ослаблення сигналу дозволяє застосовувати для виявлення опромінення ОІД прості фотоприймачі широкого вжитку. Автори пропонують на шибки наносити металеві покриття, так як така технологія є технічно не складною і освоєна вітчизняними виробниками.

На нашу думку, недоліком такого способу є високий коефіцієнт відбиття, що робить видимим не тільки зондуєчий промінь, але й чітко характеризує приміщення, як об'єкт підвищеного інтересу. Якщо приміщення не спеціальне (призначене не для конфіденційної інформації), а просто звично використовується і лише час від часу там може звучати інформація не призначена «для сторонніх вух», то має бути збережена хороша оптико-акустична і екологічна атмосфера.

В роботі [10] досліджувалась залежність між випромінюванням акустичних хвиль та матеріалом будівельних конструкцій приміщення, де знаходиться джерело акустичного сигналу. Експеримент показав, що поширення вібрацій може відрізнитись залежно від матеріалу перешкоди, якою вони поширюються.

До матеріалів з високим коефіцієнтом затухання, можна віднести бетон, коефіцієнт затухання якого на відстані 0,2 м від віброперетворювача рівний 28, 5 дБ, а на відстані 0,6 м – 37,5 дБ. Найменший коефіцієнтом затухання у металі на відстані 0,2 м – 4,5 дБ та на відстані 0,6 м – 14,5 дБ [11].

На нашу думку, відповідні висновки повинні стосуватись розташування і матеріалів інтер'єру в приміщенні, а також використання декоративних елементів в приміщенні. Тобто бетон і метал, як найбільш поширені елементи в сучасному будівництві, слід враховувати ще на стадіях планування і проектування приміщень.

Середовище розповсюдження носія інформації від джерела до приймача може бути як однорідним (повітря, де можна використовувати аерозолі як протидію), так і неоднорідні, що можуть бути утворені послідовними ділянками різноманітних фізичних середовищ: гіпсокартон, фарби, покриття, шпалери, енергозберігаючі екрани, плитка, дерев'яна, пластикова, коркова вагонка — це все буде протидіяти можливому розповсюдженню інформації в середині приміщення. Плюс меблі, бажано не хайтек, скло чи камінь, а краще з клеєного бруса пористих порід, обшитих структурним матеріалом. Це стосується і штор, які мають бути з важких матеріалів насичених кольорів на пластикових карнизах, оскільки, згідно досліджень [10], саме пластик володіє найбільшим затухоючим впливом на сигнал на різних відстанях, потім фольга і найгірше ДСП.

Табл. 1 побудована за даними досліджень [10]. Тобто, якщо на стінах використовувати відповідне компонування поглинаючих поверхонь, то можна добитись суттєвого покращення захисних властивостей, в першу чергу, зовнішніх параметрів (стіл) охоронного кордону. При цьому слід звернути увагу, що чим більша відстань від джерела, тим краще поглинає акустичний сигнал ДСП.



Таблиця 1

Виміри рівня акустичного сигналу з екрануванням поверхні

№	Задіяні види екранів	Вимір на склі	Вимір на стіні	Вимір на відстані 2 м
1	Без екранування	48	49	39
2	Металева сітка	46	47	38,1
3	ДСП	47	48	38,2
4	Фольга	45	45,5	37,2
5	Пластик	45	45,5	37
6	Сітка + ДСП	44	47	37,8
7	Сітка + фольга	45	46	36,2
8	Сітка + пластик	44	45,5	36,1
9	ДСП + фольга	43	46	37,2
10	ДСП + пластик	44	46	37,4
11	Фольга + пластик	43	45	34
12	Сітка + ДСП + фольга	43,5	47	36,1
13	Сітка + фольга + пластик	43	45	34,2
14	ДСП + фольга + пластик	44	46	35,3
15	ДСП + сітка + пластик	43,5	47	36,7
16	ДСП + сітка + пластик + фольга	42,5	43	33

Отже, просте накладання, або компонування різних елементів з різними захисними властивостями в більшості випадків не супроводжується синергетичним ефектом, а деколи і навпаки погіршує захисні властивості. В основному спостерігається усереднення рівня акустичного сигналу.

Зазначимо, що на якість зчитування акустичної інформації за допомогою ЛСАР також впливає поверхня, з якої зчитується інформація. Залежно від того, як відбиває поверхня і як на неї впливають акустичні сигнали, можуть змінюватися техніки зйомки і типи модуляції оптичного променя.

Коефіцієнт дифузного відбиття є тим параметром, що характеризує поверхню, з якої зчитується інформація. Окрім оптичних властивостей атмосфери та коефіцієнта пропускання віконного скла, даний коефіцієнт суттєво впливає на розповсюдження лазерного випромінювання.

В табл. 2 приведено значення коефіцієнта дифузного відбиття для деяких матеріалів [8].

Таблиця 2

Значення коефіцієнта дифузного відбиття для деяких матеріалів

Найменування матеріалів	Коефіцієнт дифузного відбиття $\rho_m (\lambda = 0,8 \text{ мкм})$
Папір білий	0,30...0,35
Папір різних кольорів:	
– жовтий	0,30
– помаранчевий	0,30
– червоний	0,26
– зелений	0,16
– синій	0,17
– чорний	0,12
Папір покритий чорним лаком	0,07
Картон азбестовий	0,20...0,28
Картон сірий	0,25
Гіпс	0,40...0,65
Крейда	0,7...0,8
Дерево біле	0,20...0,30

Дерево шліфоване	0,28...0,47
Фарфор білий блискучий	0,25...0,35
Фарфор білий матовий	0,23
Цегла вогнетривка	0,24
Цегла біла	0,35
Скло	0,10...0,16
Молочне скло (2–3 мм)	0,45

Отже, поверхня відбивання може мати різний коефіцієнт відбиття залежно від матеріалу. Тому важливо обирати такі матеріали в інтер'єрі приміщення, які б максимально поглинали випромінювання. Як видно з таблиці, за коефіцієнтом дифузного відбиття можна визначити оптимальний колір та матеріали стін, які варто використовувати у приміщеннях, де поширюється конфіденційна інформація, а саме: чорний, зелений, синій кольори та папір, покритий чорним лаком, дерево біле, фарфор білий матовий, цегла вогнетривка — саме такі матеріали будуть ставати на заваді зняттю інформації лазерними системами акустичної розвідки. Таким чином, врахування коефіцієнту пропускання віконного скла та коефіцієнту дифузного відбиття поверхонь допоможе обрати матеріал для використання в інтер'єрі приміщень, який сприятиме захисту приміщень від витоку мовної інформації.

В роботі [12] приведено результати дослідження маскуючої здатності різних видів скла (рис. 1).

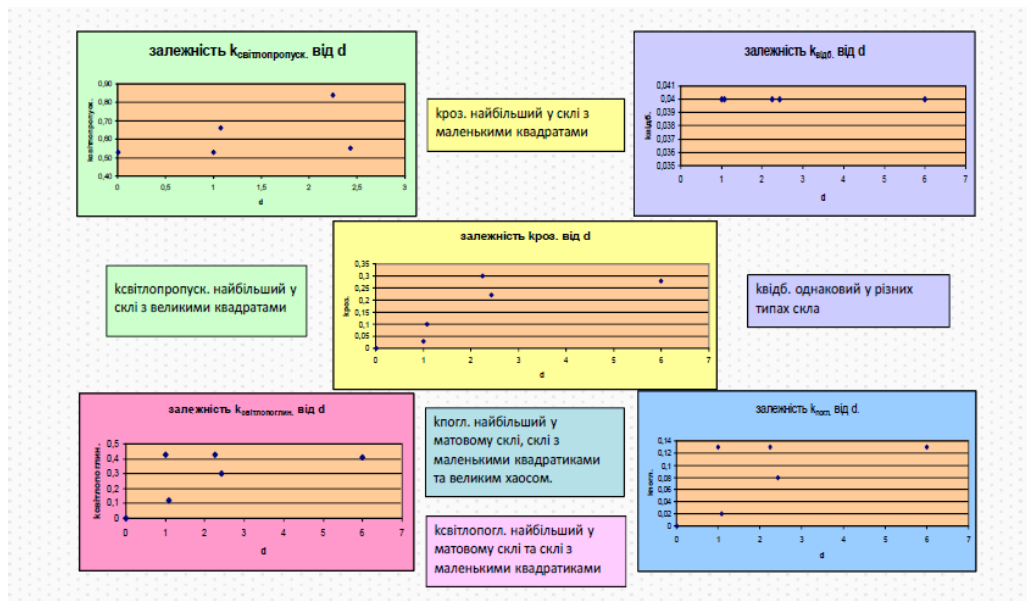


Рис. 1. Результати дослідження маскуючої здатності різних видів скла

Результати дослідження дали можливість встановити залежність між маскуючою здатністю скла та коефіцієнтами відбивання, пропускання, поглинання і розсіювання світла. Також прослідковується залежність між розмірами неоднорідностей та розсіювальною здатністю скла, а саме, спостерігається найвищий ефект світлопропускання у склі із великими квадратами. Такі властивості скла мають враховуватись при прийнятті дизайнерських рішень спецприміщень.

Ґрунтуючись на статті [13], де авторами описана методика напilenня одношарового покриття діоксиду гафнію з подальшим дослідженням коефіцієнту

відбивання скла з напиленою плівкою, проведемо дослідження захисних характеристик рельєфних плівок. Рельєф напилених плівок створювали механічним способом: товщина захисного шару — 150 мікрон; глибина прорізів — 100 мікрон. Рельєф створювали вертикальними прорізами з кроком 0,5; 0,25 та 0,12 мм та у вигляді сітки з розмірами комірки 0,5×0,5; 0,25×0,25 та 0,12×0,12 мм².

Для дослідження захисних властивостей плівок та впливу рельєфу на параметри безпеки для спектрального аналізу були відібрані найкращі зразки скла, розповсюдженого в Україні:

- 1) Lysychansk, товщиною 4 мм;
- 2) Saint-Gobain, товщиною 3 мм;
- 3) Pilkington, товщиною 3 мм;
- 4) Euroglas, товщиною 4 мм.

Критеріями оцінювання були показники коефіцієнтів відбивання, поглинання та пропускання експериментальних зразків.

Розраховані коефіцієнти пропускання transmission factor (T), відбивання reflection factor (R) і поглинання absorption factor (A) для кожного типу та кроку рельєфу за типами зразків скла з плівкою приведені на рис. 2–4.

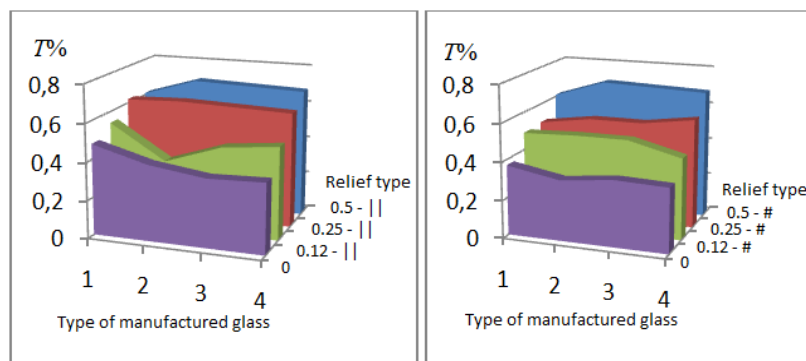


Рис. 2. Коефіцієнт пропускання (T%)

Як бачимо, нанесений різної форми рельєф покращує коефіцієнт пропускання в порівнянні з чистим склом, крім зразка Saint-Gobain — 3 мм з вертикальними прорізами 0,12 мм. Тобто, в даному випадку не відбувається просвітлення, хоча теоретично гафнієва плівка використовується для просвітлення скла.

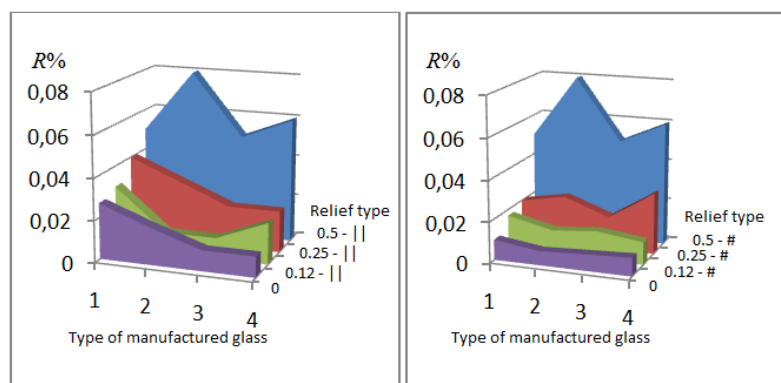


Рис. 3. Коефіцієнт відбивання (R%)

Результати показують, що зміна рельєфу скла суттєво впливає на коефіцієнт відбивання. Ця залежність особливо проявляється для максимальних значень рельєфу (0,5 мм з паралельною дифракційною ґраткою та дифракційною ґраткою у формі решітки).

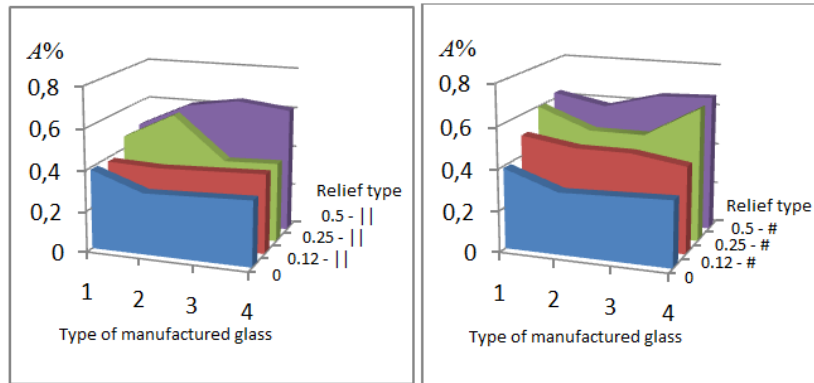


Рис. 4. Коефіцієнт поглинання (А%)

З рисунку видно, що коефіцієнт поглинання також зростає зі зміною рельєфу скла, в порівнянні з чистим склом, хоча не так суттєво.

Таким чином, використання рельєфних захисних плівок найбільше впливає на збільшення коефіцієнта відбивання. Як впливає з досліджень, не тільки розмірність ґратки, але і її форма впливають на ті, чи інші коефіцієнти та можуть суттєво змінити вихідні параметри. Отже, в залежності від поставлених завдань, можемо за допомогою нанесеної ґратки також модифікувати основні параметри скла. Це підтверджує наш висновок, що використання рельєфних захисних плівок має враховуватись при прийнятті дизайнерських рішень спецприміщень.

Також, для захисту приміщень від зчитування мовної інформації лазерними системами акустичної розвідки, потрібно враховувати параметри звукоізоляції вікон. В міжнародних нормативних документах, зокрема ISO 717-1, ISO 140, наведені методи визначення індексів звукоізоляції вікон [14]. Деякі індекси звукоізоляції вікон приведені в таблиці 2 [15].

Таблиця 3

Індекси звукоізоляції вікон

Товщина скла/формула склопакета	R (звукоізоляція вікна), дБ
4 мм	26
6 мм	28
Склопакет 6 мм/ 20 мм /6 мм	30
Шумоізоляційний склопакет 16.76 мм/ 15 мм /12.76 мм	47

Отже, найкращими захисними властивостями володіє шумоізоляційний склопакет. Характеристики звукоізоляції вікон можуть бути використані при визначенні параметрів сигналу лазерного променя, а також при формуванні вимог до систем захисту.



ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

На основі проведеного дослідження можна зробити наступні висновки щодо системного підходу до визначення захищеності приміщень від витоку мовної інформації оптоелектронним каналом:

1. Виявлення проникнення лазерного випромінювання в приміщення вирішується за допомогою наступних *технічних рішень*: використання сонячних панелей і сенсорів освітлення, геометрія розташування скла у віконних рамах, нанесення спеціальних покриттів.
2. Виявлення впливу елементів приміщення на зондуєчий промінь забезпечується за допомогою *інтер'єрних рішень*: використання матеріалів з високим коефіцієнтом затухання та розташування їх в приміщенні, використання відповідного колорування та компоновання поглинаючих поверхонь.
3. Виявлення впливу маскуючої здатності різних видів скла досягається за допомогою *технологічних рішень*: використання скла з різним рельєфом та розсіювальною здатністю, використання рельєфних захисних плівок.
4. Виявлення впливу екранування приміщення досягається за допомогою *дизайнерських рішень*: дизайн інтер'єру, врахування розміру і розташування вікон та їх звукоізоляційних характеристик.

Отже, реалізація технічних, інтер'єрних, технологічних та дизайнерських рішень може ефективно та з мінімальними витратами забезпечити захист мовної інформації від ЛІСАР.

Напрямок подальших досліджень є вивчення впливу зовнішніх екологічних чинників на зняття мовної інформації лазерними системами акустичної розвідки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гришко, В., & Прокоф'єв, М. (2004). Спосіб виявлення проникнення лазерного випромінювання у виділене приміщення. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*, (8), 76–80.
2. Zeng, U., et al. (2021). Test and analysis of window vibration for anti-laser-eavesdropping. *Applied acoustics*. (176). <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.107871>
3. Li, L., et al. (2014). Analysis of backscattering characteristics of objects for remote laser voice acquisition. *Appl. Opt.* (53), 971–978.
4. Zhang, W., et al. (2017). Unconventional High-Performance Laser Protection System Based on Dichroic Dye-Doped Cholesteric Liquid Crystals. *Sci Rep.* (7), <https://doi.org/10.1038/srep42955>
5. Horev, A., & Savin, A. (2021). Efficiency Research of Sun Protection Window Films for Speech Information Protection from LEAKAGE by Optoelectronic Channel. *IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus)*, 2335–2339, <https://doi.org/10.1109/ElConRus51938.2021.9396253>
6. Катаєв, В., & Яремчук, Ю. (2019). Метод активного захисту інформації від зняття лазерними системами акустичної розвідки. *Захист інформації*. 21 (1), 34–39.
7. Abramov, P., Kuznetsov, E., & Skvortsov, L. (2017). Prospects of using quantum-cascade lasers in optoelectronic countermeasure systems: review, *J. Opt. Technol.* (84), 331–341.
8. Мелешко, Т., Сорокун, А., Цигвінцев, Р., & Швець, В. (2017). Процеси зменшення інтенсивності зондувального лазерного випромінювання в залежності від довжини хвилі. *Вісник інженерної академії України*, (1), 14–20.
9. Марценюк, М., Складанний, П., & Астапеня, В. (2021). Експериментальні дослідження стенду імітаційного моделювання роботи лазерного мікрофону для зняття акустичної інформації. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*, 2 (14), 131–147. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.14.131147>
10. Астапеня, В., Марценюк, М., Шевченко, С., Складанний, П., & Марценюк, Є. (2021). Експериментальні дослідження впливу екранів і засобів захисту на рівень акустичного сигналу у



- приміщенні із скляними та металопластиковими конструкціями. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*, 4 (12), 117–131. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.12.117131>
11. Kataiev, V., Grycak, A., Leontiev, V., & Liahovchenko, N. (2016). Проблеми активного захисту інформації від витоку через віброакустичні канали. *Регістрація, зберігання і обробка даних*, 18(3), 54–58. <https://doi.org/10.35681/1560-9189.2016.18.3.101220>
 12. Поляк, С., Демешко, О., & Гончар, А. (2018). Ефект розсіювання світла та його застосування в економіці. *Вісник Хмельницького національного університету*, 5 (1), 95–101. [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2018-262-5\(1\)-95-101](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2018-262-5(1)-95-101)
 13. Ракобовчук, Л., Дзяний, Н., & Антоневич, М. (2023). Захисні характеристики плівок від лазерних систем акустичної розвідки на прикладі одношарового відбиваючого покриття діоксиду гафнію. *Ukrainian Scientific Journal of Information Security*, 29(1), 32–40. <https://doi.org/10.18372/2225-5036.29.17550>
 14. *Акустика. Класифікація звукоізоляції в будівлях та будівельних елементах. Частина 1. Шумоізоляція в повітрі* (EN ISO 717-1:2020, IDT; ISO 717-1:2020, IDT).
 15. Пугач, І., & Василенко, О. (2019). Деякі параметри коливань віконного скла: матеріали XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. *Теоретичні та прикладні проблеми фізики, математики та інформатики*, 135–136.

**Liubomyr Parkhuts**

Dc.S., Professor, Professor of Information Security Department
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID 0000-0003-4759-9383
liubomyr.t.parkhuts@lpnu.ua

Yaroslav Sovyn

Ct.S., Docent, Docent of Information Security Department
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID 0000-0002-5023-8442
yaroslav.r.sovyn@lpnu.ua

Larysa Rakobovchuk

Ct.S., Docent, Docent of Information Security Department
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID 0000-0001-9437-6137
larysa.m.rakobovchuk@lpnu.ua

INTERIOR ROOM INFLUENCE ON THE DEFENCE FROM LASER ACOUSTIC INTELLIGENCE SYSTEMS

Abstract. One of the most vulnerable issues in the technical protection of information is the acquisition of private or confidential data due to leakage through the optoelectronic channel. Today, the most promising area of protection of speech information from laser acoustic intelligence systems is development of passive protection methods. The work is devoted to the influence study of interior elements in the room on the protection of language information from LAIS, that can be implemented effectively and with minimal costs at the design stage in order to comfortably conduct confidential negotiations. On the basis of the conducted research, a systematic approach to determining the security of premises against the leakage of language information by an optoelectronic channel is proposed, which includes technical, interior, technological and design solutions that will help ensure the protection of language information from laser acoustic intelligence systems. Detecting the penetration of laser radiation into the room is solved with the help of the following technical solutions: use of solar panels and lighting sensors, geometry of the arrangement of glass in window frames, application of special coatings. Detection of the influence of room elements on the probing beam is provided with the help of interior solutions: use of materials with a high attenuation coefficient and their location in the room, use of appropriate coloring and composition of absorbing surfaces. Detection of the effect of the masking ability of various glass types is achieved with the help of technological solutions: use of glass with different relief and scattering ability, use of relief protective films. Detection of the impact of room shielding is achieved with the help of design solutions: interior design, taking into account the size and location of windows and their soundproofing characteristics. The direction of further research is the study of the influence of external environmental factors on the acquisition of language information by laser acoustic intelligence systems.

Keywords: laser acoustic intelligence systems; optoelectronic channel; language information; passive protection of information; glass, embossed films, room interior.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Hryshko, V., & Prokofiev, M. (2004). The method of detecting the penetration of laser radiation into a designated room. *Legal, regulatory and metrological support of the information protection system in Ukraine*, (8), 76–80.
2. Zeng, U., et al. (2021). Test and analysis of window vibration for anti-laser-eavesdropping. *Applied acoustics*. (176). <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.107871>



3. Li, L., et al. (2014). Analysis of backscattering characteristics of objects for remote laser voice acquisition. *Appl. Opt.* (53), 971–978.
4. Zhang, W., et al. (2017). Unconventional High-Performance Laser Protection System Based on Dichroic Dye-Doped Cholesteric Liquid Crystals. *Sci Rep.* (7). <https://doi.org/10.1038/srep42955>
5. Horev, A., & Savin, A. (2021). Efficiency Research of Sun Protection Window Films for Speech Information Protection from LEAKAGE by Optoelectronic Channel. *IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus)*, 2335–2339, <https://doi.org/10.1109/ElConRus51938.2021.9396253>
6. Kataev, V., & Yaremchuk, Yu. (2019). Method of active protection of information from removal by laser acoustic reconnaissance systems. *Protection of information*, 21(1), 34–39.
7. Abramov, P., Kuznetsov, E., & Skvortsov, L. (2017). Prospects of using quantum-cascade lasers in optoelectronic countermeasure systems: review. *J. Opt. Technol.* (84), 331–341.
8. Meleshko, T., et al. (2017). Processes of reducing the intensity of probing laser radiation depending on the wavelength. *Bulletin of the Engineering Academy of Ukraine*, (1), 14–20.
9. Martsenyuk, M., Skladanniy, P., & Astapenia, V. (2021). Experimental studies of the stand for simulation modeling of the operation of a laser microphone for recording acoustic information. *Cyber security: education, science, technology*, 2(14), 131–147. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.14.131147>
10. Astapenia, V., et al. (2021). Experimental studies of the effect of screens and protective devices on the acoustic signal level in a room with glass and metal-plastic structures. *Cyber security: education, science, technology*, 4(12), 117–131. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.12.117131>
11. Kataiev, V., et al. (2016). Problems of active information protection against leakage through vibroacoustic channels. *Data registration, storage and processing*, 18(3), 54–58. <https://doi.org/10.35681/1560-9189.2016.18.3.101220>
12. Polyak, S., Demeshko, O., & Honchar, A. (2018). The effect of light scattering and its application in the economy. *Bulletin of the Khmelnytskyi National University*, 5(1), 95–101. [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2018-262-5\(1\)-95-101](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2018-262-5(1)-95-101)
13. Rakobovchuk, L., Dzyaniy, N., & Antonevich, M. (2023). Protective characteristics of films from laser systems of acoustic reconnaissance on the example of a single-layer reflective coating of hafnium dioxide. *Ukrainian Scientific Journal of Information Security*, 29(1), 32–40. <https://doi.org/10.18372/2225-5036.29.17550>
14. *Acoustics. Classification of sound insulation in buildings and building elements. Part 1. Sound insulation in air* (EN ISO 717-1:2020, IDT; ISO 717-1:2020, IDT).
15. Pugach, I., & Vasylenko, O. (2019). Some parameters of window glass oscillations: materials of the XVII All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists. *Theoretical and applied problems of physics, mathematics and computer science*, 135–136.

