

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра кібербезпеки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Гурина Віталія Васильовича

на здобуття ступеня вищої освіти Бакалавра

Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку
віброакустичними каналами

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 125 – Кібербезпека

Освітня програма Кібербезпека

Шифр КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ

Виконав студент 4 курсу група КБ-21-1  Віталій ГУРИН

Керівник канд. техн. наук, доцент  Віктор ЧЕШУН

Нормоконтролер старший викладач  Сергій МОСТОВИЙ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри кібербезпеки  Юрій КЛЬОЦ

2 06 2025 р.

Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Інформаційних технологій
Кафедра Кібербезпеки
Рівень вищої освіти Бакалавр
Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Спеціальність 125 – Кібербезпека
Освітня програма Кібербезпека

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри кібербезпеки

Юрій КЛЬОЦ 

15 лютого 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Гурину Віталію Васильовичу

1 Тема роботи Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами

Керівник роботи канд. техн. наук, доцент, Чешун Віктор Миколайович

Затверджено наказом ректора університету від 7 лютого 2025 № 23

2 Строк подання студентом кваліфікаційної роботи на кафедру 1.06.2025

3 Вихідні дані до роботи Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами розробляється у вигляді навчального стенду на основі генератора шумових заводових сигналів МАРС-ТЗО-4-2

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Огляд існуючих систем і технологій захисту акустичної інформації від витоків; аналіз акустичної інформації як об'єкту захисту та каналів її витоку; аналіз публікацій щодо захисту акустичної інформації; огляд засобів захисту акустичної інформації від витоку; класифікація каналів витоку акустичної інформації; опис схеми утворення каналів витоку акустичної інформації; опис проєкту системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами; схеми блокування каналів витоку акустичної інформації засобами системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Схема каналів витоку акустичної інформації

Схема перекриття каналів витоку інформації

Схема системи захисту інформації

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання 16 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вибір і затвердження теми кваліфікаційної роботи	Січень-Лютий	
Ознайомлення з предметною областю	Лютий	
Дослідження існуючих рішень	Лютий	
Постановка задачі	Березень	
Визначення загальних принципів рішення задачі	Березень	
Деталізація принципів рішення задачі	Квітень	
Розробка проектних рішень	Квітень	
Апробація проектних рішень	Травень	
Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	Травень	
Оформлення графічної частини	Травень	
Захист КР	Червень	

Студент

Керівник кваліфікаційної роботи

Віталій ГУРИН

Віктор ЧЕШУН

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами

Автор роботи: Гурин Віталій Васильович

Керівник роботи: канд. техн. наук, доц. Чешун Віктор Миколайович

Загальний обсяг роботи: 71 сторінка, 20 рисунків, 1 додаток, 43 посилання.

Ключові слова: захист інформації, акустична інформація, канал витоку, система захисту.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.

В роботі, на підставі аналізу акустичної інформації як об'єкту захисту та каналів її витоку і огляду засобів захисту акустичної інформації від витоку здійснено класифікацію каналів витоку акустичної інформації, запропоновано і надано опис схеми утворення каналів витоку акустичної інформації, розроблено схему системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами, а також схеми блокування акустичних і віброакустичних каналів витоку акустичної інформації.

25.05.2025



ANNOTATION

Theme of qualification work: System for researching technologies and means of protecting information from leakage through vibroacoustic channels

Author of the work: Huryn Vitalii Vasylovych

Mentor: Ph.D. Cheshun Viktor Mykolaiovych

Total volume of work: 71 pages, 20 figures, 1 appendice, 43 links.

Keywords: information protection, acoustic information, leakage channel, protection system.

The qualification work is devoted to the development of a system for the study of technologies and means of protecting information from leakage by vibroacoustic channels.

In the work, based on the analysis of acoustic information as an object of protection and its leakage channels and a review of means of protecting acoustic information from leakage, a classification of acoustic information leakage channels is carried out, a description of the scheme for the formation of acoustic information leakage channels is proposed and provided, a system scheme for the study of technologies and means of protecting information from leakage by vibroacoustic channels is developed, as well as schemes for blocking acoustic and vibroacoustic channels of acoustic information leakage.

25.05.2025



ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Огляд існуючих систем і технологій захисту акустичної інформації від витоків.	9
1.1 Акустична інформація як об'єкт захисту та канали її витоку	9
1.2 Аналіз публікацій щодо захисту акустичної інформації.....	15
1.3 Огляд засобів захисту акустичної інформації від витоку	21
1.4 Постановка задачі.....	25
2 Розробка і аналіз схеми утворення каналів витоку акустичної інформації	27
2.1 Класифікація каналів витоку акустичної інформації	27
2.2 Схема утворення каналів витоку акустичної інформації.....	32
2.3 Висновки	49
3 Опис проєкту системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.....	50
3.1 Призначення та технічні характеристики складових проєктованої системи....	50
3.2 Схеми блокування каналів витоку акустичної інформації	57
3.3 Структурна організація системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами	61
3.4 Висновки	66
Висновки	67
Перелік джерел посилань	68
Додаток А (обов'язковий) Копії графічної частини.....	72

					КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Гурин В.В.		29.05.22		Н	6	71
Перевір.		Чешун В.М.		22.05.22				
Н.контр.		Мостовий С.В.		02.06.19				
Затвер.		Кльоц Ю.П.		2.06.25				
						ХНУ, КБ-21-1		

ВСТУП

Інформаційні технології останнім часом розвиваються надзвичайно швидко і продовжують поширювати свій вплив, охоплюючи все більше сфер суспільного життя. Адже не дарма були сказані письменником та державним діячем Великої Британії Вінстоном Черчілем слова, що «хто володіє інформацією, той володіє світом»[1]. З появою нових загроз, вдосконалення методів несанкціонованого доступу до даних, забезпечення безпеки інформаційних ресурсів постійно вимагає незупинної уваги.

Така увага полягає не тільки у передбаченні дій зловмисників, але й знанні та грамотному використанні наявних методів засобів захисту інформації, своєчасному виявленні та усуненні проломів у захисті, передбаченні можливих загроз та протидії їм.

Використовуючи різні навіть найсучасніші методи та засоби інформаційного захисту, все ж неможливо досягти абсолютно ідеальної безпеки інформації. Засобів захисту не буває надто багато, проте зі зростанням рівня захищеності тієї чи іншої інформації, як правило, виникають і певні незручності у її використанні, обмеження та труднощі для користувачів. Тому часто потрібно обрати найкращий спосіб захисту, який би не ускладнював користування інформаційними ресурсами й водночас гарантував належний рівень інформаційної безпеки. У деяких випадках розробка такого оптимального рішення є надзвичайно складним завданням, яке вимагає значної професійної майстерності та високої кваліфікації спеціалістів з кібербезпеки, відповідальних за впровадження системи захисту.

Канали витоку акустичної інформації – це реальна загроза інформаційній безпеці, особливо в організаціях, що обробляють персональні або фінансові дані. Визначення, аналіз і розуміння цих каналів становлять основу для побудови дієвої системи захисту.

У підготовці фахівців з кібербезпеки та захисту інформації важливо не лише формувати знання про програмні методи захисту, а й глибоко опанувати

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			7

фізичні, зокрема акустичні аспекти, які є складовою загальної системи інформаційної безпеки. Важливість створення та використання навчальної системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами є надзвичайно високою в умовах сучасного розвитку інформаційних технологій, технічної розвідки та засобів негласного отримання даних.

Актуальність цієї кваліфікаційної роботи полягає у розробці системи, призначеної для дослідження технологій та методів захисту інформації від витоку через віброакустичні канали. Вона передбачена для використання в навчальному процесі під час підготовки спеціалістів, фахівців з кібербезпеки та захисту інформації в Хмельницькому національному університеті.

Система, призначена для дослідження технологій і методів захисту інформації від витоку через віброакустичні канали, розроблена у вигляді навчального стенда на базі компонентів системи захисту МАРС-ТЗО-4-2 [2]. Вона містить елементи, що забезпечують придушення витоків акустичної інформації через повітря, стіни, підлогу, стелю, вікна та конструкції систем опалення. Завдяки цьому розроблена система дозволяє здійснювати і досліджувати комплексний захист від витоку звукової інформації акустичними і віброакустичними каналами.

					КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ВИТОКІВ

1.1 Акустична інформація як об'єкт захисту та канали її витоку

Незважаючи на активне використання автоматизованих і комп'ютеризованих систем обробки даних, людська мова залишається одним із ключових засобів інформаційної взаємодії. Навіть більше, у процесі децентралізації економічних і політичних структур, а також при збільшенні обсягу оперативної інформації, що напряду пов'язує людей, які приймають самостійні рішення, важливість мовного обміну лише посилюється.

Мовна інформація з точки зору технічного захисту розглядається як акустична інформація[3].

У сучасних реаліях акустична інформація є не менш цінним ресурсом, ніж електронні дані. Це важливий об'єкт захисту, адже часто вона містить особисті, фінансові або службові відомості, що можуть стати ціллю для зловмисників. Захист такої інформації повинен бути систематичним і постійним. Кожен працівник, який володіє конфіденційними, комерційними чи секретними даними, має усвідомлювати, що необдумане сказане вголос слово може стати потенційною загрозою для витоку важливої інформації [4].

Оскільки мовна комунікація лежить в основі телекомунікацій у суспільстві, забезпечення її захисту стає одним із пріоритетних завдань у сфері інженерно-технічної безпеки інформації [5,6,7]. Реалізувати ефективний захист можливо лише завдяки використанню сучасних технологій безпеки, які дозволяють практично впроваджувати методи та засоби для гарантування захищеності даних, об'єктів та особистості.

З фізичної точки зору акустична інформація – це дані, що передаються у вигляді звукових сигналів або ж акустичних хвиль [8].

Акустична інформація наявна в роботі будь-якої фірми або організації.

Прикладами акустичної інформації є:

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			9

- усні розмови співробітників (внутрішні обговорення, консультації з клієнтами тощо);
- спілкування з клієнтам (озвучування персональних даних, адрес тощо);
- робота динаміків переговорних пристроїв (телефонів, систем радіозв'язку тощо);
- робота колонок комп'ютерних систем відеозв'язку;
- шуми клавіатури, сигналізацій або пристроїв, що можуть бути проаналізовані.

Всі акустичні сигнали можуть бути перехоплені, що несе загрози витоку акустичної інформації.

Витік такої інформації в комерційних структурах може призвести до розголошення персональних або фінансових даних клієнтів, втрати комерційної та службової інформації, репутаційних та юридичних ризиків для компанії. Значно більші наслідки можуть мати втрати інформації з обмеженим доступом або секретних даних.

Акустична інформація з легкістю стає вразливою для перехоплень різноманітними способами [8]:

- прослуховування як випадкового (через присутність сторонніх осіб), так і цілеспрямованого (за допомогою технічних засобів);
- перехоплення через слабку звукоізоляцію приміщень;
- прихованої фіксації диктофонами, смартфонами, шкідливим програмним забезпеченням на пристроях тощо.

При перехопленні акустичної інформації зловмисник користується каналами витоку інформації, які розглядаються як технічні канали витоку інформації [8,9].

Найпростішим є акустичний канал витоку інформації.

Акустичний канал витоку інформації може бути утворений наступними способами:

- підслуховування розмов (здійснюється як на відкритій місцевості, так і в приміщеннях) безпосередньо або використовуючи спрямовані мікрофони різних

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			10

типів, таких як параболічні, трубчасті або плоскі. Кут спрямованості таких становить приблизно 2–5 градусів, а середня дальність роботи найбільш поширених трубчастих мікрофонів сягає близько 100 метрів. За умов сприятливого клімату параболічний мікрофон здатний вловлювати звук навіть на відстані до одного кілометра у відкритій місцевості;

– прихований запис розмов за допомогою диктофонів або магнітофонів, зокрема цифрових пристроїв, які мають функцію активації голосом;

– використання для прослуховування виносних мікрофонів. Радіомікрофони, залежно від умов і без застосування ретрансляторів, зазвичай забезпечують дальність дії в межах 50–200 метрів.

Мікрофони, що застосовуються у радіозакладках, можуть бути вбудованими й зовнішніми [11]. Вони поділяються на два типи: акустичні, що реагують головним чином на звукові коливання повітря і призначені для перехоплення мовних повідомлень, та вібраційні, які перетворюють коливання жорстких конструкцій на електричні сигнали.

Акустoeлектричний канал витоку інформації [12,13] – один із видів побічних каналів, через які може здійснюватися неконтрольоване передавання звукової (акустичної) інформації у вигляді електричних сигналів, що виникають у неспеціалізованому обладнанні внаслідок дії звукових коливань.

Умовно кажучи, коли співробітник говорить, звукова хвиля голосу може механічно впливати на елементи електронних пристроїв, зокрема на провідники, мікросхеми, провідні елементи, та індукувати слабкі електричні сигнали, які можуть бути зняті (перехоплені) через електромагнітні або дотові лінії.

Цей ефект становить особливу небезпеку в умовах, де присутнє незахищене електронне обладнання або використовується офісна техніка, зокрема комп'ютери, монітори, кабелі та інші пристрої, які не оснащені екрануванням чи ізоляцією для захисту від впливу акустичних хвиль.

Акустoeлектричний канал витоку інформації має характерні особливості:

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			11

телефонного кабелю під час розмови. Для прийому використовується трансформатор, первинна обмотка якого охоплює один або два дроти лінії.

Ємнісний спосіб передбачає створення електростатичного поля між обкладками конденсатора, величина якого змінюється відповідно до рівня звучання розмови. Як приймач застосовується ємнісний датчик, виконаний у вигляді двох пластин, що щільно прилягають до дротів телефонної лінії.

Перехоплення розмов у приміщенні за допомогою телефонних апаратів може здійснюватися такими методами [16,17]:

– метод зняття акустичних сигналів на низьких або високих частотах. Це досягається завдяки підключенню до телефонної лінії підслуховуючих пристроїв, які перетворюють звукові сигнали через мікрофон і передають їх по лінії на відповідній частоті. Таким чином, можливо прослуховувати розмову незалежно від того, чи слухавка піднята або покладена. Захист здійснюється шляхом блокування високочастотних й низькочастотних компонентів у телефонній лінії;

– використання віддалених телефонних пристроїв для перехоплення. Цей метод передбачає встановлення на елементи телефонної мережі абонента підслуховуючого пристрою шляхом паралельного підключення до лінії та його дистанційного увімкнення. Такі пристрої характеризуються двома основними ознаками, за якими можна виявити їхню присутність. По-перше, під час підслуховування телефонний апарат користувача автоматично відключається від телефонної лінії. По-друге, якщо слухавка покладена, а пристрій активований, напруга живлення у лінії знижується до рівня менш ніж 20 вольт, тоді як у нормальному стані вона повинна становити 60 вольт.

Віброакустичний канал витоку інформації [8,15] – це побічний шлях передачі акустичної інформації (наприклад, розмов), коли звукові коливання перетворюються на механічні вібрації в конструкціях приміщення, передаються крізь них, а потім можуть бути знову перетворені на звуковий сигнал і перехоплені. Коли людина розмовляє, її голос генерує звукові хвилі, які можуть викликати коливання стін, вікон, труб, дверей та меблів. Ці

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			13

- організацію службових розмов у спеціально обладнаних приміщеннях, із мінімальним ризиком передачі вібрацій;
- моніторинг приміщень на наявність сторонніх пристроїв зчитування вібрацій (лазерні мікрофони, сейсмодатчики тощо).

1.2 Аналіз публікацій щодо захисту акустичної інформації

Захисту акустичної інформації від витоку технічними каналами приділяється велика увага в наукових дослідженнях і публікаціях.

Одне із найактуальніших досліджень, що відповідає темі даної кваліфікаційної роботи, наведене в статті [18].

У дослідженні проведено аналіз потенційних шляхів несанкціонованого отримання акустичної інформації, яка належить до категорії з обмеженим доступом, на об'єктах інформаційної діяльності. Автори розглянули фізичну природу процесів, що можуть спричиняти несанкціоноване витікання акустичних даних, окреслили класифікацію загроз безпеці акустичної інформації та зробили огляд методів і засобів, спрямованих на запобігання витоку такої інформації в межах об'єктів інформаційної діяльності, визначено напрями досліджень для забезпечення необхідного рівня захисту акустичної інформації у відповідності із певним визначеним показником якості.

Для дослідження авторами використовується загальна модель схеми витоку акустичної інформації (рисунок 1.1).

На рисунку 1.1 зображене приміщення, що є складовою контрольованої зони і елементи якої утворюють канали витоку акустичної інформації.

На схемі умовно зображене джерело акустичної інформації, що може відповідати співрозмовникам, людині з технічними засобами спілкування або технічним засобам з елементами формування акустичних сповіщень, які можуть цікавити зловмисника.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			15

Серед елементів-провідників витоку акустичної на схемі розглядаються такі складові конструкції приміщення, через які можуть ширитись акустичні хвилі: відкрите вікно; відкриті двері; щілини в стінах будівлі; щілини в дверях та вікнах.

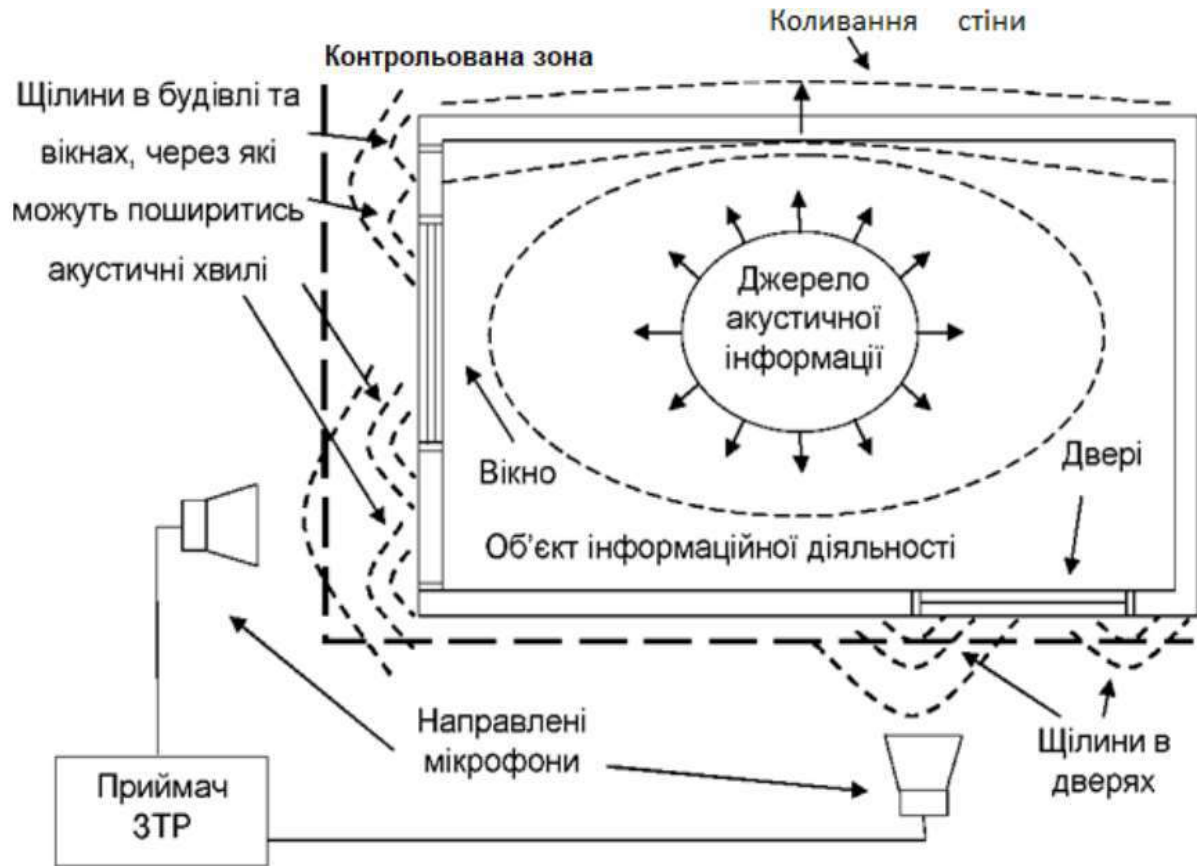


Рисунок 1.1 – Схема утворення каналів витоку акустичної інформації в приміщенні

На основі проведеного аналізу варто зауважити, що перелік каналів витоку акустичної інформації, розглянутих авторами, не є вичерпним. Схема не охоплює підлогу та стелю приміщення, елементи вентиляції й конструктивні елементи меблів.

Зчитування інформації через такі канали витоку пропонується реалізовувати засобами технічної розвідки (ЗТР) із застосуванням спрямованих мікрофонів, як акустичних, так і лазерних або інших подібних пристроїв.

Сам канал витоку інформації розглядається як сукупність з трьох

складових (рисунок 1.2):

- джерело сигналу;
- середовище поширення сигналу;
- приймач (одержувач) сигналу.

Відповідна структура каналу витоку акустичної інформації представлена на рисунку 1.2 [18].

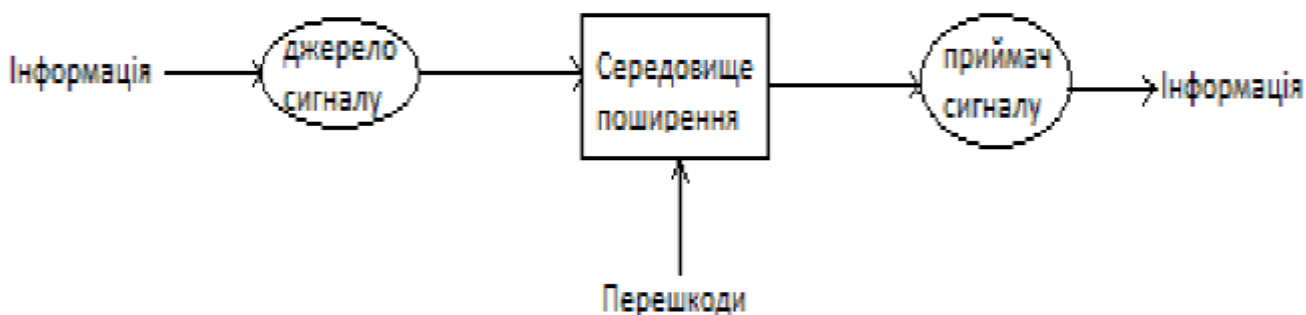


Рисунок 1.2 – Схема каналу витоку акустичної інформації

В роботі також наведена схема утворення акустoeлектричного каналу витоку інформації (рисунок 1.3) [18].

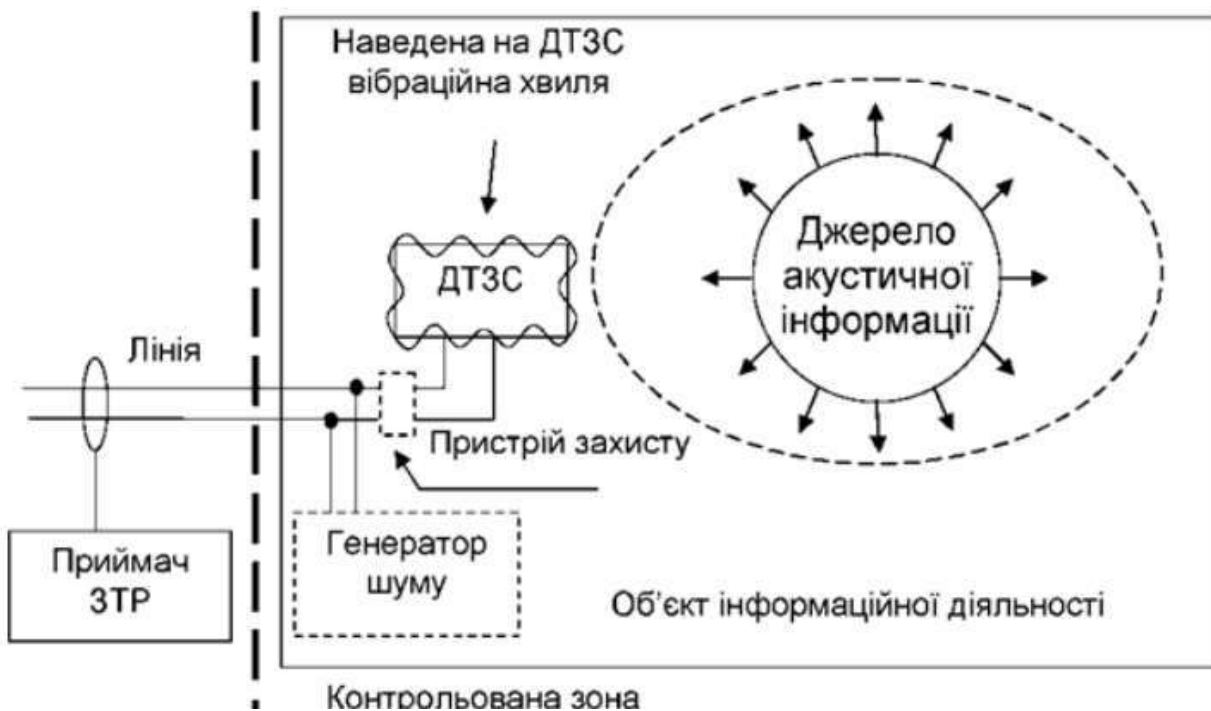


Рисунок 1.3 – Схема утворення акустoeлектричного каналу витоку акустичної інформації в приміщенні

Акустоелектричний канал витоку акустичної інформації в приміщенні на рисунку 1.3 утворюється під дією вібраційної хвилі на елементи допоміжних технічних засобів систем (ДТЗС), що призводить до змін параметрів електричних сигналів в лініях зв'язку, які можуть уловлюватися приймачем засобів технічної розвідки поза контролюваною зоною. На схемі також представлено генератор шуму і його підключення для придушення акустоелектричного каналу витоку акустичної інформації.

На рисунку 1.4 наведена схема утворення віброакустичного каналу витоку інформації [18].



Рисунок 1.4 – Схема утворення віброакустичного каналу витоку акустичної інформації в приміщенні

Утворення віброакустичного каналу відбувається в елементах, що є складовими жорстких будівельних конструкцій:

- вікно;
- стіни;

5 – повітряні шуми, зумовлені звуковою вібрацією огорожень, що збуджується потужними шумами механізмів.

Захист від витоків акустичної інформації та боротьба з шумами на суднах
Заходи захисту від витоків акустичної інформації та боротьби з шумами на суднах здійснюється реалізуються у двох основних напрямках. Перший полягає у зменшенні амплітуди коливань самого джерела звуку. Другий полягає в ослабленні звукової енергії, що поширюється повітрям та конструкціями корпусу, з використанням засобів звукової та вібраційної ізоляції, поглинання звуку та демпфування вібрації.

В статті [20] розглянуто актуальні методи захисту інформації від витоку за допомогою технологій високочастотного накладання, проаналізовано їх основні характеристики, зокрема відмінності, переваги та недоліки, а також детально описано принципи функціонування високочастотного накладання. Особливу увагу приділено способам використання цих методів і можливості їх комбінування для досягнення максимально ефективного захисту інформації. У дослідженні розглянуто типи сигналів, що можуть виникати на об'єктах, де здійснюється обробка критичної інформації, а також можливі канали їх витоку, зокрема через електроживлення, заземлення та діелектричне середовище, таке як повітря. Висвітлено основні аспекти аналізу компонентів таких сигналів, які потрібно враховувати під час оцінювання електромагнітної ситуації на об'єкті. Представлено приклади використання пасивних, активних та комбінованих методів для комплексного захисту інформації.

На актуальності дослідження і впровадження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами наголошується авторами інших публікацій [21,22,23], що свідчить про актуальність побудови системи дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			20

1.3 Огляд засобів захисту акустичної інформації від витоку

На сучасному ринку засобів захисту акустичної інформації від витоку представлено широкий вибір пристроїв, що відрізняються функціоналом, потужністю, структурою та принципами роботи. Розглянемо типові приклади засобів захисту акустичної інформації від витоку.

На рисунку 1.6 представлено мобільний шумовий генератор акустичного шуму iProTech MNG-300 Rabbler [33].



Рисунок 1.6 – Мобільний шумовий генератор акустичного шуму

MNG-300 Rabbler створює шумову заваду, що приховує людську мову. Це досягається при певному рівні шуму, коли підслуховуючі засоби продовжують діяти, однак сприймають лише шумову частину, тоді як інформаційна акустична частина стає нерозбірливою. Використання шуму типу «перешкода, подібна людській мові» робить неможливим очищення запису або відновлення інформації, якщо шумовий генератор досягне достатнього рівня шуму.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			21

На рисунку 1.7 представлено комплектний пригнічувач диктофонів Flux NOISE 3S [34].



Рисунок 1.7 – Пригнічувач диктофонів Flux NOISE 3S

Пригнічувач диктофонів складається з двох модулів: основний блок та додаткова ультразвукова колонка. Комплекс активується пультом дистанційного керування і забезпечує ефективне зашумлення на площі до 30 м².

Основний блок має два типи генераторів шумових перешкод.

Ультразвукові випромінювачі видають тип шуму цілком беззвучний для людини, оскільки має частоту 25 кГц, яка знаходиться поза межами сприйняття людського слуху. Ультразвук є ефективним супротив багатьох сучасних мікрофонів у смартфонах, шпигунських диктофонах та іншому звукозаписувальному обладнанні. Однак не всі мікрофони можна придушити шляхом ультразвукового глушіння. Окремі мікрофони не охоплюють такі високі частоти, а пристрої на зразок iPhone, маючи кілька мікрофонів, здатні відфільтровувати ультразвуковий шум. Для ефективного придушення сигналу на iPhone потрібно спрямувати ультразвуковий сигнал безпосередньо на пристрій, наприклад, якщо телефон розташований на столі перед генератором.

										КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							22

Акустична подібна мові перешкода є одним з найкращих способів захистити приватні розмови від запису. Цей шум представлений хаотичною генерацією голосових частот різної тональності та швидкості, іноді із включенням реверсу. Якщо розмова буде луна тише за цей шум, диктофони чи мікрофони в приміщенні зафіксують накладення вашої розмови на створений шум. Фільтрувати чи виділити голос із такої записи майже неможливо, адже апарат створює хаотичні звукові фрази, які зливаються зі звучанням присутніх під час обговорення.

Поєднання ультразвукового та мовоподібного типів шуму забезпечує максимальний рівень захисту переговорів. Те, що не може заглушити ультразвук, нейтралізує акустична перешкода. Ультразвукова колонка може бути встановлена в будь-якому куті приміщення та направлятися у бік ймовірних "відвідувачів", додаючи ще один рівень захисту та підвищуючи рівень конфіденційності ваших зустрічей.

Акустичний шумовий генератор на три канали iProTech DNG-2300 [35] представлений на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Акустичний шумовий генератор на три канали iProTech DNG-2300

Акустичний шумовий генератор iProTech DNG-2300 оснащений двома каналами вібраційного зашумлення і одним каналом акустичного зашумлення. Він націлений на захист периметру приміщення від прослуховування із застосуванням стетоскопів та контактних мікрофонів.

iProTech DNG-2300 для вібраційного зашумлення функціонує в парі з випромінювачем вібраційного зашумлення TRN-2000 (рисунок 1.9.а) [36]. При спільному використанні з акустичним випромінювачем зашумлення OMS-2000 (рисунок 1.9.б) [37], пристрій iProTech DNG-2300 здатний ефективно блокувати роботу диктофонів і підслуховувальних пристроїв у межах приміщення.



Рисунок 1.9 – Випромінювачі вібраційного зашумлення TRN-2000 (а) і акустичного зашумлення OMS-2000 (б)

Частотний діапазон генератора становить 250–5000 Гц, пристрій iProTech DNG-2300 оснащений каналом зворотного зв'язку для регулювання рівня. Апарат сертифікований ДП ДЦ випробувань засобів ТЗІ України.

Основні переваги акустичного шумового генератора iProTech DNG-2300 – базова складова захисної системи, що також включає комутовані випромінювачі вібраційного зашумлення та акустичного зашумлення;

– утворює ефективний захист від витоку акустичної інформації для всіх типів віброакустичних каналів за допомогою передачі нефільтрованого шуму на навколишні конструкції та в порожнини.

– ефективно пригнічує настінні мікрофони контактного типу (стетоскопи), віконні лазерні мікрофони, мікрофони всередині матеріалів стін, порожнин і вентиляційних витяжок;

– генерує білий шум з рівномірним розподілом перешкод за частотним спектром людського голосу;

– обладнаний трьома незалежними вихідними каналами: два для випромінювачів вібраційного зашумлення та один для акустичного зашумлення;

– кожен з трьох каналів може регулюватися індивідуально за рівнем;

– кожен канал випромінювачів вібраційного зашумлення придатен жити до 12 випромінювачів для важких конструкцій (бетон/цемент/цегла) й до 24 випромінювачів на легких (скляні поверхні, труби систем опалення, гіпсокартон або дерево тощо).

– канал акустичних зашумлювачів підтримує до 12 динаміків.

– режим управління «Приглушенням» акустичних випромінювачів дає змогу тимчасово деактивувати динаміки.

Яснує ще велика кількість подібних або альтернативних засобів захисту акустичної інформації від витоку, розглянути які в межах даної роботи не є можливим.

1.4 Постановка задачі

У сучасних умовах зростаючої цифровізації, особливе значення набуває захист не лише електронних, а й акустичних форм інформації – тобто інформації, що передається або існує у вигляді звукових коливань. У організаціях, де щоденно обробляється великий обсяг персональних і службових

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25

даних, питання захисту акустичної інформації від витоку є актуальним компонентом загальної системи інформаційної безпеки.

Канали витоку акустичної інформації – це реальна загроза інформаційній безпеці, особливо в організаціях, що обробляють персональні або фінансові дані. Виявлення, класифікація та аналіз цих каналів є ключем до формування дієвої системи захисту.

У кваліфікаційній роботі проводиться розробка системи, спрямованої на дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку через віброакустичні канали. Для досягнення поставленої мети в роботі потрібно:

- провести класифікацію каналів витоку акустичної інформації;
- розробити схему утворення каналів витоку акустичної інформації;
- обрати складові проєктованої системи, описати їх призначення та технічні характеристики;
- розробити схемне рішення проєктованої системи;
- розробити і описані схеми блокування каналів витоку акустичної інформації засобами системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.

					КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2 РОЗРОБКА І АНАЛІЗ СХЕМИ УТВОРЕННЯ КАНАЛІВ ВИТОКУ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

2.1 Класифікація каналів витоку акустичної інформації

У сучасному інформаційному середовищі збереження конфіденційності стає дедалі важливішим. Особливу увагу в системі інформаційної безпеки займає захист акустичної інформації – тієї, яка передається або існує у вигляді звукових коливань. Усі ці форми передавання даних піддаються ризику несанкціонованого перехоплення. Одним із ключових напрямів загроз залишаються акустичні канали витоку інформації, які вимагають ретельного аналізу, систематизації та впровадження відповідних заходів захисту.

Акустична інформація – це будь-які відомості, що передаються у вигляді звукових коливань у повітряному або твердому середовищі.

Це можуть бути службові розмови, усні переговори, усні розмови співробітників, обговорення конфіденційних питань, голосові повідомлення, дані, які озвучуються під час обслуговування клієнтів (ПІБ, номери накладних, суми переказів тощо), звукові сигнали пристроїв (наприклад, звук клавіатури, принтера, сканера або термінала тощо).

Акустична інформація, на відміну від електронних даних, не завжди фіксується технічними засобами у штатному режимі. Її витік часто відбувається непомітно, через природні фізичні процеси. Акустична інформація може передаватися побічними неконтрольованими каналами через недостатню організацію простору або використання технічних засобів для її перехоплення.

Канал витоку інформації – це будь-який шлях, через який конфіденційна інформація може потрапити до третіх осіб без санкціонованого доступу.

Умовно канали витоку акустичної інформації можна поділити на три класи:

- акустичні;
- віброакустичні;
- акустоелектричні.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			27

Акустичні канали пов'язані з передачею інформації у повітряному середовищі.

Віброакустичні та акустоелектричні канали – передача інформації йде через тверді середовища або електромагнітні поля внаслідок впливу звукових коливань.

Кожен з цих типів має свої особливості механізму передачі, джерела, а також засоби імовірного перехоплення.

Окрему небезпеку являють собою приховані або комбіновані канали, що об'єднують кілька шляхів витоку.

Знання видів таких каналів дозволяє вчасно виявляти загрози та впроваджувати ефективні засоби захисту.

Акустичні канали витоку становлять найпростіший і найочевидніший спосіб несанкціонованого отримання доступу до голосової інформації. Вони утворюються через повітряне середовище, коли звукові хвилі від джерела інформації поширюються у навколишній простір. Основними причинами втрати контролю над інформацією у таких випадках є відкриті приміщення, недостатня звукоізоляція стін, дверей або вікон, а також наявність технічних отворів, вентиляційних шахт чи систем кондиціонування.

У деяких випадках навіть частково прочинене вікно або невелика щілина можуть створити умови для витоку. Також до цього типу належать ситуації, коли в зоні дії джерела звуку перебувають сторонні особи, здатні почути розмову, а також випадки використання звукозаписувальних пристроїв або мобільних телефонів, що знаходяться у режимі запису.

Основною характеристикою цього каналу є пряма передача звуку без перетворення середовища. Ці канали утворюються під час безпосереднього поширення звукових хвиль у повітрі. Їх джерелом є людська мова, а поширення відбувається через:

- відкриті або погано зачинені двері;
- вентиляційні отвори;
- вікна, щілини в перегородках;

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			28

- близьке розміщення сторонніх осіб до джерела інформації.

Ключові ризики:

- витік персональних даних під час озвучування;
- підслуховування клієнтських чи внутрішніх службових розмов;
- можливість запису за допомогою диктофонів або мобільних пристроїв.

Злочинцю достатньо мати доступ до простору, де поширюється звук, і пристрій, здатний його зафіксувати.

Іншим видом каналів витоку є віброакустичні.

Ці канали виникають, коли звукові хвилі викликають механічні вібрації в будівельних конструкціях або елементах приміщення, а ці вібрації потім передаються на значну відстань і можуть бути перехоплені спеціальними технічними засобами.

Іншими словами, віброакустичні канали ґрунтуються на тому, що звукові хвилі, створені під час мовлення чи інших джерел шуму, спричиняють механічні вібрації у навколишніх твердих об'єктах. Це можуть бути стіни, стеля й підлога, двері й вікна, меблі, вентиляційні системи або інженерні комунікації.

Коливання передаються крізь матеріал, іноді на значні відстані, зберігаючи при цьому достатньо інформації для її дешифрування. На іншому кінці траєкторії вібрацій зловмисник може розташувати контактний мікрофон, лазерний зчитувач чи інший пристрій, здатний перетворити вібрації назад у звукову форму.

Цей канал є особливо небезпечним тим, що для його реалізації не потрібно мати прямий доступ до джерела звуку – достатньо взаємодії з твердим тілом, яке контактує з джерелом. Таким чином, віброакустичні канали можуть бути ефективними навіть за умов закритого й візуально ізольованого простору.

Основні шляхи поширення:

- скляні перегородки та вікна;
- вентиляційні канали, труби, повітроводи;
- легкі стінові перегородки;
- двері;

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			29

– підвісні стелі, меблі, підлоги.

Технічні засоби перехоплення: лазерні мікрофони, контактні віброфони, п'єзоелектричні датчики.

Ще одним складним і менш очевидним є акустoeлектричний канал витоку.

Акустoeлектричний канал витоку виникає тоді, коли звукові хвилі впливають на електронні компоненти пристроїв, викликаючи в них паразитні електромагнітні коливання. Такий вплив можливий, наприклад, на провідники, елементи друкованих плат або інші компоненти, чутливі до механічних коливань. Звукові коливання можуть механічно впливати на індуктивності і конденсатори тощо, змінюючи електромагнітне поле або індукуючи додаткові коливання.

Внаслідок впливу звукового сигналу відбуваються зміни в електричних характеристиках обладнання, які можна зафіксувати за допомогою зовнішніх засобів.

Наприклад, під час обговорення конфіденційної інформації в приміщенні акустичні хвилі спричиняють зміни у сигналі на кабелі живлення. Цей сигнал зчитується спеціальним обладнанням і дешифрується.

У багатьох випадках витік інформації через акустoeлектричні канали залишається непомітним для користувача, оскільки основне обладнання продовжує функціонувати в нормальному режимі, без явних збоїв або ознак стороннього впливу.

Для перехоплення інформації можуть використовуватися як проводи живлення, так і канали мережі передачі даних, особливо у разі поганого екранування.

Акустoeлектричні канали є складними для виявлення та потребують глибокого технічного аналізу під час організації захисту інформаційного середовища.

Можливі джерела витоку:

- комп'ютери, модеми, маршрутизатори, принтери;
- незахищені дроти передачі даних або живлення;

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			30

– пристрої, що розміщені поруч із джерелом звуку.

Небезпека: ці сигнали можуть бути перехоплені через мережу живлення, дротові канали або спеціальні зчитувачі — без прямого доступу до мікрофонів.

Окрім основних типів каналів, також існують комбіновані або вторинні канали, що виникають у результаті взаємодії різних середовищ чи недостатньої ефективності захисних заходів. Наприклад, звук може викликати вібрації, що потрапляють у електронне обладнання, де перетворюються на електричні сигнали. Звукова хвиля також може поширитися через вентиляційну систему й опинитися в приміщенні, де розташовано несанкціонований пристрій для зчитування інформації.

Також серйозну небезпеку створюють побутові пристрої з мікрофонами – мобільні телефони, планшети, розумні годинники, телевізори з голосовим керуванням або інші елементи систем розумного офісу. Такі пристрої здатні здійснювати прихований запис або передавання звукової інформації без відома користувача.

У сучасному офісі або відділенні можуть бути непомітні для співробітників джерела витоку, наприклад:

- голосові помічники в смартфонах;
- Bluetooth-гарнітури, навушники;
- "розумні" пристрої з мікрофонами;
- IP-камери з аудіозаписом.

Такі пристрої можуть перетворитися на неконтрольовані канали витоку, особливо у випадках їх використання без належних налаштувань або перевірки рівня безпеки.

Питання класифікації таких каналів є важливим не лише з теоретичної точки зору, але й у практичній площині.

Розуміння механізмів витоку дозволяє правильно оцінити ризики, сформулювати вимоги до приміщень, обрати відповідні методи звукоізоляції, захисту інженерних мереж, організації робочого простору та поведінки персоналу.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

Класифікація також відіграє важливу роль у формуванні політик безпеки, розробці регламентів для проведення переговорів, обслуговування клієнтів і підготовки персоналу до дій у випадках, коли виникає підозра на витік інформації.

Отже, канали витоку акустичної інформації можуть мати значну різноманітність за своєю фізичною природою, способом реалізації та рівнем ризику. Від звичайного підслуховування через стінку до складних схем перехоплення через електромагнітні збурення – кожен із цих варіантів потребує уважного ставлення, особливо в середовищі, де обробляються конфіденційні або стратегічно важливі відомості. Ефективна система захисту акустичної інформації базується на глибокому розумінні цих каналів, а також на комплексному підході до їх нейтралізації.

2.2 Схеми утворення каналів витоку акустичної інформації

У сфері захисту інформації, особливо тоді, коли йдеться про конфіденційну або службову акустичну інформацію, виникає потреба у системному та методичному підході до аналізу можливих шляхів її витоку. Одним із важливих інструментів цього процесу є розробка схеми формування каналів витоку акустичної інформації. Ця схема не лише допомагає наочно представити можливі шляхи розповсюдження звукових хвиль, але й дає змогу визначити технічні та конструктивні характеристики середовища, які можуть бути сприятливими для несанкціонованого перехоплення.

Створення схеми утворення каналів витоку акустичної інформації стає важливою передумовою для організації ефективного контролю і застосування превентивних заходів, спрямованих на нейтралізацію або ускладнення реалізації загроз.

Без сформованого чіткого розуміння того, як звукова інформація може вийти за межі контрольованого простору, будь-які заходи захисту залишаються

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			32

неповними й несистематичними. Схема дозволяє структурувати уявлення про просторові, матеріальні й технічні умови, у яких формується канал витоку, а також визначити, де саме виникає взаємодія акустичних коливань із елементами середовища, які можуть передавати або трансформувати ці коливання у інші форми. Умовно можна уявити, що в будь-якому приміщенні, де ведеться розмова чи озвучуються важливі відомості, звук неминуче вступає у контакт з повітрям, стінами, меблями, технікою, а також з інженерними системами — вентиляцією, електромережею, водопроводом. Кожен з цих об'єктів може стати частиною потенційного каналу витоку. Схематичне зображення допомагає не лише усвідомити це, але й виявити напрямки, за якими звук найімовірніше покине межі приміщення або змінить свою фізичну форму, зберігаючи при цьому інформативність.

Розробка подібної схеми має враховувати особливості планування приміщення, розташування технічних пристроїв, типи будівельних матеріалів, а також характеристики просторових бар'єрів. Важливо також зважати на взаємозв'язки між сусідніми зонами, до яких можуть мати доступ сторонні особи, або де розміщено обладнання, що може функціонувати як приймальна частина каналу. Схема дозволяє виявити навіть непрямі маршрути – такі, які на перший погляд здаються малоімовірними, але з точки зору фізики звуку можуть бути цілком дієвими. Вона формує уявлення про зони підвищеного ризику, які потребують додаткових технічних або організаційних заходів захисту.

Окрім ідентифікації, схема утворення каналів витоку відіграє важливу роль у плануванні захисних дій. Вона дозволяє точно визначити, де доцільно розмістити звукопоглинаючі або звукоізолюючі матеріали, як оптимально організувати простір, де варто змінити маршрути комунікацій або обмежити доступ сторонніх осіб. Саме завдяки детальному відображенню можливих каналів витоку вдається підвищити ефективність впровадження технічних засобів контролю, відстеження й блокування.

У стратегічному плані ця схема слугує фундаментом для формування надійної моделі захисту акустичної інформації. Вона забезпечує не лише безпеку

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			33

конкретного приміщення, але й закладає фундамент для довготривалої політики інформаційної безпеки, у якій кожен елемент середовища розглядається не лише як носій функціонального призначення, а і як потенційний учасник або бар'єр у системі витоку інформації. Саме тому розробка схеми каналів витоку не повинна розглядатися як формальність, а як критично важливий етап у забезпеченні цілісного захисту звукових даних.

Схема утворення каналів витоку в приміщенні представлена на рисунку 2.1.

На схемі утворення каналів витоку в приміщенні представлені акустичні і віброакустичні канали.

Серед акустичних каналів витоку інформації на схемі представлені п'ять різновидів каналів:

- повітряне середовище (1);
- вентиляція (2);
- щілини віконних конструкцій (3);
- щілини дверних конструкцій (4);
- отвори і щілини в стінах (5).

Канал витоку звукової інформації, який формується через повітряне середовище, є одним із найпростіших за фізичними властивостями каналів, але також є одним із найпоширеніших і потенційно небезпечних каналів. Суть цього полягає в тому, що звукові хвилі, створювані мовою або іншими джерелами звуку в контрольованому приміщенні, можуть вільно або частково проникати в повітря в суміжні приміщення або за межі охоронюваної зони і можуть бути перехоплені неавторизованим персоналом або ж технічними засобами.

Основною особливістю такого каналу є передача звуку без перетворення фізичного середовища. У цьому випадку інформація, яка передається голосом або іншими акустичними сигналами, зберігається у звуковій формі та поширюється за рахунок коливань повітря.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			34

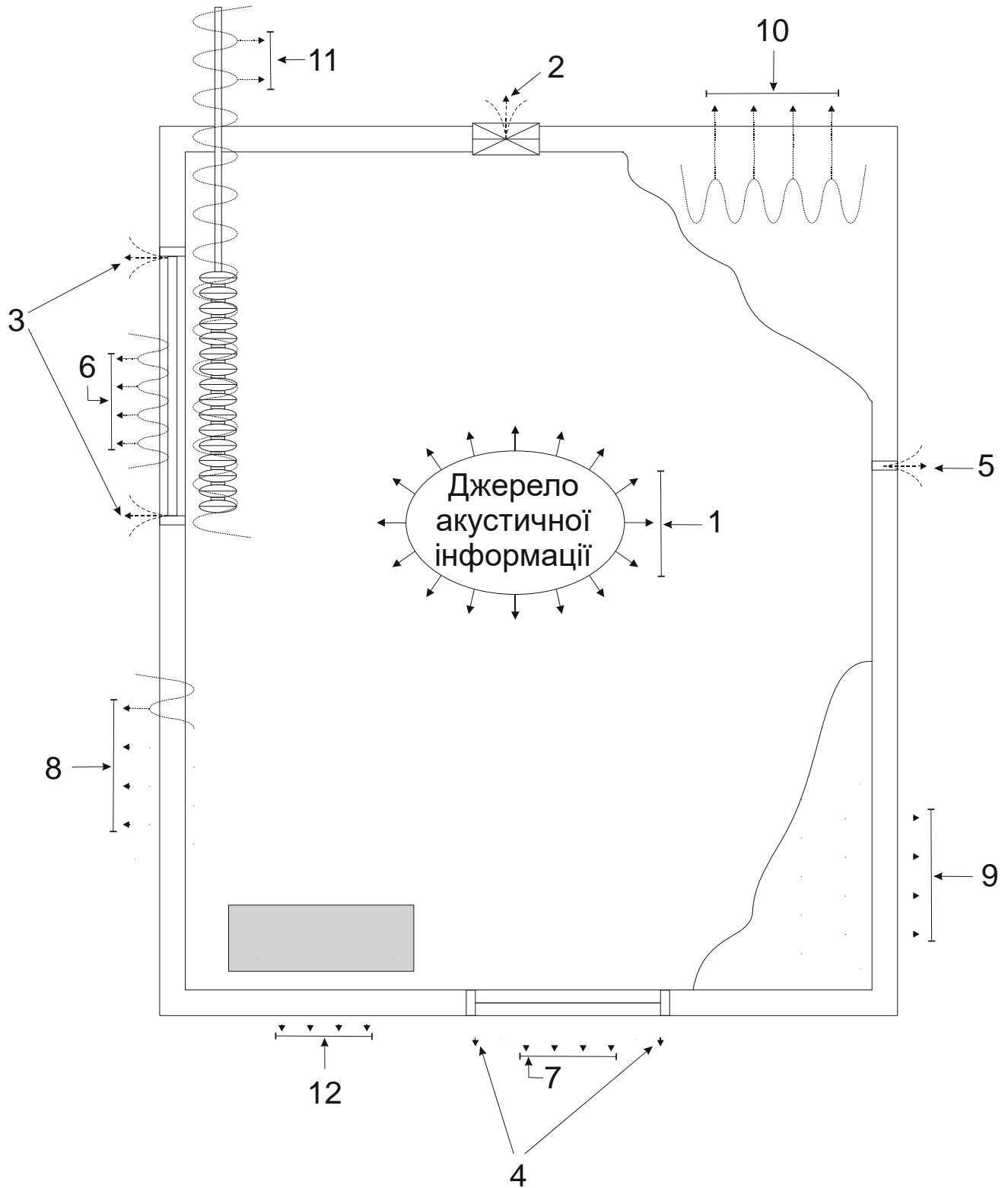


Рисунок 2.1 – Схема утворення каналів витоку акустичної інформації в приміщенні

Якщо приміщення має низький рівень звукоізоляції, недостатньо герметичні двері або вікна, відкриті технологічні отвори, вентиляційні шахти, щілини у будівельних конструкціях або легкі перегородки, звукові хвилі можуть

вільно проникати у зовнішній простір. При цьому зменшення інтенсивності звуку не обов'язково означає втрату інформації – сучасні звукозаписувальні пристрої та мікрофони здатні вловлювати і посилювати навіть слабкі коливання, відновлюючи зміст сказаного.

Джерелом небезпеки в повітряному каналі є як сам факт наявності звуку, так і нездатність середовища ефективно його поглинути або ізолювати. Наприклад, розмову в одній кімнаті добре чути крізь звичайні гіпсокартонні перегородки або навіть тонкі бетонні стіни сусіднього приміщення, якщо в конструкції є просвіти або проходи. У деяких випадках системи вентиляції та кондиціонування можуть сприяти передачі звуку, створюючи загальний об'єм повітря між зонами, які повинні бути ізолювані.

Слід також звернути особливу увагу на ризики випадкового або навмисного розміщення мікрофона в зонах концентрації або резонансу звуку. Наприклад, у кутах кімнати, біля вентиляційних решіток або в просторі за панелями обшивки можна створити акустичні умови, сприятливі для ефективного збору звукової інформації. У цьому випадку зломисник може перехопити інформацію, що передається по повітрю, і записати або передати її, не маючи прямого доступу до джерела інформації.

Таким чином, утворення акустичного каналу витоку інформації через повітря є природним процесом, який посилюється при недотриманні будівельних та інженерних вимог до звукоізоляції. Щоб знизити ризики, пов'язані з цим каналом, необхідно забезпечити герметичність конструкцій, використовувати звукоізолюючі матеріали, організовувати приміщення так, щоб мінімізувати шляхи поширення звуку, а також контролювати наявність та використання звукозаписувальних пристроїв у захищених зонах.

Акустичний канал витоку інформації через систему вентиляції є одним із найпоширеніших і водночас найменш очевидних шляхів втрати конфіденційних відомостей у приміщеннях, де циркулює повітря. Його утворення зумовлене фізичними властивостями звуку, який легко поширюється повітряним

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			36

середовищем, а також специфікою конструкції вентиляційних мереж, що з'єднують різні зони та приміщення в єдиний об'єм повітрообміну.

Основна небезпека полягає в тому, що звук, створений у межах одного приміщення, здатен проникати у вентиляційні канали, проходити значні відстані без істотного загасання та досягати суміжних або навіть віддалених кімнат. Це можливо завдяки жорстким металевим або пластиковим повітропроводам, які добре передають звукові коливання, а також наявності спільних шахт і отворів, що з'єднують кілька офісів, кабінетів чи зон у будівлі. Крім того, звук може поширюватися не лише через повітря всередині каналу, але й по стінках самих труб, що діють як резонатори або направляючі хвилеводи. В такому випадку утворюється віброакустичний канал витоку інформації через систему повітряної вентиляції.

Найбільш вразливими до такого типу витоку є приміщення, що не мають індивідуальних вентиляційних систем, а підключені до централізованої або спільної мережі повітрообміну. У цьому випадку повітря, що вільно циркулює між зонами, є одночасно носієм акустичних сигналів. Звуки розмов, команд, інструкцій або інших джерел голосової інформації можуть безперешкодно передаватися в сусідні кімнати і можуть бути почуті або навмисно записані людьми зовні.

Особливо небезпечна ситуація, коли мікрофони встановлені на вентиляційних каналах або решітках, щоб вони могли записувати звук, навіть якщо вони не знаходяться безпосередньо в приміщенні, що охороняється. У цьому випадку зловмисник може отримати аудіоінформацію, не привертаючи уваги, оскільки доступ до систем вентиляції іноді можливий через технічні приміщення або інші незахищені зони.

Проблема ускладнюється тим, що вентиляційна система є життєво необхідною для забезпечення мікроклімату, а тому не може бути повністю демонтована чи ізольована. Натомість необхідно передбачити технічні рішення, які унеможливають або дуже ускладнюють передачу звукових сигналів через повітропроводи. Це можуть бути і акустичні фільтри, і звукопоглинальні вставки,

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			37

ізоляційні перегородки всередині повітроводів, і конструктивні рішення, що запобігають прямій передачі звуку між приміщеннями.

Таким чином, утворення акустичного каналу витоку інформації через систему вентиляції є серйозною загрозою для безпеки конфіденційного мовного обміну в організаціях. Недооцінка цього шляху передачі звуку може призвести до слабких ланок у системі захисту. Тому під час проектування, експлуатації та обслуговування вентиляційних мереж необхідно враховувати вимоги акустичної безпеки, особливо для приміщень, де обробляється або обговорюється конфіденційна інформація.

Канали витоку звукової інформації також можуть формуватися через щілини в конструктивних елементах будинку, особливо через щілини віконних і дверних конструкцій, а також через отвори і тріщини в стінах.

Акустичний канал витоку інформації, що утворюється через щілини в конструкціях вікон, дверей, а також через отвори й тріщини в стінах, є одним із найпоширеніших і водночас найчастіше недооцінених каналів витоку звукової інформації в умовах звичайних офісних, адміністративних або службових приміщень. Його характер полягає у прямому поширенні звукових хвиль крізь нещільності у будівельних елементах, які порушують цілісність акустичного бар'єру між захищеним простором і зовнішнім середовищем.

Звукові хвилі, що утворюються під час мовлення або функціонування джерел звуку всередині приміщення, мають здатність поширюватися не лише через основні конструкції, а й крізь найменші щілини, отвори й тріщини, які часто сприймаються як незначні або конструктивно немінучі. Це можуть бути неповністю прилягаючі двері, зазори між дверною коробкою й полотном, нещільності віконних рам, щілини між рамою та стіною, місця прокладання інженерних комунікацій або технологічні отвори, залишені під час будівництва. Навіть мінімальні за розміром порушення герметичності можуть спричинити суттєве ослаблення звукоізоляції, що створює умови для поширення звуку за межі контрольованої зони.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			38

Особливу небезпеку становлять щілини, які безпосередньо з'єднують захищене приміщення з прилеглими зонами, до яких мають доступ сторонні особи або де розміщене обладнання, здатне здійснювати запис. Такі щілини або отвори фактично перетворюються на направлені канали передачі акустичної інформації, через які можливо перехопити зміст розмов навіть без використання складної апаратури. Часто звуки, які проходять крізь щілини, втрачають лише частину інтенсивності, проте зберігають достатню чіткість, щоб бути зрозумілими для слухача або відновленими за допомогою мікрофона і підсилювача.

Серед додаткових джерел небезпеки варто зазначити тріщини у стінах або в місцях з'єднання конструктивних елементів. Вони можуть з'являтися через зношення матеріалів, усадку будівлі, механічні пошкодження або помилки при будівництві. Такі порушення часто залишаються непомітними на перший погляд, але мають істотний вплив на поширення звуку. У зонах з утраченою щільністю матеріалів звукові хвилі передаються набагато ефективніше порівняно з монолітною поверхнею. Більше того, тріщини можуть провокувати утворення акустичних резонансів, що додатково збільшує дальність та чіткість поширення звуку.

Хоча такі канали витоку можуть виникати досить просто, їх виявлення та усунення потребують ретельного і системного підходу.

Ефективна протидія передбачає використання герметичних дверей із ущільнювачами, які забезпечують повне прилягання по периметру, встановлення якісних віконних конструкцій з шумоізоляційними властивостями, а також ретельну перевірку стін на предмет наявності тріщин або наскрізних отворів. У випадках, коли повне усунення щілин неможливе, доцільно застосовувати додаткові звукопоглинаючі елементи або конструктивні бар'єри, які блокують поширення хвиль у напрямку потенційного витоку.

Таким чином, навіть на перший погляд незначні будівельні недоліки можуть перетворитися на серйозні загрози безпеці акустичної інформації. Системний підхід до аналізу стану приміщення, виявлення слабких місць у

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			39

конструкціях та оперативне усунення недоліків є невід'ємною складовою комплексу заходів щодо захисту від звукових витоків.

Ще один вид каналів витоку акустичної інформації, що представлені на рисунку 2.1, є віброакустичні:

- віконне скло (6);
- дверне полотно (7);
- стіни (8);
- підлога (9);
- стеля (10);
- система опалення (11);
- меблі (12).

Проаналізуємо зазначені канали витоку акустичної інформації більш детально.

Утворення віброакустичного каналу витоку інформації через віконне скло є однією з потенційних загроз конфіденційності мовної інформації, яка особливо актуальна для приміщень із вікнами, що виходять на загальні простори, вулицю, внутрішні дворики або інші зони, де можливе перебування сторонніх осіб. Хоча скло здається надійною фізичною перешкодою для звуку, насправді воно не є ефективним акустичним бар'єром, а в деяких умовах навіть сприяє поширенню звукових коливань.

Фізична суть проблеми полягає у тому, що звукові хвилі, які виникають у приміщенні під час розмови або роботи обладнання, досягаючи поверхні скла, частково відбиваються назад у кімнату, частково поглинаються матеріалом, а ще частково проходять крізь скло і потрапляють у зовнішнє середовище. Залежно від товщини, структури та якості скла, а також від частоти звуку, ступінь проникнення коливань назовні може бути досить значним. Звичайне одинарне віконне скло не має достатніх звукопоглинаючих властивостей, тому може пропускати мову та інші акустичні сигнали навіть на значну відстань.

Особливо уразливими є вікна, які мають зазори між рамою і стіною або між стулками. Додаткові повітряні канали, сформовані через нещільності, сприяють більш активному виходу звуку за межі приміщення. У випадках, коли

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			40

вікно виходить на вулицю, звук може бути перехоплений за допомогою спрямованих мікрофонів або лазерних систем, які реєструють мікроскопічні вібрації скла, спричинені акустичними хвилями. Такий метод прослуховування не вимагає фізичного проникнення до приміщення й може застосовуватися з великої відстані, що робить його особливо небезпечним у контексті витоку інформації.

Ще одним чинником, який посилює ризик, є те, що скло має властивість резонувати. Якщо частота звукових хвиль співпадає з резонансною частотою скляних панелей, амплітуда їхніх коливань значно зростає, що спрощує виявлення звуку зовні. Навіть якщо звук не проходить крізь скло в класичному сенсі, резонансна вібрація може бути достатньо інформативною для сторонніх технічних засобів збору інформації.

Таким чином, віконне скло – це не лише джерело проникнення світла, а й потенційно слабка ланка в системі захисту акустичної інформації. Роль таких елементів як вікна, часто недооцінюється у контексті акустичного витоку, особливо в адміністративних будівлях, офісах і переговорних кімнатах, де вікна встановлюють без врахування вимог щодо звукоізоляції. Для зниження ризиків, пов'язаних із цим каналом, необхідно використовувати спеціальні шумоізоляційні склопакети, багатошарові скла з плівками, що поглинають звук, а також забезпечувати герметичність усіх з'єднань і стиків у віконній конструкції.

В умовах підвищеної загрози можливого прослуховування доцільним також є встановлення акустичних екранів, штор зі звукопоглинальних матеріалів або використання активних засобів акустичного маскування. Зазвичай, монтаж вікон здійснюється без урахування стандартів звукоізоляції, що створює потенційний ризик витоку конфіденційної інформації. До основних дій для мінімізації проникнення звукових хвиль через скло належить удосконалення конструкції вікон і впровадження спеціальних рішень.

Окрему увагу слід приділити дверним полотнам як джерелу віброакустичного витоку, особливо в приміщеннях із високими вимогами до мовної конфіденційності. Віброакустичний канал передбачає передачу звукової

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			41

звукопоглинання, механічні з'єднання створюють мости для передачі коливань до зовнішніх поверхонь, де вони можуть бути перехоплені технічними засобами.

У деяких випадках витік інформації через віброакустичний канал може відбуватись навіть за умов, коли двері є зачиненими й повністю герметичними з погляду повітряного звуку. Це робить віброакустичні канали особливо підступними, оскільки їх візуально складно виявити без використання спеціалізованого обладнання та методів технічного контролю.

Для ефективного захисту від такого типу витоку необхідно застосовувати комплекс заходів. Перш за все, важливо використовувати спеціалізовані двері, які конструктивно розроблені для запобігання віброакустичному витоку. Вони повинні мати масивну структуру, звукоізоляційний наповнювач, низьку схильність до резонансу та ізольовані з'єднання. Важливим також є монтаж акустичних ущільнювачів по всьому периметру, застосування демпфуючих елементів і використання матеріалів, які поглинають або розсіюють вібрації.

Крім конструктивних рішень, доцільно періодично проводити контроль приміщення на предмет можливих віброакустичних каналів витоку, зокрема із застосуванням генераторів тестового сигналу та аналізу коливань поверхонь. Такий підхід дозволяє виявити слабкі місця до моменту виникнення загрози витоку інформації.

Дверне полотно, як потенційне джерело віброакустичного витоку інформації, заслуговує на особливу увагу при створенні комплексної системи захисту мовної інформації. Тільки завдяки ретельному проектуванню, якісній підготовці та регулярному контролю можна забезпечити необхідний рівень захисту від таких загроз.

Звернемо увагу ще на утворення віброакустичного каналу витоку інформації через стіни, стелю та підлогу.

Важливо врахувати, що звукові хвилі здатні викликати мікроскопічні коливання в твердих поверхнях приміщення - стінах, підлозі та стелі. Ці коливання, навіть якщо вони не сприймаються людським вухом або не відчутні на дотик, є носіями інформації, оскільки точно повторюють ритм і інтенсивність

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			43

реалізації спеціалізованих технічних рішень. До методів захисту від витоків інформації належить використання звуко- і віброізоляційних матеріалів у стінах, перекриттях і підлогах, створення так званих «плаваючих» конструкцій, що відокремлюють внутрішній простір приміщення від будівельного каркаса, а також впровадження демпферів, які поглинають коливання. Крім того, доцільним є обмеження жорстких з'єднань із суміжними приміщеннями та регулярний контроль цілісності звукоізоляційного контуру.

Також застосовується активне виявлення віброакустичних каналів за допомогою генераторів шуму, які імітують мовну активність, та фіксації можливого витоку через відповідні поверхні. У разі виявлення слабких місць їх слід додатково ізолювати або змінити конструктивне рішення.

Таким чином, стіни, підлога та стеля приміщення є не лише фізичними бар'єрами, але й потенційними шляхами витоку інформації через віброакустичні канали. Ігнорування цього аспекту безпеки може спричинити непомітне, але ефективно перехоплення мовної інформації сторонніми особами чи технічними засобами. Тому в системі захисту акустичної інформації контроль та захист цих елементів має бути обов'язковою складовою.

Утворення віброакустичного каналу витоку інформації через систему опалення є однією з малопомітних, але потенційно небезпечних загроз у структурі захисту акустичної інформації. На перший погляд система опалення здається лише інженерною мережею для забезпечення тепла, однак з погляду інформаційної безпеки вона може стати провідником механічних коливань, які виникають під час мовної активності у приміщенні.

Принцип витоку інформації через систему опалення полягає у передачі цих коливань далі, коли вони утворюються під час розмов або роботи джерел звуку. Ці коливання, діючи на тверді поверхні (стіни, підлогу, конструкції приміщення) збуджують мікровібрації, які можуть передаватися далі через металеві або пластикові труби опалення. Через жорстке кріплення системи до будівельних конструкцій, а також через безперервний зв'язок між окремими її елементами,

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			45

вібрації поширюються на значні відстані, іноді в межах усього поверху або навіть будівлі.

Особливу небезпеку становлять системи водяного або парового опалення з металевими трубами, оскільки метал добре проводить механічні коливання. Якщо, наприклад, радіатор або труба щільно прикріплені до стіни в приміщенні, де відбувається розмова, звукові хвилі викликають коливання в трубопроводі. Коливання можуть поширюватися між приміщеннями та вловлюватися контактними мікрофонами чи іншими спеціальними пристроями, здатними перетворювати ці механічні коливання на звукову інформацію. До того ж система опалення зазвичай має розгалужену структуру, що з'єднує різні частини будівлі і має виходи у приміщеннях, доступ до яких можуть отримати сторонні особи. Це створює можливість встановлення технічних засобів для перехоплення інформації навіть без прямого проникнення у захищене приміщення. Такі пристрої можуть бути компактними, маскуватися під обслуговувальні елементи або встановлюватися на ділянках труб, що проходять через технічні кімнати, підвали або вентиляційні шахти.

Ще одним ризиком є резонансні властивості деяких труб, особливо тонкостінних і довгих ділянок без належного кріплення або заповнення. Такі елементи можуть підсилювати коливання певної частоти, що сприяє підвищенню якості витягуваної інформації. Крім того, якщо система опалення проходить через міжкімнатні стіни, це дає змогу вловлювати вібрації з різних приміщень одночасно або вибірково.

Додаткову складність становить фактична неможливість виявлення витоку через вібрації без використання спеціалізованих технічних засобів моніторингу. Людина не здатна почути або відчути ці мікроколивання, а звичайні заходи звукоізоляції, спрямовані на блокування повітряних каналів витоку, не впливають на механічну передачу коливань у трубах.

Для мінімізації загроз, пов'язаних із таким каналом витоку, рекомендується вживати низку заходів. Насамперед необхідно передбачати ізоляцію елементів опалювальної системи, що розміщуються у приміщеннях з

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			46

обмеженим доступом. Це може бути реалізовано шляхом монтажу антивібраційних прокладок, демпфуючих матеріалів на точках кріплення, а також відокремлення системи від внутрішніх стін або підлог, які безпосередньо контактують із зонами, де може циркулювати конфіденційна інформація.

Рекомендується регулярно перевіряти технічний стан системи опалення на предмет можливих несанкціонованих втручань, особливо у зонах підвищеного ризику встановлення прихованих пристроїв. У складних випадках до системи захисту варто включати активні технічні засоби протидії витоку, зокрема генератори шуму або спеціальні акустичні екрани, що глушать коливання.

Таким чином, система опалення стає не лише елементом інженерної інфраструктури, але й потенційним віброакустичним каналом витоку інформації. Її захист має бути органічною складовою комплексної системи забезпечення конфіденційності переговорів. Ігнорування цієї загрози може призвести до втрати важливої інформації навіть у разі дотримання всіх інших заходів безпеки.

Утворення віброакустичного каналу витоку інформації через меблі є менш очевидною, але реальною загрозою для захисту мовної інформації в приміщеннях, де ведуться конфіденційні переговори або опрацьовується чутлива інформація. На відміну від традиційних каналів витоку, пов'язаних із повітряним середовищем чи будівельними конструкціями, меблі сприймаються як пасивні об'єкти, однак насправді вони здатні брати участь у передачі вібрацій, викликаних акустичними коливаннями.

Коли у приміщенні ведеться розмова, звукові хвилі передаються не лише повітрям, а й досягають поверхонь предметів – меблів, таких як столи, шафи, полиці, крісла чи офісні перегородки. Якщо ці об'єкти розташовані близько до джерела звуку або мають значну площу поверхні, вони піддаються впливу звукового тиску і починають коливатися. Ці коливання є формою механічної вібрації, яка може бути вловлена і перетворена на відтворювану мовну інформацію за допомогою спеціальних засобів – наприклад, контактних мікрофонів.

Меблі з щільних і жорстких матеріалів (наприклад, дерево, ДСП чи метал) є ефективними провідниками вібрацій. Якщо такі предмети контактують із

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

будівельними конструкціями (підлогою, стінами або навіть з елементами інженерних мереж) вони можуть стати сполучною ланкою у віброакустичному каналі витоку. де ті можуть поширюватися далі. Аналогічно, шафа біля труби опалення чи вентиляційного каналу може передати механічні коливання на ці елементи і сприяти їх поширенню за межі приміщення.

Окрему увагу слід приділити офісним меблям із порожнистими елементами або великими площинами, такими як шафи з тонкими стінками, офісні перегородки, навісні тумби. Такі конструкції можуть резонувати на певних частотах, посилюючи акустичний сигнал. У випадках, коли такі меблі встановлені біля стін, що межують із загальнодоступними приміщеннями або технічними зонами, ризик витоку інформації зростає в рази.

Меблі можуть слугувати точками для прихованого монтажу пристроїв перехоплення. Контактний мікрофон або вібраційний датчик, закріплений на зворотному боці шафи, внутрішній стінці тумби або навіть у ніжці столу, дозволяє фіксувати мікроколивання без необхідності доступу до будівельних конструкцій. Такі пристрої здатні діяти автономно або передавати інформацію бездротовими каналами, залишаючись при цьому невидимими для співробітників.

Проблема ускладнюється тим, що меблі в більшості випадків не розглядаються як об'єкт контролю з боку фахівців з інформаційної безпеки. Вони можуть закуповуватись сторонніми постачальниками, переміщуватись без обліку, не проходити перевірку на наявність сторонніх пристроїв або вразливих елементів. У поєднанні з недостатньою звукоізоляцією приміщення це сприяє створенню стійкого віброакустичного каналу витоку даних.

Для мінімізації загроз, пов'язаних із віброакустичними каналами через меблі, необхідно впроваджувати комплекс заходів. Важливо уникати прямого контакту меблів із стінами та іншими конструкціями, що можуть бути провідниками вібрацій. Доцільним є використання антивібраційних прокладок між меблями і будівельними елементами, а також вибір меблів зі звукопоглинальними або демпфуючими властивостями. Регулярний технічний

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			48

огляд меблів із метою виявлення сторонніх предметів і аномальних пристроїв також має стати частиною системи інформаційного захисту.

Таким чином, меблі можуть виступати не лише як частина інтер'єру, а й як активний компонент у небажаній передачі акустичної інформації. Усвідомлення цього факту і відповідне технічне реагування є важливою умовою забезпечення ефективного захисту мовної інформації в будь-якій установі чи організації.

2.3 Висновки

Витік інформації через акустичні канали становить серйозну загрозу для збереження персональних даних клієнтів і службової інформації компанії. У другому розділі кваліфікаційної роботи поведено обґрунтовальні роботи для розробки системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.

Першочергово проведено аналіз і запропонована класифікація каналів витоку акустичної інформації.

З урахуванням запропонованої класифікації розроблена схема утворення каналів витоку акустичної інформації. На схемі представлені різні варіанти утворення акустичних і віброакустичних каналів витоку акустичної інформації.

Серед акустичних каналів витоку інформації на схемі представлені п'ять різновидів каналів: повітряне середовище; вентиляція; щілини віконних конструкцій; щілини дверних конструкцій; отвори і щілини в стінах.

Серед віброакустичних каналів витоку інформації на схемі представлені сім каналів: віконне скло; дверне полотно; стіни; підлога; стеля; система опалення; меблі.

Для кожного виду каналу витоку акустичної інформації проведено аналіз і надано опис особливостей.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			49

3 ОПИС ПРОЄКТУ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ВИТОКУ ВІБРОАКУСТИЧНИМИ КАНАЛАМИ

3.1 Призначення та технічні характеристики складових проектованої системи

Згідно із завданням кваліфікаційної роботи, система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами будується на основі генератора шумових завадових сигналів МАРС-ТЗО-4-2 [38] (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Генератор МАРС-ТЗО-4-2

Генератори шумових сигналів є важливим елементом у забезпеченні захисту мовної інформації в приміщеннях, де здійснюється робота з конфіденційними або службовими даними. Їхнє основне призначення –

										КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							50

створення штучного акустичного чи віброакустичного фону, який маскує реальні мовні сигнали та унеможлиблює їх перехоплення через технічні або природні канали витоку.

Однією з основних переваг таких пристроїв є їхня здатність ефективно блокувати акустичні канали витоку, зокрема повітряні шляхи, через які звукові хвилі можуть виходити за межі приміщення. Це можуть бути щілини у вікнах, дверях, отвори в стінах, вентиляційні канали або інші нещільності в будівельних конструкціях. Генератор формує широкосмуговий шум, який змішується з мовними сигналами, значно ускладнюючи або роблячи неможливим їхнє виділення навіть за допомогою високочутливої апаратури.

Не менш важлива здатність застосовувати генератори шуму для захисту від витоку інформації через віброакустичні канали. Будівельні конструкції, такі як стіни, стеля та підлога, а також меблі, можуть передавати вібрації, які у свою чергу можуть бути зафіксовані за допомогою спеціальних контактних мікрофонів або вібросенсорів. У таких ситуаціях генератори використовуються разом із вібровипромінювачами, які закріплюються на потенційно вразливих поверхнях і передають на них спеціально розроблений вібраційний шум.

Це так зване "паразитне" тло створює умови, за яких реальні мовні вібрації зливаються з шумовими коливаннями, що значно ускладнює їхнє відновлення.

Сучасні генератори шуму мають широкий частотний діапазон, що дозволяє перекривати різні типи каналів витоку, від низькочастотних коливань до високочастотних компонентів мовного сигналу. Вони можуть мати кілька незалежних каналів генерації шуму, що дозволяє одночасно формувати сигнали для акустичних колонок і вібраційних випромінювачів. У деяких моделях передбачено тонке налаштування рівнів шуму, контроль за якістю сигналу, автоматичне регулювання гучності, а також індикацію ефективності маскування.

У поєднанні з такими елементами пасивного захисту, як звукопоглинальні матеріали, ущільнення дверей і вікон, спеціалізовані кабінки чи екрани, генератори шуму значно підвищують рівень захисту акустичної інформації.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			51

Вони дозволяють забезпечити необхідну безпеку навіть у тих випадках, коли неможливо повністю реконструювати приміщення або змінити його будівельні особливості.

В умовах зростаючих ризиків технічної розвідки та доступності недорогих засобів прихованого прослуховування використання генераторів шумових сигналів стає не не обов'язковою розкішшю, а справді необхідним елементом для організацій, які прагнуть забезпечити безпеку інформації. Застосування таких генераторів дозволяє ефективно протидіяти несанкціонованому перехопленню звукової інформації як через традиційні канали, так і складні технічні методи, створюючи високий рівень захисту на всіх етапах обміну інформацією.

Генератор шумових завадових сигналів МАРС-ТЗО-4-2 розроблено для активного захисту розмовної інформації від витоку акустичними та віброакустичними каналами. Він використовується у складі ТЗІ на об'єктах, де обробляється інформація конфіденційна або секретна, зокрема на об'єктах з інформаційною діяльністю за II-III категоріями. Пристрій може працювати з акустичними колонками та вібровипромінювачами, розрахований на безперервний режим роботи. Середнє значення напрацювання на відмову сягає 10 000 годин.

Генератор МАРС-ТЗО має два незалежні вихідні канали, на яких шумові сигнали завад формуються окремо, що дозволяє гнучко налагоджувати систему захисту (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Вихідні канали генератора МАРС-ТЗО-4-2

Індикація рівнів вихідних сигналів для кожного каналу здійснюється на десятиsegmentних індикаторах (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Панель індикації генератора МАРС-ТЗО-4-2

МАРС-ТЗО-4-2 може генерувати шумові сигнали завод на частотах в діапазоні 180–5600 Гц.

Ефективне значення вихідної напруги на опорі підключеного навантаження з опором 4 Ом дорівнює не менш 3,5 В.

Пристрій серійно випускається за технічними вимогами, погодженими з Державною службою спеціального зв'язку та захисту інформації України, про що є відповідний експертний висновок.

Генератор МАРС-ТЗО-4-2 дозволяє забезпечити:

- регулювання рівня шумових сигналів на своїх виходах
- індикацію рівнів вихідних заводових сигналів для кожного каналу на десятиsegmentних індикаторах
- регулювання рівнів шумових заводових сигналів за верхніми і нижніми частотами
- вимірювання й індикацію досягнутого рівня акустичного зашумлення на десятиsegmentному індикаторі.

Генератор МАРС-ТЗО-4-2 може генерувати заводові сигнали з допомогою акустичних колонок. Комплектними для МАРС-ТЗО-4-2 є колонки типу МАРС-АКЗ [39, 40].

Акустична захищена колонка МАРС-АКЗ на захист приміщень від витоку акустичної інформації акустичними каналами, орієнтована для заповнення

перешкодами мовного частотного діапазону, тобто, на захист розмов і перемовин.

Акустична захищена колонка МАРС-АКЗ випускається у двох конструктивах (рисунок 3.4)



а)



б)

Рисунок 3.4 – Акустична захищена колонка МАРС-АКЗ

а) конструктив з зовнішнім монтажем; б) конструктив з вбудованим монтажем

Акустична захищена колонка МАРС-АКЗ з генератором МАРС-ТЗО-4-2 забезпечує створення акустичного шумового (завадового) поля регульованого рівня від в усьому діапазоні частоти шумового мовного сигналу. Звуковий тиск, утворюваний акустичними захищеними колонками МАРС-АКЗ у вільному просторі з відстані 1 м в діапазоні робочих частот шумового (завадового) поля сягає не менше 80 дБ. Діапазон регулювання рівня звукового тиску вихідних шумових сигналів сягає не менш 20 дБ.

До схеми акустичних захищених колонок МАРС-АКЗ входить випромінювач акустичний і комутатор. Комутатор виконує функцію електронного реле, яке автоматично відключає акустичний випромінювач від лінії у разі відсутності сигналів шумового характеру, що надходять від генератора МАРС-ТЗО-4-2. Це запобігає можливості використання динаміка

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			54

(акустичного випромінювача) колонок як мікрофона для зчитування акустичної інформації. Генератор МАРС-ТЗО-4-2 здатний створювати заводові віброакустичні сигнали із залученням вібраційних випромінювачів (вібровипромінювачів). Комплектними для МАРС-ТЗО-4-2 є вібраційних генератори типу МАРС-ВИЗ та МАРС-ВИ4.

Вібраційний випромінювач МАРС-ВИЗ [41] (рисунок 3.5) розроблений для монтажу на віконні конструкції.



Рисунок 3.5 – Вібраційний випромінювач МАРС-ВИЗ

Подібна до присоски жорста пластмасова основа дозволяє приклеювати вібраційний випромінювач МАРС-ВИЗ на віконне скло.

МАРС-ВИЗ має максимальну потужність 1 Вт і створює шумовий ефект у відкритому просторі на рівні 40 дБА на відстані 1 м. Він може працювати в температурному діапазоні від -10 до 60 °С, адаптуючись до нагріву від сонця або зниження температури всередині приміщень (наприклад, на склі).

Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4 розроблений для перекриття віброакустичних каналів витоку інформації через важкі тверді середовища. Він може бути встановлений на стінах, стелях, підлогах і системах опалення.

Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4 є магнітоелектричним випромінювачем, має знижений рівень паразитних шумів акустичного типу, призначений для застосування у системах технічного захисту інформації з метою перекриття витоку акустичної інформації віброакустичними каналами.

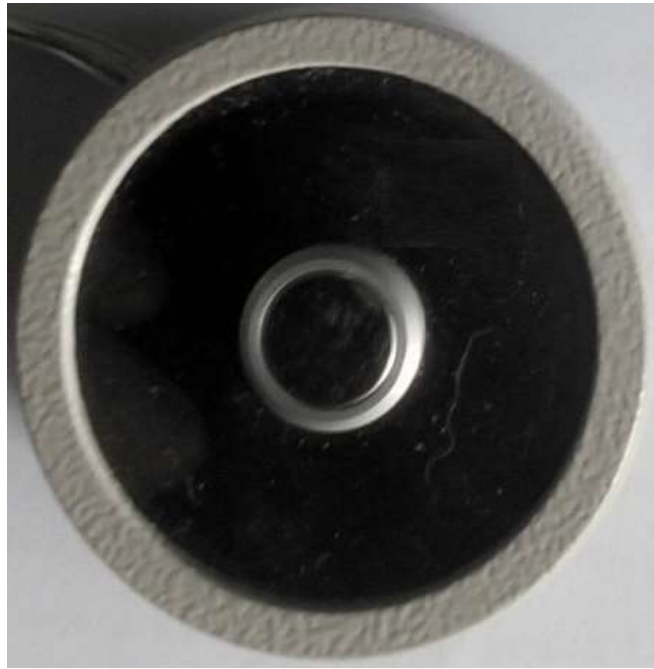


Рисунок 3.6 – Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4

Варіанти кріплення випромінювачів вібрації МАРС-ВИ4 до різних основ наведено на рис. 3.7.



а)



б)



в)

Рисунок 3.7 – Кріплення випромінювачів МАРС-ВИ4

а) настінне; б) для опалення; в) для перегородок

Настінне кріплення, представлене на рисунку 3.7.а, здійснюється за допомогою шурупів з дюбелями або анкерів. Такий спосіб гарантує надійне закріплення у цегляних, залізобетонних та інших стінах, що мають високий коефіцієнт передачі вібрацій від випромінювача до матеріалу стіни.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			56

Кріплення для систем опалення (рисунок 3.7.б) реалізоване таким чином, щоб утворювати жорстке з'єднання із трубами системи опалення з високим коефіцієнтом передачі вібрації від випромінювача до труби, що забезпечує розповсюдження вібрації по всій системі.

Третій варіант кріплення (рисунок 3.7.в) орієнтований на встановлення вібраційного випромінювача на меблі, легкі перегородки тощо.

Генератор МАРС-ТЗО-4-2 разом із підключеними вібровипромінювачами МАРС-ВИ4 створює віброприскорення заданого рівня в будівельних конструкціях по всьому діапазону частот шумових завад. Віброприскорення, яке передається вібровипромінювачем МАРС-ВИ4 на ізольовану масу 10 кг, зберігається не менше 50 дБ у повному спектрі частот шумових завад. МАРС-ВИ4 має максимальну потужність 2 Вт і генерує шумовий ефект на рівні 40 дБА на відстані 1 метр у відкритому просторі.

Пристрій може ефективно працювати за температур від -30 до 90 °С, що враховано задля безпечної експлуатації при закріпленні на системах опалення.

3.2 Схеми блокування каналів витоку акустичної інформації

Захист акустичної інформації в сучасних умовах вимагає системного підходу, що враховує усі можливі шляхи витоку мовних даних. Одним із важливих складових такого підходу є створення схем блокування акустичних і віброакустичних каналів витоку інформації. Це дозволяє забезпечити побудову цілісної, ефективної та технологічно обґрунтованої системи захисту.

Потреба у розробці таких схем пояснюється тим, що акустичні канали витоку, як видно на рисунку 3.1, можуть виникати через численні шляхи. До них належать щілини у вікнах і дверях, вентиляційні та технологічні отвори, недостатньо щільні або тонкі перегородки, а також прозорі й порожнисті конструкції.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			57

Віброакустичні канали також становлять значну загрозу, оскільки дозволяють передавати мовну інформацію у формі механічних коливань через стіни, підлогу, стелю, інженерні системи або навіть меблі. Виявлення цих вібрацій за допомогою спеціальних технічних пристроїв дає можливість зловмисникам відтворювати зміст розмов без безпосереднього проникнення до приміщення.

Схема блокування таких каналів – це не лише технічний кресленик або план. Це перш за все комплексний аналіз просторових, конструктивних і функціональних характеристик приміщення, спрямований на виявлення потенційно вразливих ділянок та оцінку рівня ризику кожного з можливих каналів. Такий аналіз дозволяє визначати, де та які захисні заходи доцільно реалізувати, щоб не допустити інформаційного витоку .

Завдяки створенню схеми блокування стає можливим оптимальне розміщення технічних засобів активного захисту, зокрема генераторів шуму, вібраційних випромінювачів, звукопоглинальних елементів. Водночас схема дозволяє визначити необхідні обсяги пасивної звукоізоляції, уточнити місця встановлення ущільнень, екранів, акустичних заслінок. Ретельно розроблена схема також враховує наявні інженерні мережі (вентиляцію, опалення, електромережі) через які можуть передаватися коливання, що містять інформацію, й передбачає шляхи їх ізоляції або маскування.

Іншим ключовим аспектом є здатність регулярно оновлювати та адаптувати схему блокування у разі зміни конфігурації приміщень, складу обладнання чи специфіки обробки інформації. Такий динамічний підхід забезпечує актуальність заходів захисту та дозволяє швидко реагувати на виникнення нових видів загроз.

Відсутність детального проектування системи блокування каналів витоку часто призводить до створення фрагментарного захисту, що має багато "сліпих зон". У таких умовах навіть найкращі технічні засоби не зможуть забезпечити надійний захист, оскільки будуть використані нерационально або в недостатньому обсязі. Саме тому розробка повноцінної схеми є не просто

бажаною, а необхідною умовою для досягнення реального, а не формального рівня безпеки акустичної інформації.

Схема блокування акустичних каналів витоку інформації засобами системи МАРС-ТЗО-4-2 представлена на рисунку 3.8.

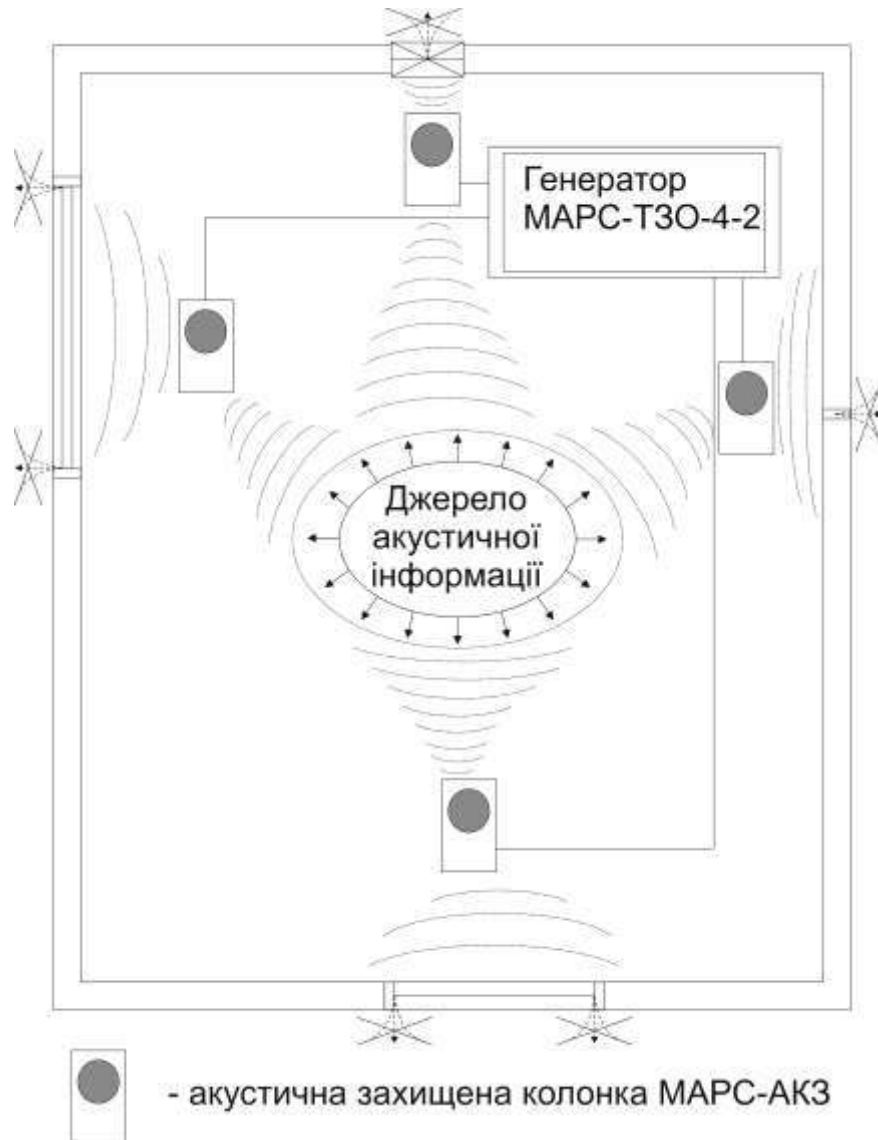
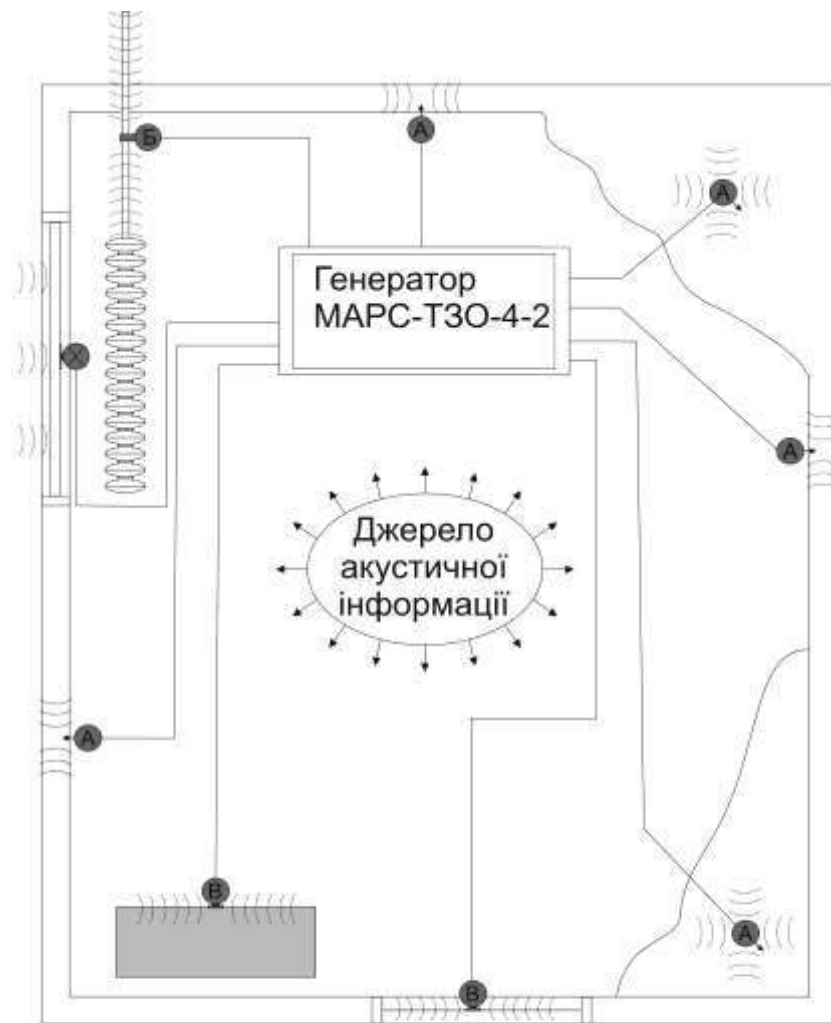


Рисунок 3.8 – Схема блокування акустичних каналів витоку інформації

В схемі блокування акустичних каналів витоку інформації використано генератор МАРС-ТЗО-4-2 та акустичні колонки МАРС-АКЗ. Акустичні колонки розміщені периметром приміщення наближено до місць потенційно очікуваних каналів витоку інформації. Розміщення акустичних колонок за периметром контрольованого приміщення дозволяє досягти рівномірного покриття його

площі задовгими шумовими сигналами і досягти ефективного захисту в центральній перемовній зоні. За потреби акустична колонка може бути розміщена і в безпосередній близькості до джерела акустичної інформації, але її шум може створювати несприятливий шумовий фон в зоні перемовин.

Схема блокування віброакустичних каналів витоку інформації засобами системи МАРС-ТЗО-4-2 представлена на рисунку 3.9.



- - Вібраційний випромінювач МАРС-ВИЗ, кріплення для скла
- А - Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4, кріплення за варіантом А - для стін, підлоги, стелі тощо
- Б - Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4, кріплення за варіантом Б - для систем опалення
- В - Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4, кріплення за варіантом В - для перегородок, дверей, меблів тощо

Рисунок 3.9 – Схема блокування віброакустичних каналів витоку інформації

Схема блокування віброакустичних каналів витоку інформації використані вібраційні випромінювачі МАРС-ВИ3 і МАРС-ВИ4.

Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ3 застосовується в основному варіанті реалізації з кріпленням до скляних поверхонь і розташований на віконному склі.

Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4 застосовується в трьох варіантах кріплення:

- варіант А – з кріпленням анкерного типу, використовується для кріплення випромінювачів МАРС-ВИ4 на стіни, підлогу і стелю приміщення;
- варіант Б – з кріпленням для систем опалення, застосований в схемі для кріплення випромінювача МАРС-ВИ4 на трубу системи опалення;
- варіант В – з кріпленням для меблів і перегородок, використаний для кріплення випромінювачів МАРС-ВИ4 на меблі і двері приміщення.

Запропоновані схеми блокування акустичних та віброакустичних каналів витоку слугують як базовим документом, так і ефективним інструментом для побудови надійної системи захисту. Вони забезпечують чітку візуалізацію, логічну послідовність та технічне обґрунтування всіх заходів, що впроваджуються, виступаючи міцною основою для подальших дій з технічного захисту інформації в будь-якій організації чи установі.

3.3 Структурна організація системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами

У сучасних умовах стрімкого розвитку електронних пристроїв з функціями аудіозапису та високочутливих сенсорів, здатних фіксувати навіть найменші вібрації на значних відстанях, підготовка фахівців, які можуть визначати та нейтралізувати віброакустичні канали витоку, набуває надзвичайно важливого стратегічного значення. Відсутність таких компетенцій у спеціалістів з

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			61

інформація може покинути межі захищеного простору і як цьому можливо запобігти.

Крім того, навчальні системи дають можливість проводити експерименти з використанням різних технічних засобів захисту: активних (генератори шуму, вібраційні випромінювачі), пасивних (звукоізоляційні матеріали) та організаційних (розміщення джерел звуку, обмеження доступу тощо). Такий підхід дозволяє формувати критичне мислення, вміння аналізувати ризики та приймати обґрунтовані рішення в умовах реальних загроз.

Система для дослідження технологій і методів захисту інформації від витоків має забезпечувати як візуалізацію принципів формування таких каналів, так і припустимість аналізу схем, орієнтованих на їхнє блокування.

Базовими технічними компонентами системи є генератор шумових сигналів МАРС-ТЗО-4-2, акустичні колонки МАРС-АКЗ та випромінювачі вібрації МАРС-ВИЗ і МАРС-ВИ4 (рисунок 3.10). Кожен із цих елементів виконує окрему, але взаємопов'язану функцію, що в сукупності дозволяє моделювати реальні ситуації витоків мовної інформації та здійснювати її активне маскування.

Центральним ядром системи є генератор шуму МАРС-ТЗО-4-2. Генератор формує широкий спектр частотних імпульсів для утворення завадових акустичних та віброакустичних сигналів. Ці сигнали призначені для маскування мовної інформації, яка потенційно може передаватися через різні конструктивні елементи приміщення або прослуховуватися сторонніми технічними засобами. Генератор МАРС-ТЗО-4-2 має два незалежних канали виходу, що дозволяє одночасно подавати сигнали на акустичні колонки для звукового маскування в повітряному середовищі та на випромінювачі вібрації, які передають коливання безпосередньо на будівельні конструкції або меблі.

Оскільки МАРС-ТЗО-4-2 оснащено лише двома контактними парами підключення звукових та вібраційних випромінювачів, а потужність достатня для підключення більшої кількості пристроїв, у схемі системи передбачені клемні комутатори-розгалужувачі для кожного каналу.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			63



Рисунок 3.10 – Схема системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами

Для більшої наочності та демонстрації можливостей застосування акустичних колонок і вібраційних випромінювачів, система підтримує їх використання в різних конструктивних варіантах:

- акустичні колонки МАРС-АК3 з зовнішнім монтажем;
- акустичні колонки МАРС-АК3 з вбудованим монтажем;
- вібраційний випромінювач МАРС-ВИ3 з кріпленням для скла;

- вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4 з кріпленням для стін, підлоги, стелі тощо;
- вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4 з кріпленням для систем опалення;
- вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4 з кріпленням для перегородок, дверей, меблів тощо

Розглянемо рекомендації щодо розміщення елементів системи в контрольованій зоні.

Колонки МАРС-АКЗ встановлюються всередині контрольованого приміщення таким чином, щоб забезпечити рівномірний розподіл звукового покриття. Вони призначаються щоб створити фоновий шумовий тиск в діапазоні частот, який ефективно блокує мовний сигнал. Завдяки цьому значно ускладнюється або навіть унеможлиблюється його виділення за допомогою спрямованих мікрофонів або прихованих записуючих пристроїв. Частотні характеристики та гучність акустичних сигналів можуть регулюватися залежно від особливостей досліджуваного середовища.

Випромінювачі вібрації МАРС-ВИ3 і МАРС-ВИ4 встановлюються на потенційно вразливі конструкції: стіни, підвіконня, віконне скло, труби, меблі, а також інші тверді поверхні, які здатні передавати вібрації. Через ці конструкції може відбуватися витік інформації у вигляді віброакустичних коливань, що фіксується сенсорами з-за меж приміщення. Підключені до генератора шуму, випромінювачі вібрації передають на поверхні псевдовипадкові сигнали, які зливаються з реальними мовними коливаннями та унеможлиблюють їхню ідентифікацію.

Загальна організація системи передбачає також можливість гнучкого керування рівнями шуму та зональним розподілом вібрацій на кожному каналі генератора окремо. Для цього має бути застосована панель керування генератора МАРС-ТЗО-4-2, яка дозволяє оперативно змінювати параметри роботи системи під час навчального процесу або дослідницького експерименту.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			65

Розроблена система з генератором МАРС-ТЗО-4-2, колонками МАРС-АКЗ та випромінювачами вібрації МАРС-ВИЗ і МАРС-ВИ4 дає змогу наочно продемонструвати принципи формування віброакустичних каналів витоку інформації, провести експерименти з визначенням вразливих зон у конструкціях, випробувати різні режими маскування та оцінити ефективність засобів технічного захисту. Така система є невід'ємною частиною підготовки фахівців у галузі кібербезпеки та технічного захисту інформації, дозволяючи сформувати практичні навички, що відповідають сучасним вимогам до безпеки конфіденційної мовної інформації.

3.4 Висновки

В третьому розділі кваліфікаційної роботи розглядається проєкт системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.

У розділі наведено призначення та технічні характеристики компонентів проєктованої системи. На основі цих описів запропоновано та детально розглянуто схеми блокування акустичних і віброакустичних каналів витоку інформації, а також представлено схему структурної організації створеної системи.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			66

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі здійснено розробку системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.

Для досягнення поставленої мети в роботі:

– здійснено огляд існуючих систем і технологій захисту акустичної інформації від витоків;

– розглянуто акустичну інформацію як об'єкт захисту та канали її витоку;

– проведено аналіз публікацій щодо захисту акустичної інформації;

– зроблено огляд засобів захисту акустичної інформації від витоку;

– здійснено постановку задачі;

– проведено класифікацію каналів витоку акустичної інформації;

– розроблено схему утворення каналів витоку акустичної інформації;

– представлено опис проекту системи, розробленої для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку через віброакустичні канали.

Вказано цільове призначення системи та детально розглянуто технічні характеристики її основних компонентів. Запропоновано структурну схему організації системи, а також розроблено й описано рішення для блокування каналів витоку акустичної інформації за допомогою відповідних засобів.

					КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Хто володіє інформацією, той володіє світом!
URL: <https://www.navs.edu.ua/news/xto-volodiye-informaciyeyu-toj-volodiye-svitom.html> (дата звернення: 15.04.2025).
2. Технічний захист інформації.
URL: https://tzi.com.ua/zasobi_vbrazaxistu.html (дата звернення: 15.04.2025).
3. Захист мовної інформації. URL: <https://tzi.com.ua/zaxist-movno-nformacz.html> (дата звернення: 15.04.2025).
4. Розголошення суворо заборонено: яку інформацію та в яких компаніях потрібно охороняти? Юридична газета онлайн. URL: <https://yur-gazeta.com/dumka-eksperta/rozgoloshennya-suvoro-zaboroneno-yaku-informaciyu-ta-v-yakih-kompaniyah-potribno-ohoronyati.html> (дата звернення: 19.04.2025).
5. Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах : Закон України від 05.07.1994 р. № 80/94-ВР.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80/94-вр#Text> (дата звернення: 19.04.2025).
6. Про захист персональних даних. Закон України від 01.06.2010 р. № 2297-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text> (дата звернення: 19.04.2025).
7. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : Закон України від 05.10.2017 р. № 2163-VIII . URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19#Text> (дата звернення: 19.04.2025).
8. Технічні канали витоку інформації. Порядок створення комплексів технічного захисту інформації. Навчальний посібник / Іванченко С.О., Гавриленко О.В., Липський О.А., Шевцов А.С. - К.: ІСЗЗІ НТУУ «КПІ», 2016.- 104 с.
9. Технічні канали витоку інформації. URL: <https://tzi.com.ua/akustichn-kanali-vitoku-nformacz.html> (дата звернення: 15.04.2025).
10. Horlichenko S. Peculiarities of the formation of technical channels of information leakage from modern x-rays // Ukrainian Scientific Journal of Information Security, 2023, vol. 29, issue 2, pp. 80-87.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			68

11. Напівпровідникова радіореволюція та її наслідки.
URL: <https://iac.com.ua/uk/news/napivprovidnikova-radiorevoluyuzciya-ta-ii-naslidki/>
(дата звернення: 15.04.2025).

12. Блокування каналів витоку інформації.
URL: <https://prezi.com/p/i1cjl4jrpqqr/presentation/> (дата звернення: 15.04.2025).

13. Павленко Я. С. Спеціальні дослідження з виявлення акустоелектричних каналів витоку інформації / Я. С. Павленко ; наук. керівник проф. А. М. Олейніков // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 28-го Міжнар. молодіж. форуму, 16–18 квітня 2024 р. Харків : ХНУРЕ, 2024. Т. 3. С. 401–402.

14. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Технічні засоби захисту інформації» для студентів освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 12 Інформаційні спеціальності 125 «Кібербезпека» / Укл.: Яцків В.В., Кулина С.В. Тернопіль 2023. 88 с.

15. Мандрона М.М., Лебедєв М.Ю., Боднарук Д.Б. Методи захисту телефонних ліній від несанкціонованого прослуховування переговорів.
URL: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://vir.t.ludubgd.edu.ua/pluginfile.php/14209/mod_folder/content/0/ (дата звернення: 20.04.2025).

16. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни «Методи і засоби захисту інформації» (Частина 1) / Укл.: В.О. Костенко, І.М. Сметанін. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. 66 с.

17. Методи та засоби захисту інформації: Конспект лекцій / Укладач В.І. Стаценко. Друге навчальне видання. Дніпро: Репозиторій ФТФ ДНУ, 2022. 132с.

18. Данілов В.В., Котенко А.М. Напрями захисту акустичної інформації на об'єкті інформаційної діяльності. Сучасний захист інформації. №4(44). 2020. С.18-22.

19. Блінцов В.С., Касьянов Ю. І., Нужний С. М. Особливості захисту акустичної інформації на суднах та експериментальна оцінка звукоізоляції.
URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/3712/blintsovskasianovyuinuzhnyism.pdf> (дата звернення: 21.04.2025)

20. Larysa Kriuchkova, & Ivan Tsmokanych. (2021). Overview of methods of protection of acoustic information against leaks by channels formed by high-frequency

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			69

impositions. International Journal of Innovative Technologies in Social Science. 2021. №3(31). P.1-8.

21. Methods and techniques of protecting information from leakage by technical channels via side electromagnetic radiation / P. Sydorkin and ets. Political Science and Security Studies Journal. 2021. Vol. 2, No. 3. P.16-25.

22. Oleynikov A., Bilotserkivets O., Shirokyi O. Modeling the Acoustic Channel of Voice Information Leakage / A. Oleynikov, // V International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA-2023), Kharkiv, Ukraine, 2023. P. 17-18.

23. Fan Qian, Minghui Hu. Numerical simulation of leakage flow field and acoustic characteristics for safety valve. MATEC Web of Conferences 336, 01007. 2021. P. 1-7.

24. Корпань Я.В. Класифікація загроз інформаційній безпеці в комп'ютерних системах при віддаленій обробці даних. URL: <http://dspace.nbuu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/131565/04-Korpan.pdf?sequence=1> (дата звернення: 22.04.2025).

25. Глоба Л. Розробка інформаційних ресурсів та систем : підручник. Київ : Політехніка, 2023. 380 с.

26. Новіков М. В., Грайворонський О. М. Безпека інформаційно-комунікаційних систем : підручник. Київ : Вид. Група ВНУ, 2020. 698 с.

27. Сазонець О. М. Інформаційні системи та технології в управлінні зовнішньобезпековою діяльністю. Київ : Центр навч. Літ., 2023. 256 с.

28. Кузнецова М.Г. Застосування механізмів підвищення живучості для забезпечення захищеності інформаційного ресурсу в розподілених системах. Реєстрація, зберігання і обробка даних. 2022. Т.8. №3. С. 40-47.

29. Присяжнюк М., Рідей Н., Титова Н. Інформаційна безпека та кібербезпека держави. Дніпро : Ліра До, 2024. 224 с.

30. Романюк Б., Гавловський В., Гуцалюк М. Виявлення та розслідування злочинів, що вчиняються у сфері інформаційних технологій : Навчально –метод. Посіб. / ред. В. Бутузов. Одеса : Од. Юрид. Акад., 2024. 144 с.

31. Матов О.Я., Василенко В.С. Модель загроз у розподілених мережах.

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			70

Реєстрація, зберігання і обробка даних. 2019. Т.10. №1. С. 91-102.

32. Інформаційна та кібернетична безпека підприємства : підручник / Г. М. Гулак та ін. Львів : Магнолія, 2023. 370 с.

33. Мобільний генератор шуму iProTech MNG-300 Rabbler. URL: <https://lockers.com.ua/mobilnij-generator-shuma-mng-300-rabbler/> (дата звернення: 1.05.2025).

34. Пригнічувач диктофонів комплект Plux NOISE 3S. URL: <https://lockers.com.ua/podavitel-diktofonov-komplekt-plux-noise-3s/> (дата звернення: 5.05.2025).

35. Генератор шуму iProTech DNG-2300. URL: <https://lockers.com.ua/generator-shuma-dng-2300/> (дата звернення: 5.05.2025).

36. Вібраційний випромінювач TRN-2000 для DNG-2300. URL: <https://lockers.com.ua/vibratsionnyj-izluchatel-trn-2000-6652-05-trn-2000/> (дата звернення: 5.05.2025).

37. Акустичний випромінювач OMS-2000. URL: <https://lockers.com.ua/akusticheskij-izluchatel-oms-2000-6650-05-oms-2000/> (дата звернення: 5.05.2025).

38. Генератор шумових сигналів МАРС-ТЗО-4-2. URL: <https://tzi.com.ua/mars-tzo42.html> (дата звернення: 5.05.2025).

39. Колонка акустична захищена «МАРС – АКЗ». URL: <https://www.mars.com.ua/img/files/2Spik.pdf> (дата звернення: 5.05.2025).

40. Колонка акустична захищена МАРС-АКЗ. URL: <https://tzi.com.ua/mars-ak3.html> (дата звернення: 5.05.2025).

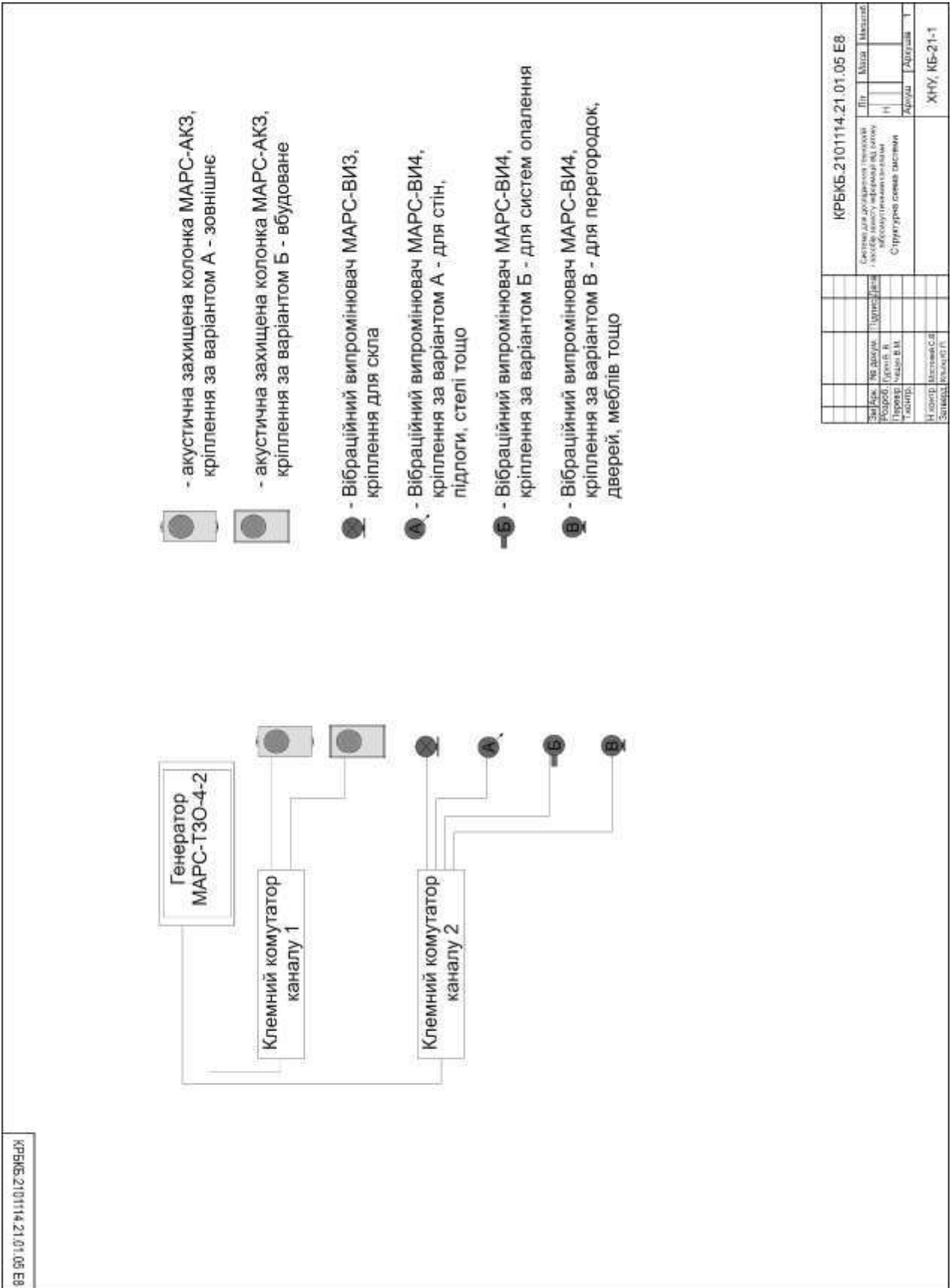
41. Вібровипромінювач ВИ3 (для вікна). URL: <https://tzi.com.ua/vi3.html> (дата звернення: 5.05.2025).

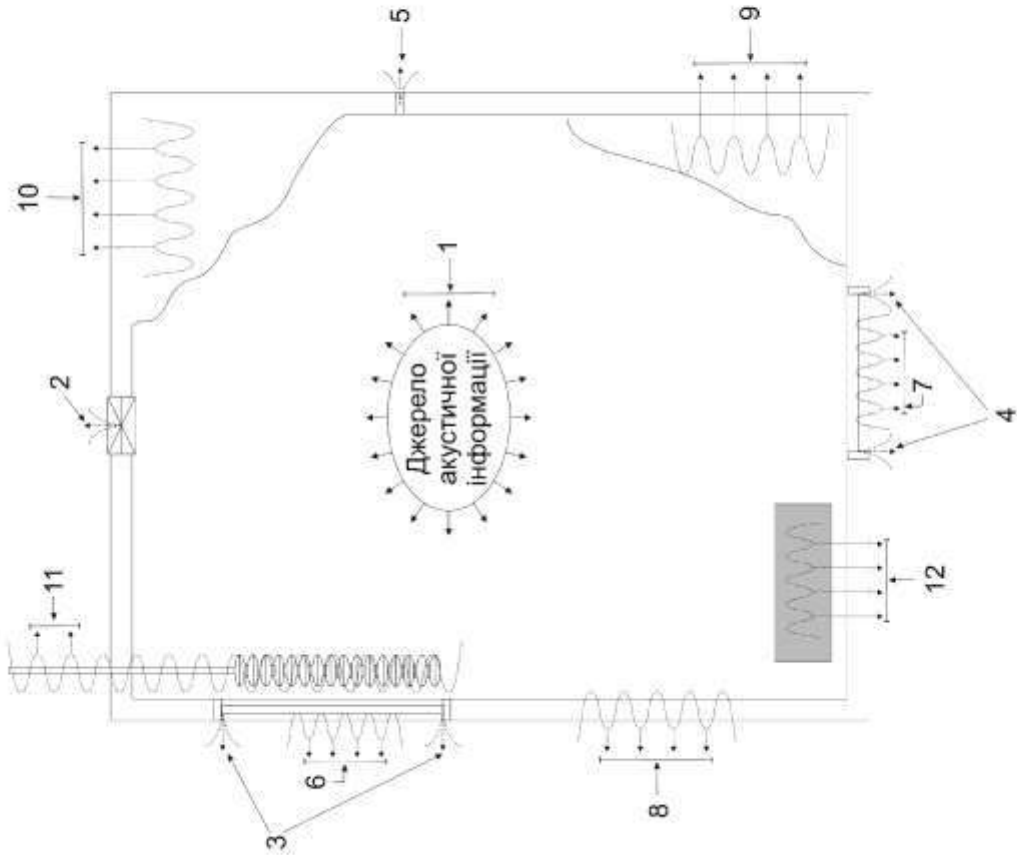
42. Вібровипромінювач ВИ4 (для стіни, потолка, полу та системи опалення). URL: <https://tzi.com.ua/vi4.html> (дата звернення: 5.05.2025).

43. Генератор шумових сигналів МАРС-ТЗО-4-2. URL: https://tzi.ua/ua/generator_shumovih_signalv_mars-tzo-4-2 (дата звернення: 5.05.2025).

						КРБКБ.2101114.21.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			71

Додаток А
(обов'язковий)
Копії графічної частини





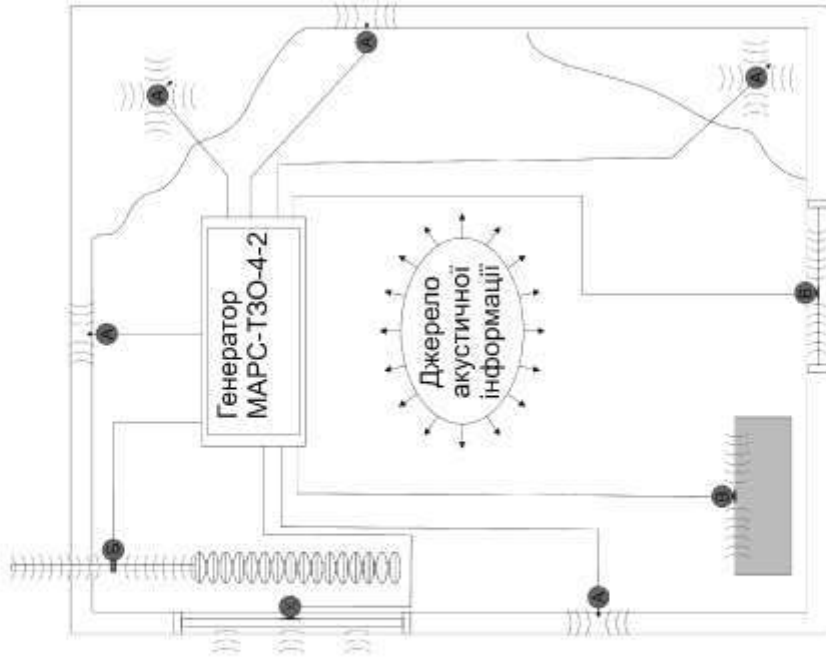
Акустичні канали витоку

- 1 - повітряне середовище
- 2 - вентиляція
- 3 - щільні віконних конструкцій
- 4 - щільні дверних конструкцій
- 5 - отвори і щільни в стінах

Віброакустичні канали витоку

- 6 - віконне скло
- 7 - дверне полотно
- 8 - стіни
- 9 - підлога
- 10 - стеля
- 11 - система опалення
- 12 - меблі

КРБМКБ.2101114.21.01.05 ЕВ		Дп	Міжп	Міжпідп
Зав.Дир.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Дізн. в.			
Проєкт.	Маш. в.м.			
Т. констр.				
Н. констр.	Відомост. С.В.			
Затверд.	Відом. Ю.П.			
Система для дослідження температур і вологості інформації від витоку робочих рідинних середовищ				
Схема управління системою витоку акустичної інформації в приміщенні				
ХНУ, КБ-21-1				



- - Вібраційний випромінювач МАРС-ВИЗ, кріплення для скла
- - Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4, кріплення за варіантом А - для стін, підлоги, стелі тощо
- - Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4, кріплення за варіантом Б - для систем опалення
- - Вібраційний випромінювач МАРС-ВИ4, кріплення за варіантом В - для перегородок, дверей, меблів тощо

Зам. № докум.		Підпис	Дата	Дп.	Місце	Місцезна
Розроб.		Сем. Б.				
Перев.		Мал. В.М.				
Т. центр						
Н. центр		Міхалюк С.В.				
Затверд.		Коч. Ю.Г.				
КРББК.210114.21.01.05.ЕВ				Система для дослідження температурних режимів і зовнішньої інформації від вітрянних робочих пристроїв системи опалення		
Схема передавання інформації каналом випромінювача				ХНУ, КБ-21-1		

Завідувачу кафедри кібербезпеки
к.т.н., доц. Кльоцу Ю.П.

Гурина Віталія Васильовича

ІІІБ здобувача вищої освіти

Студента ФІТ, 4 курсу, групи КБ-21-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 31.08.2023, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

25.05.25

дата



Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Гурін Віталій Васильович

Співавтор:

Назва: Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами

Науковий керівник:

Підрозділ: Кафедра кібербезпеки

Коефіцієнт подібності 1: 0.9%

Коефіцієнт подібності 2: 0.3%

Мікропробіли: 0

Заміна букв: 0

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2025-05-28 18:43:44.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

Дата 29

експерт

 Цеслик В. М.

Anti-Plagiarism v-15.258 (global version)

The maximum coincidence with one document 1.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. Errors in the documents: 5%

ID: 242311 Title: Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами Added in a DB: 2025-05-28 Authors: Гурин Віталій Васильович Heads: Чешун В.М. Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	83510	1250	671 (1%)	7 (1%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ КІБЕРБЕЗПЕКИ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованою системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витoku віброакустичними каналами

Автор: Гурин Віталій Васильович

Спеціальність: 125 – Кібербезпека

Освітня програма: Кібербезпека

Науковий керівник: Віктор ЧЕШУН, канд. техн. наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою StrikePlagiarism складає 99,1%, оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Anti-Plagiarism складає 99%.

Згідно з правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 24.09.2024, авторська робота, обсяг оригінального тексту у відсотках до загального обсягу матеріалу в якій складає 90-100%, визначається роботою з високою унікальністю тексту і допускається до захисту.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри кібербезпеки



Віктор ЧЕШУН

Віктор ЧЕШУН

Юрій КЛЬОЦ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
освітнього ступеня «бакалавр»

Студент Гурин Віталій Васильович

Тема Система для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами

Галузь знань _____ 12 – Інформаційні технології

Спеціальність _____ 125 – Кібербезпека та захист інформації

Обсяг кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «магістр»:

кількість листів креслень _____ 3 _____; кількість сторінок записки _____ 71 _____

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами. В роботі здійснено класифікацію каналів витоку акустичної інформації, запропоновано і надано опис схеми утворення каналів витоку акустичної інформації, розроблено схему системи для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами, а також схеми блокування акустичних і віброакустичних каналів витоку акустичної інформації.
2. Висновок про відповідність кваліфікаційної роботи завданню Кваліфікаційна робота відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині.
3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У вступі подана загальна характеристика роботи. В першому розділі здійснено огляд існуючих систем і технологій захисту акустичної інформації від витоків, розглянуто акустичну інформацію як об'єкт захисту та канали її витоку, проведено аналіз публікацій щодо захисту акустичної інформації, зроблено огляд засобів захисту акустичної інформації від витоку, здійснено постановку задачі. В другому розділі проведено класифікацію каналів витоку акустичної інформації, розроблено схему утворення каналів витоку акустичної інформації. В третьому розділі представлено опис проєкту системи, розробленої для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку через віброакустичні канали, вказано цільове призначення системи та детально розглянуто технічні характеристики її основних компонентів; запропоновано структурну схему організації системи, а також розроблено й описано рішення для блокування каналів витоку акустичної інформації за допомогою відповідних засобів.
4. Позитивні сторони роботи Кваліфікаційна робота має практичну цінність через орієнтованість на виготовлення стенду, призначеного для дослідження технологій і засобів захисту інформації від витоку віброакустичними каналами.

5. Негативні сторони роботи В роботі відсутня інформація про реалізацію запропонованої системи у вигляді готового виробу.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи Оформлення всіх матеріалів кваліфікаційної роботи є якісним, здійснене з дотриманням актуальних стандартів та інституційних положень ХНУ. Пояснювальна записка відповідає нормам щодо її оформлення як за структурою, так і за представленням і форматуванням матеріалу.

7. Відгук про роботу в цілому Кваліфікаційна робота заслуговує позитивної оцінки. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та наскрізно пов'язаний. Усі розділи роботи послідовні та логічні, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках тематики кваліфікаційної роботи. Графічний, презентаційний та ілюстративний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу для досягнення поставленої мети.

8. Інші зауваження

9. Оцінка кваліфікаційної роботи Враховуючи всі позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що вона заслуговує оцінку «добре»

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Підченко Сергій Костянтинович

завідувач кафедри ТМІТ, доктор технічних наук, професор

« 2 » 06 2024.



(підпис)