

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут електроенергетики
Факультет інформаційних технологій
Кафедра безпеки інформації та телекомунікацій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

студента Юркова Сергія Руслановича

академічної групи 125м-22-2

спеціальності 125 Кібербезпека

спеціалізації¹

за освітньо-професійною програмою Кібербезпека

на тему Вдосконалення методики визначення звукоізоляційних
характеристик виділених приміщень

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	д.т.н., проф. Корнієнко В.І.			
розділів:				
спеціальний	д.т.н., проф. Корнієнко В.І.			
економічний	к.е.н., доц. Пілова Д.П.			
Рецензент				
Нормоконтролер	ст. викл. Мєшков В.І.			

Дніпро
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
безпеки інформації та телекомунікацій
_____ д.т.н., проф. Корнієнко В.І.

« _____ » _____ 20 ____ року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістра**

студенту _____ *Юркову Сергію Руслановичу* _____ академічної групи _____ *125м-22-2*
(прізвище ім'я по-батькові) (шифр)

спеціальності _____ *125 Кібербезпека*

за освітньо-професійною програмою _____ *Кібербезпека*

на тему _____ *Вдосконалення методики визначення звукоізоляційних
характеристик виділених приміщень*

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Захист мовної інформації	02.11.2023
Розділ 2	Вдосконалення методики перевірки звукоізоляційних характеристик виділених приміщень	16.11.2023
Розділ 3	Економічна частина	30.11.2023

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Корнієнко В.І.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі: _____

Дата подання до екзаменаційної комісії: _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Юрков С.Р.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка представлена на 83 с., містить 17 рис., 14 табл., 4 додатки, 15 джерел.

Об'єкт дослідження: методика визначення звукоізоляційних характеристик виділених приміщень.

Мета кваліфікаційної роботи: підвищення рівня захищеності мовної інформації.

В кваліфікаційній роботі дана характеристика методичних підходів до оцінки ефективності захисту мовної інформації.

Проведено аналіз розрахунково-графічного методу визначення звукоізоляції виділених приміщень. Запропоновано вдосконалення методу визначення індексу звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділеного приміщення. Побудовано графіки частотних характеристик звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділеного приміщення. Розроблено алгоритм розрахунку індексу звукоізоляції масивних однорідних огорожувальних конструкцій виділеного приміщення.

В економічному розділі визначено капітальні витрати на розробку удосконаленої методики перевірки звукоізоляційних характеристик виділених приміщень та отримано економічний ефект від реалізації запропонованих рішень.

Практичне значення роботи полягає у підвищенні ефективності контролю звукоізоляції виділених приміщень.

Результати здійснених у кваліфікаційній роботі досліджень можуть бути використані для визначення рівня захищеності мовної інформації у виділених приміщеннях.

Наукова новизна дослідження полягає у вдосконаленні методики визначення індексу звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень.

МОВНА ІНФОРМАЦІЯ, ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ, ПАСИВНИЙ ЗАХИСТ, ЗВУКОПОГЛИНАННЯ, ІНДЕКС ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ

THE ABSTRACT

Explanatory note consists of 83 pages, 17 figures, 14 tables, 4 appendices, 15 sources.

Object of research: determining the soundproofing characteristics method of allocated premises.

Objective of the qualification work: raising the voice information security.

The characteristic of methodological approaches to evaluating the effectiveness of voice data protection is given.

The settlement-graphic method for checking sound insulation of selected rooms is analyzed. The improved method for determining the sound insulation index of the allocated premises walling is offered. The frequency characteristics graphs of sound insulation for selected premise walling are built. An algorithm for calculating the sound insulation index of massive walling is developed.

The economic section defines capital expenditures for the development of improved sound insulation characteristics verification method. The economic effect from the implementation of the proposed solutions is received.

The practical significance of the work is to improve the efficiency of acoustic monitoring in allocated rooms.

The results of the research can be used to determine the security level of voice data in selected areas.

Scientific novelty of the research is to improve the methods for determining the sound insulation index of selected rooms walling.

VOICE DATA, SOUND INSULATION, PASSIVE PROTECTION, SOUND ABSORBING, INDEX OF ACOUSTIC INSULATION

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВП - виділене приміщення;

ТКВІ - технічний канал витоку інформації;

КЗ - контрольована зона;

ОТЗС - основні технічні засоби і системи;

ДТЗС - допоміжні технічні засоби і системи;

ТЗР - технічні засоби розвідки;

ТА - телефонний апарат.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ЗАХИСТ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	9
1.1 Акустичний сигнал та мовна інформація	9
1.2 Поглинання, відбиття і проходження звуку	10
1.3 Технічні канали витоку мовної інформації	11
1.3.1 Повітряні технічні канали витоку інформації	12
1.3.2 Вібраційні технічні канали витоку інформації	13
1.3.3 Електроакустичні технічні канали витоку інформації	13
1.3.4 Оптико-електронний технічний канал витоку інформації	15
1.3.5 Параметричні технічні канали витоку інформації	15
1.4 Методи і засоби захисту мовної інформації	17
1.4.1 Організаційно-технічні засоби захисту	18
1.4.2 Пасивні технічні засоби захисту	19
1.4.3 Активні технічні засоби захисту	22
1.5 Методи та засоби звукоізоляції і звукопоглинання	24
1.5.1 Звукоізолюючі і звукопоглинаючі засоби	27
1.5.2 Класифікація звукоізолюючих огорож	30
1.5.3 Класифікація звукопоглинаючих матеріалів	31
1.6 Перевірка звукоізоляційної здатності огорожувальних конструкцій	33
1.6.1 Апаратурні методи перевірки	35
1.6.2 Апаратура та її розміщення	36
1.6.3 Порядок проведення вимірювань	38
1.7 Методичні підходи до оцінки ефективності захисту мовної інформації .	41
1.8 Висновки до першого розділу	45
РОЗДІЛ 2. ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПЕРЕВІРКИ	
ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИДІЛЕНИХ ПРИМІЩЕНЬ	46
2.1 Розрахунково-графічний метод перевірки звукоізоляції виділених	
приміщень	46
2.1.1 Розрахунок ізоляції повітряного шуму масивними огорожувальними	
конструкціями	46

2.1.2 Розрахунок ізоляції повітряного шуму тонкими конструкціями з листових матеріалів	49
2.1.3 Нормовані параметри звукоізоляції огорожувальних конструкцій .	51
2.1.4 Визначення ізоляції повітряного шуму конструкцією з декількох частин	52
2.1.5 Алгоритм розрахунків індексу ізоляції повітряного шуму	53
2.2 Вдосконалення розрахунку ізоляції повітряного шуму масивними огорожувальними конструкціями	54
2.2.1 Визначення розрахункового коефіцієнту k	55
2.2.2 Вдосконалений алгоритм визначення ізоляції повітряного шуму масивними огорожувальними конструкціями	57
2.3 Розрахунок звукоізоляції експериментального приміщення	57
2.3.1 Опис експериментального приміщення	58
2.3.2 Розрахунок індексу звукоізоляції огорожувальних конструкцій експериментального приміщення	58
2.4 Висновки до другого розділу	65
РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	66
3.1 Необхідність обґрунтування витрат на реалізацію політики безпеки.....	66
3.2 Розрахунок капітальних витрат	66
3.2.1 Розрахунок заробітної плати системного адміністратора.....	67
3.2.2 Розрахунок капітальних витрат.....	68
3.3 Розрахунок поточних (експлуатаційних) витрат	69
3.4 Визначення збитку від поломок обладнання	71
3.5 Загальний ефект від впровадження моделі	73
3.6 Визначення та аналіз показників економічної ефективності моделі.....	73
3.7 Висновок	74
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77
ДОДАТОК А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	79
ДОДАТОК Б. Перелік документів на оптичному носії.....	80
ДОДАТОК В. Відгук керівника економічного розділу	81
ДОДАТОК Г. Відгук керівника кваліфікаційної роботи	82

ВСТУП

В сучасних умовах інформація відіграє вирішальну роль як у процесі економічного розвитку, так і в ході конкурентної боротьби на внутрішньому і зовнішньому ринках. Враховуючи особливості розташування більшості комерційних підприємств в житлових будинках, де офіси відокремлені від невідомих сусідів несучими конструкціями з недостатнім акустичним захистом, завдання захисту конфіденційних переговорів стає особливо актуальним і досить складним. Оцінка звукоізоляційних властивостей приміщень в цілому і огорожувальних конструкцій зокрема є одним з найважливіших аспектів підготовки приміщення до переговорів конфіденційного характеру.

Метою роботи є підвищення рівня захищеності мовної інформації у виділених приміщеннях. Завдання досліджень полягає у аналізі існуючих методичних підходів до контролю звукоізоляції виділених приміщень, визначенні альтернативної методики перевірки звукоізоляції виділених приміщень та рекомендацій щодо її вдосконалення.

Об'єкт дослідження являє собою розрахунково-графічний метод перевірки звукоізоляційних характеристик виділених приміщень. Більш детальному розгляду підлягає спосіб розрахунку частотної характеристики ізоляції повітряного шуму однорідними масивними огорожувальними конструкціями виділених приміщень. В якості інструменту дослідження використовується метод порівняння.

Наукова новизна дослідження полягає у вдосконаленні методики визначення індексу звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень.

Підвищення ефективності контролю звукоізоляції виділених приміщень та запобігання витоку мовної інформації акустичним каналом під час проведення конфіденційних переговорів складає практичне значення досліджень.

РОЗДІЛ 1. ЗАХИСТ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Акустичний сигнал та мовна інформація

Сигнали являють собою матеріальні носії інформації. Згідно зі своєю фізичною природою сигнали можуть бути електричними, електромагнітними, акустичними і т.д. Тобто сигналами, як правило, є електромагнітні, механічні та інші види коливань (хвиль), а інформація міститься в їх параметрах, що змінюються.

Залежно від природи сигнали поширюються в певних фізичних середовищах. У загальному випадку середовищем поширення можуть бути газові (повітряні), рідинні (водні) і тверді середовища. Наприклад, повітряний простір, конструкції будівель, з'єднувальні лінії і струмопровідні елементи, ґрунт (земля) і т.п.

Під акустичною мається на увазі інформація, носієм якої є акустичні сигнали. У тому випадку, якщо джерелом інформації є людська мова, акустична інформація називається мовною.

Акустичний сигнал є збуренням пружного середовища, яке відображається як виникнення акустичних коливань різної форми і тривалості. Акустичними називають механічні коливання часток пружного середовища, що поширюються від джерела коливань в навколишній простір у вигляді хвиль різної довжини.

Первинними джерелами акустичних коливань є механічні коливальні системи, наприклад органи мови людини, а вторинними - перетворювачі різного типу, в тому числі електроакустичні. Останні являють собою пристрої, призначені для перетворення акустичних коливань в електричні і навпаки. До них відносять п'єзоелементи, мікрофони, телефони, гучномовці та інші пристрої.

Залежно від форми акустичних коливань розрізняють прості (тональні) і складні сигнали. Тональний - це сигнал, що викликається коливанням, які відбуваються за синусоїдальним законом. Складний сигнал включає цілий

спектр гармонічних складових. Мовний сигнал є складним акустичним сигналом в діапазоні частот від 200 ... 300 Гц до 4 ... 6 кГц.

1.2 Поглинання, відбиття і проходження звуку

Якщо джерело звуку розташоване в приміщенні, то звукові хвилі будуть поширюватися від джерела звуку доки не досягнуть меж приміщення або розташованих в ньому огорожувальних конструкцій, де частина звукової енергії буде відбита, частина поглинута, а частина передана крізь несучі конструкції приміщення (рис. 1.1).

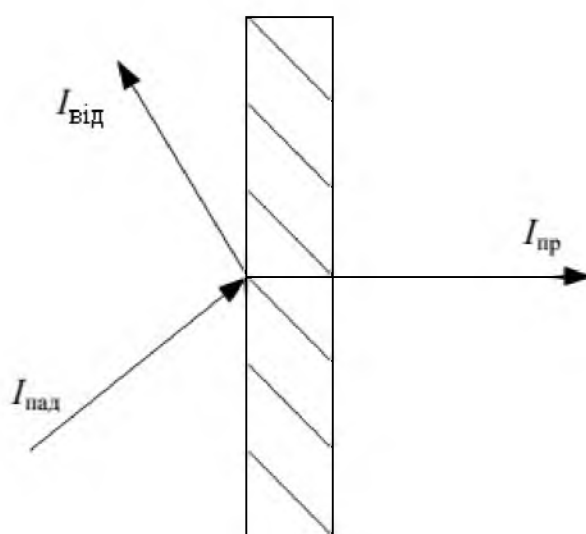


Рисунок 1.1 - Схема проходження звуку крізь перешкоду

Рівняння балансу звукової енергії має наступний вигляд:

$$I_{пад} = I_{погл} + I_{від} + I_{пр} , \quad (1.1)$$

де $I_{пад}$, $I_{погл}$, $I_{від}$, $I_{пр}$ - інтенсивність падаючого, поглиненого, відбитого і переданого звуку, відповідно.

Відношення інтенсивності переданого звуку до інтенсивності падаючого звуку називається коефіцієнтом звукопровідності:

$$\tau = \frac{I_{пр}}{I_{пад}} \quad (1.2)$$

Звукоізоляцією називають величину, яка зворотна коефіцієнту звукопровідності. Звукоізоляція характеризує процес відбиття звуку і є мірою ступеня звуконепроникності перешкоди. Значення звукоізоляції визначається наступним чином:

$$ZI = 10\lg(1/\tau) \quad (1.3)$$

Коефіцієнт звукопоглинання визначається відношенням інтенсивності поглиненого конструкцією звуку до інтенсивності падаючого:

$$\alpha = \frac{I_{\text{погл}}}{I_{\text{пад}}} \quad (1.4)$$

Звукопоглинання характеризує фізичний процес переходу звукової енергії в теплову, а коефіцієнт звукопоглинання служить мірою звукопоглинання.

1.3 Технічні канали витоку мовної інформації

Під технічним каналом витоку інформації (ТКВІ) розуміють сукупність об'єкта розвідки, технічного засобу розвідки (ТЗР), за допомогою якого перехоплюється інформація про об'єкт, і фізичного середовища, в якому поширюється інформаційний сигнал. По суті, під ТКВІ розуміють спосіб отримання за допомогою ТЗР розвідувальної інформації про об'єкт.

Залежно від фізичної природи виникнення інформаційних сигналів, середовища поширення акустичних коливань і способів їх перехоплення технічні канали витоку акустичної (мовної) інформації можна розділити на повітряні, вібраційні, електроакустичні, оптико-електронні і параметричні.

1.3.1 Повітряні технічні канали витоку інформації

У повітряних технічних каналах витоку інформації середовищем поширення акустичних сигналів є повітря, і для їх перехоплення використовують мініатюрні високочутливі мікрофони і спеціальні спрямовані мікрофони.

Мініатюрні мікрофони об'єднуються (або з'єднуються) з портативними звукозаписними пристроями (диктофонами) або спеціальними мініатюрними передавачами. Автономні пристрої, які конструкційно об'єднують мініатюрні мікрофони і передавачі, називають закладними пристроями перехоплення мовної інформації, або просто акустичними закладками. Перехоплена закладними пристроями мовна інформація може передаватися по радіоканалу, оптичному каналу (в інфрачервоному діапазоні довжин хвиль), по мережі змінного струму, з'єднувальним лініям допоміжних технічних засобів і систем (ДТЗС), стороннім провідникам (трубам водопостачання і каналізації, металоконструкціям і т.п.). Для передачі інформації по трубах і металоконструкціям можуть використовуватися не тільки електромагнітні, а й механічні ультразвукові коливання.

Приймання інформації, що передається закладними пристроями, здійснюється, як правило, на спеціальні приймальні пристрої, що працюють у відповідному діапазоні довжин хвиль. Однак зустрічаються закладні пристрої, приймання інформації з яких можна здійснювати зі звичайного телефонного апарату. Такі пристрої встановлюються або безпосередньо в корпусі телефонного апарату, який знаходиться в контрольованому приміщенні і званому "телефоном-спостерігачем", або підключаються до телефонної лінії, найчастіше в телефонну розетку.

Подібний пристрій конструкційно об'єднує мініатюрний мікрофон та спеціальний блок комутації і часто називається "телефонним вухом". Блок комутації підключає мікрофон до телефонної лінії при додзвоні за певною схемою до "телефону-спостерігача" або при подачі в лінію спеціального кодованого сигналу. Використання портативних диктофонів і акустичних

закладок вимагає проникнення на контрольований об'єкт (в приміщення). У тому випадку, коли це не вдається, для перехоплення мовної інформації використовуються спрямовані мікрофони.

1.3.2 Вібраційні технічні канали витоку інформації

У вібраційних (структурних) технічних каналах витоку інформації середовищем розповсюдження акустичних сигналів є конструкції будівель, споруд (стіни, стелі, підлоги), труби водопостачання, опалення, каналізації та інші тверді тіла. Для перехоплення акустичних коливань в цьому випадку використовуються контактні мікрофони (стетоскопи). Контактні мікрофони, які з'єднані з електронним підсилювачем називають електронними стетоскопами [4].

Через вібраційний канал також може відбуватися перехоплення інформації з використанням закладних пристроїв. В загальних випадках для передачі інформації використовують радіоканал, тому такі пристрої часто називають радіостетоскопами. Може бути можливим використання закладних пристроїв з передачею інформації по оптичному каналу в ближньому інфрачервоному діапазоні довжин хвиль, а також по ультразвуковому каналу (по металоконструкціях будівлі).

1.3.3 Електроакустичні технічні канали витоку інформації

Електроакустичні технічні канали витоку інформації виникають за рахунок електроакустичних перетворень акустичних сигналів в електричні і являють собою перехоплення акустичних коливань через ДТЗС, які володіють "мікрофонним ефектом", а також шляхом "високочастотного нав'язування" [5].

Деякі елементи ДТЗС. в тому числі трансформатори, котушки індуктивності, електромагніти вторинних електронних годинників, дзвінків телефонних апаратів, дроселі ламп денного світла. електрореле і т. п. мають властивість змінювати свої параметри (ємність, індуктивність, опір) під дією акустичного поля, що створюється джерелом акустичних коливань.

Змінення параметрів призводить або до появи на даних елементах електрорушійної сили (ЕРС), яка змінюється згідно із законом впливаючого інформаційного акустичного поля, або до модуляції струмів, що протікають по цих елементах, інформаційним сигналом. Наприклад, акустичне поле, впливай на якір електромагніту телефонного дзвінка, викликає його коливання. В результаті чого змінюється магнітний потік сердечника електромагніту. Зміна цього потоку викликає появу ЕРС самоіндукції в котушці дзвінка, яка змінюється згідно із законом зміни акустичного поля. ДТЗС, крім зазначених елементів, можуть містити безпосередньо електроакустичні перетворювачі.

Такими ДТЗС є деякі датчики пожежної сигналізації, гучномовці ретрансляційної мережі і т.д. Ефект електроакустичного перетворення акустичних коливань в електричні часто називають "мікрофонним ефектом". З ДТЗС, які мають "мікрофонний ефект", найбільшу чутливість до акустичного поля мають абонентські гучномовці і деякі датчики пожежної сигналізації. Перехоплення акустичних коливань в даному каналі витоку інформації здійснюється шляхом безпосереднього підключення до з'єднувальних ліній ДТЗС, які мають "мікрофонний ефект", спеціальних високочутливих низькочастотних підсилювачів.

Наприклад, підключаючи такі засоби до з'єднувальних ліній телефонних апаратів з електромеханічними дзвінками, можна прослуховувати розмови, що ведуться в приміщеннях, де встановлені ці апарати. Технічний канал витоку інформації шляхом "високочастотного нав'язування" може бути здійснений шляхом несанкціонованого контактного введення струмів високої частоти від відповідного генератора в лінії (ланцюги), що мають функціональні зв'язки з нелінійними або параметричними елементами ДТЗС, на яких відбувається модуляція високочастотного сигналу інформаційним. Інформаційний сигнал в даних елементах ДТЗС з'являється внаслідок електроакустичного перетворення акустичних сигналів в електричні.

Виходячи з того, що нелінійні або параметричні елементи ДТЗС для високочастотного сигналу, як правило, являють собою неузгоджене

навантаження, промодульований високочастотний сигнал буде відбиватися від нього і поширюватися в зворотному напрямку по лінії або випромінюватися. Для прийому випромінених або відбитих високочастотних сигналів використовуються спеціальні приймачі з досить високою чутливістю. Для виключення впливу зондуючого і перевідображеного сигналів можуть використовуватися імпульсні сигнали.

Найчастіше такий канал витоку інформації використовується для перехоплення розмов, що ведуться в приміщенні, через телефонний апарат, який має вихід за межі контрольованої зони. Для виключення впливу високочастотного сигналу на апаратуру АТС в лінію встановлюється спеціальний високочастотний фільтр.

1.3.4 Оптико-електронний технічний канал витоку інформації

Оптико-електронний (лазерний) канал витоку акустичної інформації утворюється при опроміненні лазерним променем віброуючих в акустичному полі тонких відображаючих поверхонь (скла вікон, картин, дзеркал і т.д.). Відбите лазерне випромінювання (дифузне або дзеркальне) модулюється за амплітудою і фазою (згідно із законом вібрації поверхні) і приймається приймачем оптичного (лазерного) випромінювання, при демодуляції якого виділяється мовна інформація. Важливо зазначити, що у такому випадку лазер і приймач оптичного випромінювання можуть бути встановлені в одному або різних місцях (приміщеннях). Для перехоплення мовної інформації через даний канал використовуються складні лазерні акустичні локаційні системи, які іноді називають "лазерними мікрофонами". Працюють вони, як правило, в ближньому інфрачервоному діапазоні хвиль [7].

1.3.5 Параметричні технічні канали витоку інформації

В результаті впливу акустичного поля змінюється тиск на всі елементи високочастотних генераторів ТЗП і ДТЗС. При цьому змінюється (незначною мірою) взаємне розташування елементів схем, проводів в котушках індуктивності, дроселів і т. п., що може призвести до змін параметрів

високочастотного сигналу, наприклад до модуляції його інформаційним сигналом. Тому цей канал витоку інформації називають параметричним. Це обумовлено тим, що незначна зміна взаємного розташування, наприклад, проводів в котушках індуктивності (межвиткової відстані) призводить до зміни їх індуктивності, а, отже, до зміни частоти випромінювання генератора, тобто до частотної модуляції сигналу.

В іншому випадку вплив акустичного поля на конденсатори призводить до зміни відстані між пластинами і, отже, до зміни їх ємності, що, в свою чергу, також призводить до частотної модуляції високочастотного сигналу генератора. Найчастіше спостерігається паразитна модуляція інформаційним сигналом випромінювань гетеродинів радіоприймальних і телевізійних пристроїв, що знаходяться в виділених приміщеннях і мають конденсатори змінної ємності з повітряним діелектриком в коливальних контурах гетеродинів.

Промодульовані інформаційним сигналом високочастотні коливання випромінюються в навколишній простір і можуть бути перехоплені засобами радіорозвідки. Параметричний канал витоку інформації може бути реалізований і шляхом "високочастотного опромінення" приміщення, де встановлені напівактивні закладні пристрої, що мають елементи деякі параметри яких (наприклад, добротність і резонансна частота об'ємного резонатора) змінюються згідно із законом зміни акустичного (мовного) сигналу.

При опроміненні потужним високочастотним сигналом приміщення, в якому встановлено такий закладний пристрій, в останньому при взаємодії електромагнітного поля, що опромінює закладний пристрій, зі спеціальними елементами закладки (наприклад, чвертьхвильовим вібратором) відбувається утворення вторинних радіохвиль, тобто перевідбиття електромагнітного поля. А спеціальний пристрій закладки (наприклад, об'ємний резонатор) забезпечує амплітудну, фазову або частотну модуляцію перевідбитого сигналу за законом

зміни мовного сигналу. Закладки такого типу іноді називають напівактивними.

Для перехоплення інформації через даний канал крім закладного пристрою необхідні спеціальний передавач зі спрямованою антеною і приймач.

1.4 Методи і засоби захисту мовної інформації

Виділеними (такими, що підлягають захисту) приміщеннями називають приміщення (службові кабінети, конференц-зали та т. п.), які спеціально призначені для проведення різних заходів, де виголошується конфіденційна інформація (нарад, обговорень, переговорів і т. п.).

Захисту підлягає як саме приміщення, так і технічні засоби, розташовані в цьому приміщенні. Крім того, передбачаються заходи захисту від різних ТЗР, які можуть бути використані зловмисником для несанкціонованого отримання або впливу на інформацію, що підлягає захисту.

Заходи з акустичного захисту об'єкта містять кілька етапів:

- 1 визначення необхідного ступеня захищеності (категорювання) виділеного приміщення;
- 2 визначення необхідних захисних заходів для протидії можливному застосуванню зловмисником різних ТЗР;
- 3 визначення ступеня відповідності виділених приміщень об'єкта рекомендованим вимогам за допомогою вимірювальних способів;
- 4 проведення додаткових захисних заходів за результатами визначення ступеня відповідності (якщо необхідно);
- 5 проведення контролю захищеності виділених приміщень в процесі експлуатації.

Захисні заходи з блокування акустичних каналів витоку інформації включають:

- 1 організаційно-технічні заходи;
- 2 технічні заходи (активні, пасивні та комбіновані способи захисту).

1.4.1 Організаційно-технічні засоби захисту

Організаційно-технічні заходи спрямовані, як правило, на оперативне вирішення питань захисту найпростішими технічними засобами і організаційними заходами обмежувального характеру, що регламентують порядок використання виділених приміщень на період проведення конфіденційних заходів.

Використання подібних заходів безпосередньо для захисту несучих конструкцій приміщення ускладнено необхідністю використання для пасивного захисту будівельних робіт. Однак при необхідності оперативного вирішення питання підвищення акустичної захисту можливе використання звукоізолюючих акустичних екранів, кожухів або кабін.

Організаційно-технічні засоби захисту акустичної інформації засновані на встановленні часових, територіальних і режимних обмежень в роботі співробітників, які беруть участь в конфіденційних переговорах і обговореннях закритих тем, а також на обмеженні в роботі технічних засобів, розташованих в виділеному приміщенні.

На цьому етапі визначається необхідний рівень захисту інформації в виділеному приміщенні, межі контрольованої зони, визначається режим роботи технічних засобів, розташованих у виділеному приміщенні, і режим роботи при проведенні конфіденційних заходів.

Визначаються також заходи щодо обмеження доступу до інформації, яка підлягає захисту.

Подібні заходи можуть включати в себе:

- 1 визначення контрольованої зони;
- 2 визначення ступеня акустичної захищеності виділеного приміщення і відповідності його вимогам;
- 3 виділення з технічних засобів, які знаходяться в експлуатації, ОТЗС, а також тих ДТЗС, що знаходяться на об'єкті;

4 визначення наявності технічних засобів, застосування яких не обумовлено службовою необхідністю, в тому числі ДТЗС, і зменшення їх кількості до мінімуму;

5 визначення наявності повітряних, наземних, підземних і інших кабелів, ланцюгів, дротів, що виходять за межі контрольованої зони.

Організаційно-технічні заходи щодо захисту стосуються також технічних систем життєзабезпечення виділеного приміщення і полягають:

1 у відключенні ланцюгів, через які може відбутися витік акустичної інформації за межі приміщення, що підлягає захисту, та у встановленні найпростіших схем і пристроїв захисту, наприклад, відключення ланцюга дзвінка телефону, установка тумблера відключення систем зв'язку і т. п.;

2 у вилученні або відключенні на період проведення конфіденційних переговорів технічних пристроїв, застосування яких може призвести до утворення каналів витоку інформації;

3 у демонтажі обладнання окремих систем (заземлення, охоронна сигналізація) в разі невідповідності їх висунутим вимогам.

Технічні способи захисту повинні забезпечувати гарантований акустичний захист відповідно до вимог, що висунуті до виділеного приміщення і розташованих в ньому технічних засобів.

Можуть бути використані пасивні, активні і комбіновані способи і засоби захисту.

1.4.2 Пасивні технічні засоби захисту

Використання пасивних засобів захисту направлено на зменшення величини інформативного акустичного сигналу в місцях можливого розташування акустичних ТЗР. При захисті приміщення використовуються засоби звукоізоляції (огорожі, екрани, кожухи, кабіни і т. п.). Внаслідок застосування цих засобів рівень інформативного сигналу в точці розташування ТЗР знижується до рівня, що гарантує неможливість перехоплення інформативного сигналу відповідними технічними засобами розвідки [6].

У випадках, коли звукоізоляція огорожувальних конструкцій приміщення не забезпечує необхідної ефективності захисту інформації, для її підвищення використовують спеціальні звукопоглинальні матеріали.

Найчастіше застосовують облицювальні звукопоглинальні матеріали, які мають вигляд плоских плит (плити "Акмігран", "Акмант", "Сілаклор", "Вініпор", ПА / С, ПА / О, ПП-80, ППМ, ПММ), що розташовуються або впритул, або на невеликій відстані від суцільної будівельної конструкції (стіни, перегородки, огорожі і т.п.). Також використовують звукопоглинальні облицювання з шару пористо-волокнистого матеріалу (скляного або базальтового волокна, мінеральної вати) в захисній оболонці з тканини або плівки з перфорованим покриттям (металевим, гіпсовим і ін.).

Підвищення звукоізоляції стін і перегородок приміщень також досягається установкою на відстані в 6 ... 10 см від них одношарових і багатошарових (частіше подвійних) огорожувальних конструкцій. У багатошарових огорожувальних конструкціях доцільно підбирати матеріали шарів з акустичними опорами, що різко відрізняються один від одного (наприклад, бетон - поролон).

Для зниження величини вібраційного сигналу використовуються м'які прокладки (віброізолюючі опори), якими розв'язуються один від одного різні огорожувальні конструкції. В якості таких прокладок застосовують тверду гуму, пробку, свинець.

Між приміщеннями будівель і споруд проходить багато технологічних комунікацій (труби тепло-, газо-, водопостачання і каналізації, кабельна мережа енергопостачання, вентиляційні короба і т.д.). Для них в стінах і перекриттях споруд роблять відповідні отвори і прорізи, що значно знижує звукоізоляцію приміщень в цілому.

Звукоізоляція отворів і прорізів забезпечується застосуванням спеціальних гільз, коробів, прокладок, глушників, в'язкопружних наповнювачів і т.д.

Розв'язка трубопроводів досягається установкою в розрив труби спеціальних гумових вставок, які можуть витримувати тиск води теплоцентралі. При цьому сама труба повинна бути вібророзв'язана від конструкції стін і перегородок, через які вона проходить [6].

Система припливно-витяжної вентиляції виділених приміщень не повинна бути пов'язана з системою вентиляції інших приміщень і мати свій окремий забір і викид повітря. Вентиляційні камери забору і викиду рекомендується розташовувати на даху будівлі, а самі вентиляційні отвори не повинні виходити в місця можливого дистанційного контролю. У разі неможливості виконання цієї вимоги рекомендується на входах і виходах каналів вентиляційних систем в зону виділених приміщень встановлювати акустичні фільтри і глушники звуку, а в розрив повітропроводу - м'які вставки з щільної тканини або гуми.

Одним з найбільш слабких звукоізолюючих елементів огорожувальних конструкцій виділених приміщень є двері і вікна.

Звукопоглинальна здатність вікон залежить, головним чином, від поверхневої густини скла і ступеня притиснення рами.

Звукоізоляція вікон з одинарним склом не забезпечує необхідної ефективності захисту інформації. Звичайні вікна з подвійними палітурками володіють вищою (на 4 ... 5 дБ) звукоізолюючою здатністю в порівнянні з вікнами зі спареними палітурками. Застосування пружних прокладок значно покращує звукоізоляційні якості вікон. Підвищення звукоізоляції до 5 дБ спостерігається при облицюванні міжскляного простору по периметру звукопоглинальним покриттям.

Істотне підвищення звукоізоляції в порівнянні зі звичайним вікном дають віконні блоки спеціальної конструкції. Такі блоки виконуються з комбінацій 4 ... 7 мм листів скла, встановлених на відстані не менше 200 мм, і мають високоякісну раму з ущільнюючою гумою, що в сукупності забезпечує звукоізоляцію 40 ... 45 дБ.

Стандартні одинарні двері не можуть забезпечити вимоги до звукоізоляції, навіть якщо виконані вимоги до щільності і ретельності виконання і підгонки дверного полотна до дверної коробки і усунені щілини між дверима та підлогою.

Збільшення звукоізолюючої здатності дверей досягається застосуванням ущільнюючих прокладок, оббивкою або облицюванням полотен дверей спеціальними матеріалами і т.д.

Для захисту інформації в особливо важливих приміщеннях використовуються двері зі звукоізолюючим дверним отвором, який виконано у вигляді тамбура з глибиною не менше 0,5 м. Внутрішній простір тамбура має бути оброблено звукопоглинальним матеріалом, полотна дверей обладнані ущільнювачами, а двері оббиті звукопоглинальним матеріалом [6].

В особливо важливих приміщеннях використовують спеціальні звукоізолюючі двері.

Пасивні методи захисту інформації, як правило, реалізуються при будівництві або реконструкції будівель на етапі розробки проектних рішень, що дозволяє заздалегідь врахувати типи будівельних конструкцій, способи прокладки комунікацій, оптимальні місця розміщення виділених приміщень.

У разі технічної неможливості використання пасивних засобів захисту приміщень або якщо вони не забезпечують необхідних норм звукоізоляції, використовуються активні засоби захисту.

1.4.3 Активні технічні засоби захисту

Активні засоби захисту дозволяють збільшити шуми на частоті прийому інформативного сигналу, тобто збільшують рівень шуму у відношенні сигнал\шум такою мірою, що розпізнавання інформативного сигналу технічними засобами розвитку стає неможливим.

Для захисту виділених приміщень застосовують генератори білого або рожевого шуму і системи вібраційного зашумлення.

Для формування віброакустичних завад застосовуються спеціальні генератори на основі електровакуумних, газорозрядних і напівпровідникових

радіоелементів. На практиці найбільш широке застосування знайшли генератори шумових коливань.

Якість цих систем оцінюють перевищенням інтенсивності маскуючого впливу над рівнем акустичних сигналів в повітряних і твердих середовищах.

Поряд з шумовими завадами з метою активного акустичного маскування використовують "мовоподібну" заваду, хаотичні послідовності імпульсів і т.д.

Відомо, що найкращі результати дає застосування маскувальних коливань близьких до спектрального складу інформаційного сигналу. Розвиток сучасних методів шумоочистки в деяких випадках дозволяє відновлювати розбірливість мови до прийняттого рівня при значному (20 дБ і вище) перевищенні шумової завади над сигналом. Отже, для ефективного маскування завада повинна мати структуру мовного повідомлення.

Найчастіше використовуються такі види перешкод:

- 1 "білий" шум (шум з постійною спектральною щільністю в мовному діапазоні частот);
- 2 "рожевий" шум (шум з тенденцією спаду спектральної щільності 3 дБ на октаву у бік високих частот);
- 3 шум з тенденцією спаду спектральної щільності 6 дБ на октаву у бік високих частот;
- 4 шумова "мовоподібна" перешкода (шум з огинаючою амплітудного спектра, що подібна до мовного сигналу).

У більшості випадків для активного захисту повітряних каналів використовують системи віброзашумлення, до виходів яких підключають гучномовці.

До складу типової системи віброакустичного маскування входять шумогенератор і 6...12 вібраційних випромінювачів (п'єзокерамічних або електромагнітних). Додатково до складу системи можуть включатися звукові колонки.

Роль кінцевих пристроїв, які здійснюють перетворення електричних коливань в акустичні коливання мовного діапазону частот, зазвичай

виконують малогабаритні широкосмгові акустичні колонки. В свою чергу перетворення електричних коливань в вібраційні здійснюють вібраційні випромінювачі [7].

Акустичні колонки систем зашумлення встановлюються в приміщенні в місцях найбільш ймовірного розміщення засобів акустичної розвідки, а вібраційні випромінювачі кріпляться на віконних рамах, склі, коробах, трубопроводах, стінах, стелі і т.д.

Для повного захисту приміщення по віброакустичному каналу вібродатчики повинні встановлюватися на всіх конструкціях (стінах, стелі, підлозі), шибках, а також трубах, що проходять через приміщення. Необхідна кількість вібродатчиків для захисту приміщення визначається не тільки його площею, кількістю вікон і труб, що проходять через нього, а й ефективністю датчиків (ефективний радіус дії вібродатчиків на перекритті товщиною 0,25 м становить від 1,5 до 5 м).

Ефективність систем і пристроїв віброакустичного зашумлення визначається властивостями застосованих електроакустичних перетворювачів (вібродатчиків), які трансформують електричні коливання в пружні коливання (вібрації) твердих середовищ. Якість перетворення залежить від реалізованого фізичного принципу, конструктивно-технологічного рішення і умов узгодження вібродатчика із середовищем.

1.5 Методи та засоби звукоізоляції і звукопоглинання

Сучасна наука накопичила солідний арсенал засобів і методів захисту мовної інформації від витоку технічними каналами.

За принципом дії розрізняють такі пасивні методи захисту:

- 1 звукоізоляція;
- 2 звукопоглинання;
- 3 віброізоляція;
- 4 вібропоглинання (вібродемпфірування).

Звукоізоляція - метод захисту, заснований на відбитті звуку від нескінченної щільної звукоізолюючої перепони (рис. 1.2).

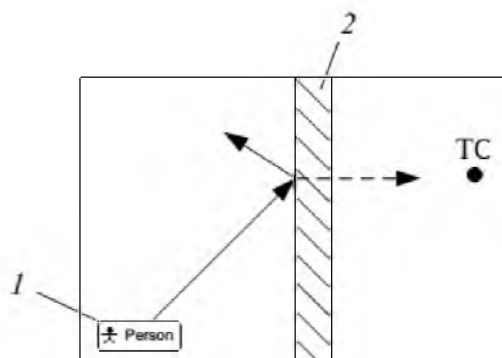


Рисунок 1.2 - Схема звукоізоляції:

1 - джерело акустичного сигналу; 2 - нескінченно щільна звукоізолююча перепона; ТС - точка спостереження

Звукоізолюючу здатність конструкції характеризують величиною звукоізоляції, яка визначається співвідношенням:

$$R = 10 \lg \left(\frac{I_{nad}}{I_{np}} \right), \quad (1.5)$$

де I_{nad} та I_{np} - відповідно інтенсивність хвилі, що падає на перешкоду і пройшла крізь неї.

Найпростішою звукоізолюючою перепорою є плоска межа двох середовищ.

Поряд зі звукоізоляційними конструкціями, дія яких заснована на явищі відбиття хвиль, в конструкціях захисту акустичного каналу широке застосування знайшли дисипативні конструкції, що зменшують інтенсивність звукових хвиль за рахунок перетворення звукової енергії в теплову [11].

Звукпоглинання - метод ослаблення акустичного сигналу, який використовує перехід звукової енергії в теплову у м'якій звукпоглинаючій (волокнистій або пористій) конструкції (рис. 1.3).

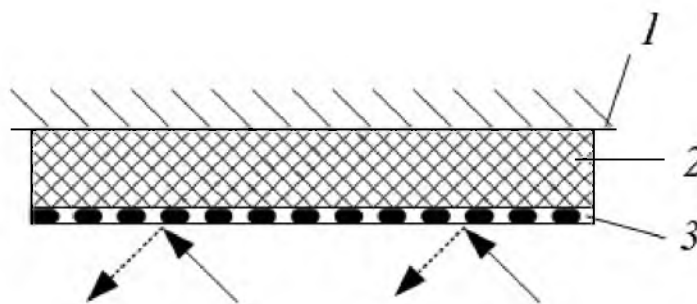


Рисунок 1.3 - Схема звукопоглинання:

1 - тверда відображаюча поверхня; 2 - звукопоглинаючий матеріал; 3 - перфороване покриття

Віброізоляція - метод зниження структурного звуку, який базується на відбитті вібрації в віброізоляторах (рис. 1.4).

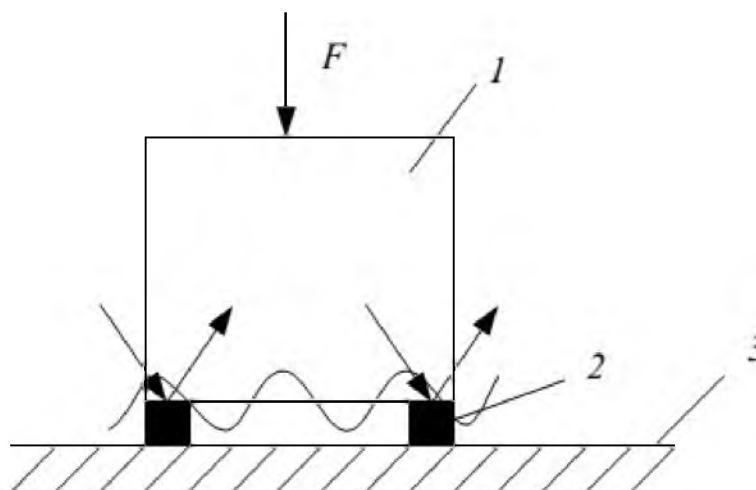


Рисунок 1.4 - Схема віброізоляції:

1 - джерело вібрації; 2 - віброізолятори, 3 - опорна поверхня

Вібродемпфірування - спосіб захисту від звукової вібрації, в якому використовується перехід вібраційної енергії в теплову у вібродемпфіруючих покриттях (рис. 1.5).

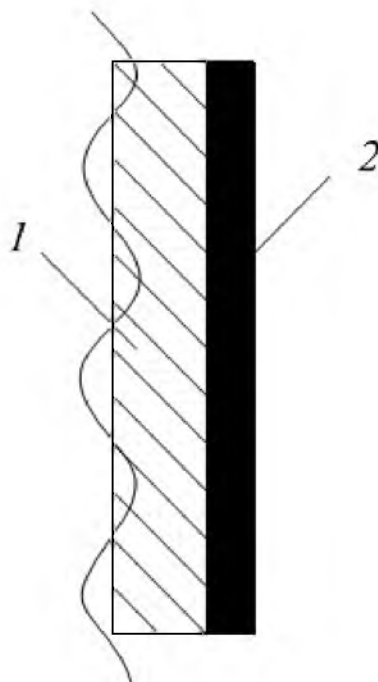


Рисунок 1.5 - Схема вібродемпфірування:

1 - звуковипромінююча поверхня; 2 - вібродемпфіруюче покриття

Способи звуко- і віброізоляції та поглинання використовуються на практиці як окремо, так і в комбінації.

1.5.1 Звукоізолюючі і звукопоглинаючі засоби

Звукоізоляція та звукопоглинання дуже широко застосовуються в цілях захисту мовної інформації. Для звукоізоляції використовуються фізичні просторові перепони, що перешкоджають поширенню акустичного сигналу, а для звукопоглинання - покриття, що наносяться на відбиваючі поверхні (стелю або стіни), або штучні поглиначі (рис. 1.6), що розташовуються в просторі приміщення.

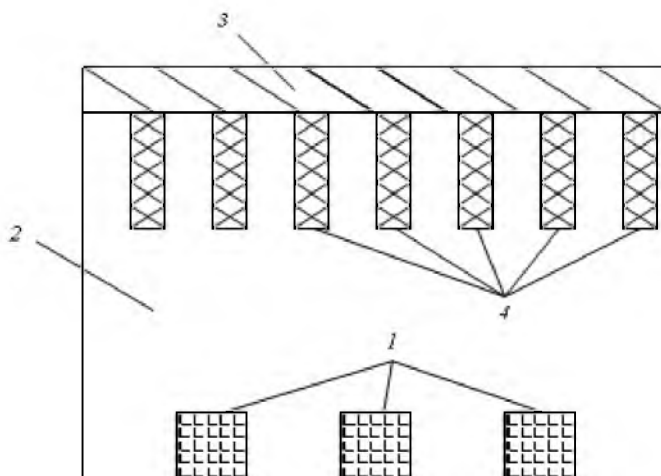


Рисунок 1.6 - Розташування штучних поглиначів (у вигляді плоских щитів) на стелі приміщення:

1 - джерело акустичного сигналу; 2 - приміщення; 3 - стеля; 4 - штучні поглиначі

Важливо зазначити, що звукоізоляція і звукопоглинання тісно пов'язані між собою в реальних процесах проходження звуку через ізолюючу перешкоду.

Існують наступні типи звукоізолюючих конструкцій (рис. 1.7):

1 нескінченна огорожа або перегородка (нескінченною огорожа називається тому, що звук проходить тільки крізь неї і не проникає через її край);

2 огорожа з відкритим краєм (ребром): частково звук відбивається огорожею, а частково проходить через неї шляхом дифрагування. Реалізацією такої конструкції є акустичні екрани;

3 звукоізолюваний замкнутий простір, в якому розташовується джерело акустичних сигналів. Такі конструкції реалізуються у вигляді звукоізолюючих кабін, капотів або укриттів.

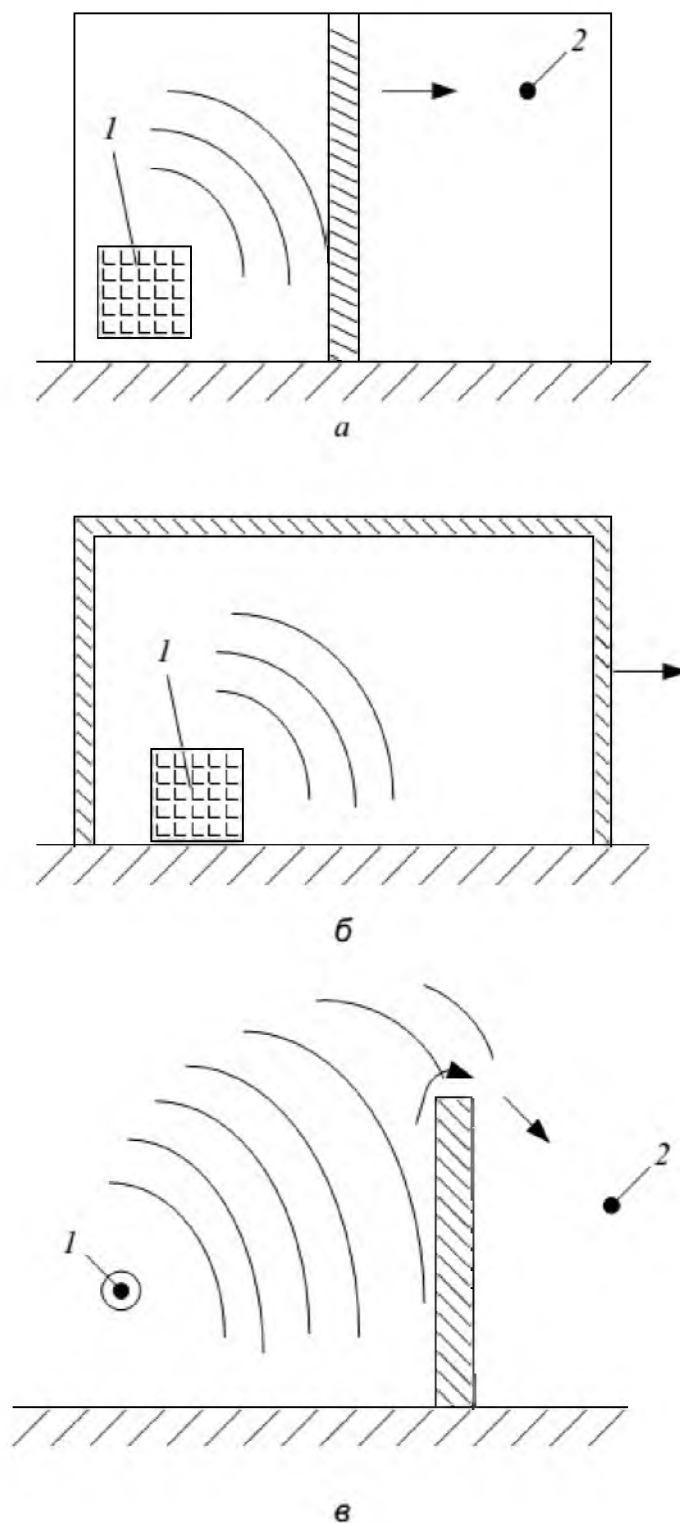


Рисунок 1.7 - Основні типи звукоізолюючих конструкцій:

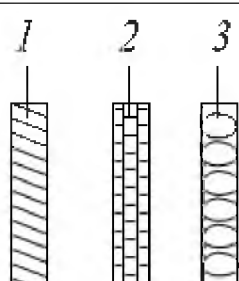
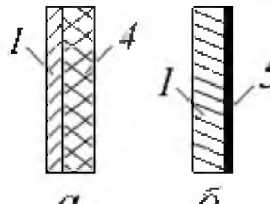
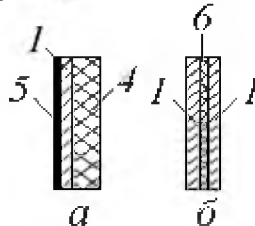
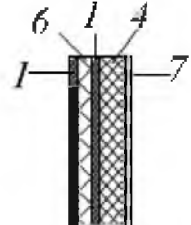
а - звукоізолююча перегородка; б - звукоізоляційний капот; в - акустичний екран;

1 - джерело акустичних сигналів; 2 - точка спостереження

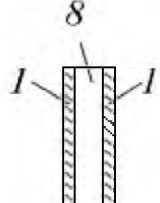
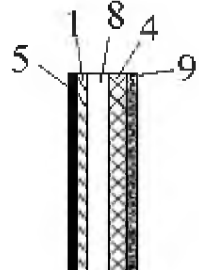
1.5.2 Класифікація звукоізолюючих огорож

За реальних умов звукоізоляція рідко здійснюється за допомогою одношарової (одношарової) плоскої огорожі. Набули поширення чисельні типи звукоізолюючих конструкцій, які використовуються для цілей звукоізоляції. З точки зору принципів відмінностей види звукоізолюючих огорож поділяються на одношарові, двошарові, тришарові, багатшарові, двостінні, комбіновані (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Класифікація видів звукоізолюючих огорож

Тип огорожі	Схема	Позначення на схемі	Область застосування
1	2	3	4
Одношарова (одношарова)		1 твердий матеріал; 2 стіна; 3 м'який матеріал	Корпусні конструкції, обшивка, скління, м'який акустичний екран, цегляна кладка і т.д.
Двошарова із звукопоглинанням(а); з вібродемпфіруванням (б)		4 звукопоглинаюче покриття; 5 вібродемпфіруюче покриття	Перегородки, акустичні екрани, звукоізолюючі капоти і кабінки
Тришарова (а), типу "сендвіч" (б)		6 нестисний матеріал	Перегородки, акустичні екрани, звукоізолюючі капоти і кабінки
Багатшарова		7 перфорований лист	Звукоізолюючі перегородки

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
Двостінна		8 повітряний проміжок	Звукоізолюючі перегородки, вікна
Комбінована (двостінна)		9 твердий матеріал, що відрізняється від матеріалу 1	Звукоізолюючі перегородки, укриття

Застосування великої кількості шарів в двостінних і комбінованих конструкціях обумовлено вимогами збільшення звукоізоляції.

1.5.3 Класифікація звукопоглинаючих матеріалів

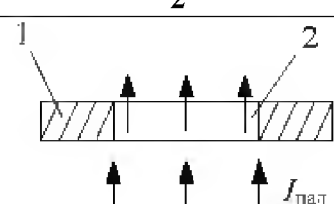
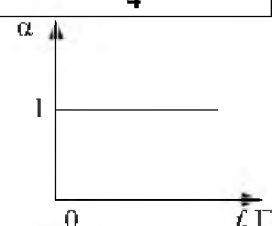
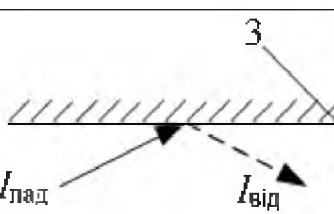
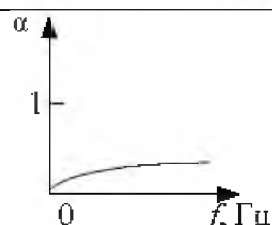
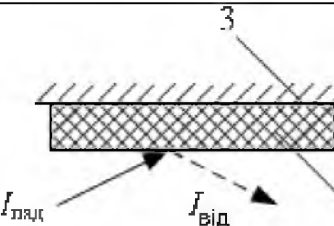
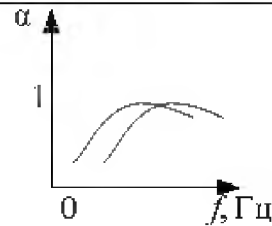
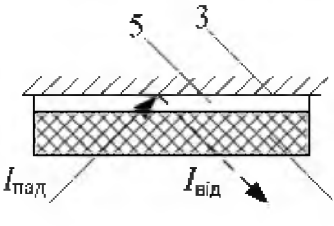
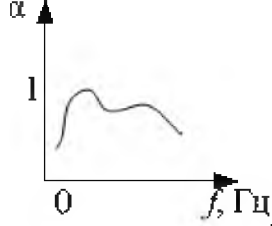
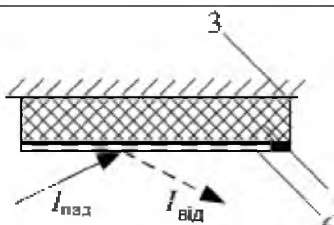
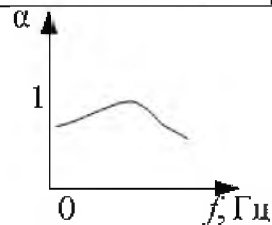
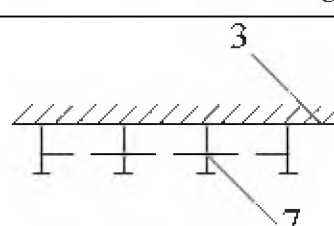
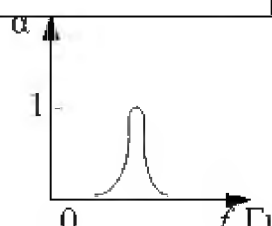
Звукопоглинання використовується для зниження відбитого акустичного сигналу. Чим вище коефіцієнт звукопоглинання α (1.4), тим менша частина енергії відбивається від поверхні. Коефіцієнт звукопоглинання залежить як від властивостей поверхні, так і від властивостей матеріалу, який її покриває [11].

При падінні звукових хвиль на відкритий просвіт, звукова енергія проходить через нього, не відбиваючись. Отвір - ідеальний поглинач, коефіцієнт звукопоглинання його становить $\alpha = 1$. Для жорсткої, гладкої та позбавленої пір поверхні значення коефіцієнта звукопоглинання лежить в діапазоні $\alpha = 0,01 \dots 0,02$, тобто є дуже малим. Звукопоглинальне облицювання, як правило, являє собою шар (шари) волокнистого або пористого матеріалу з м'яким або піддатливим скелетом. Звукові хвилі, що падають на матеріал, надають рух повітрю в порах. Внаслідок тертя повітря об стінки пір і процесів теплообміну між повітрям і скелетом відбувається перехід енергії коливальних хвиль в теплову енергію. Коефіцієнт звукопоглинання матеріалу, розташованого на відбиваючій поверхні, зменшується на низьких частотах і

має максимум на високих. Величина цього максимуму визначається товщиною звукопоглинального шару.

Види і типи відбиваючих та поглинаючих конструкцій, а також властивості їх звукопоглинання наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Види і типи відбиваючих та звукопоглинаючих конструкцій і їх елементів

Конструкція (елемент)	Схема	Позначення на схемі	Частотна залежність α
1	2	3	4
Відкритий провіт		1 огорожа; 2 провіт	
Гладка відбиваюча поверхня		3 гладка жорстка відбиваюча поверхня	
Звукопоглинаюче облицювання		4 звукопоглинаючий матеріал	
Звукопоглинання на віднесенні		5 повітряний проміжок	
Звукопоглинання з перфорацією		6 перфороване покриття	
Резонансне звукопоглинання		7 резонатори Гельмгольца	

Для збільшення звукопоглинання на низьких частотах між пористим шаром і стіною влаштовується повітряний проміжок. З метою підвищення міцності і запобігання висипанню звукопоглинальної конструкції вкриваються шаром перфорованого твердого матеріалу (алюмінію, пластику, дерева, сталі та ін.). Наявність цього покриття трохи змінює характер звукопоглинання: на низьких частотах воно підвищується, а на високих падає. Перфорація виконується у вигляді круглих отворів або щілин і може займати 15...75% площі.

Резонансні поглиначі (по типу резонатора Гельмгольца) складаються з повітряної порожнини, з'єднаної отвором (горлом) з навколишнім середовищем. Така конструкція забезпечує високе звукопоглинання у вузькому частотному діапазоні.

1.6 Перевірка звукоізоляційної здатності огорожувальних конструкцій

Контроль стану захисту акустичної інформації об'єкта включає перевірку відповідності організації та ефективності захисту інформації встановленим вимогам і (або) нормам в області захисту акустичної інформації.

Контроль ефективності захисту інформації включає перевірку відповідності ефективності заходів щодо її захисту встановленим вимогам або нормам ефективності захисту інформації та здійснюється як організаційний і технічний контроль.

Організаційний контроль ефективності захисту акустичної інформації містить перевірку повноти та обґрунтованості заходів щодо її захисту вимогам нормативних документів про захист акустичної інформації.

Контроль за ефективністю захисту інформації, що проводиться з використанням спеціальних засобів контролю, належить до технічного контролю ефективності захисту інформації.

До засобів контролю ефективності акустичної захисту інформації можуть бути віднесені технічні та програмні засоби, речовина і (або) матеріал, які використовуються для контролю ефективності захисту інформації.

Метод (спосіб) контролю ефективності захисту акустичної інформації, що використовується для цих цілей, визначає порядок і правила застосування певних принципів і засобів контролю.

Для забезпечення гарантованої захищеності приміщень від витоку конфіденційної інформації через несучі конструкції виділеного приміщення (стіни, підлога, стеля), а також вікна, двері, повітрязбірники і т. п. необхідний постійний контроль стану акустичної захищеності об'єкта.

Перевірка звукозахисної здатності огорожувальних конструкцій може бути проведена виміром звукоізоляції несучих конструкцій, виміром розбірливості мовного сигналу, що пройшов через ці несучі конструкції, розрахунковим шляхом або аналітичними методами.

Найбільш об'єктивні результати акустичної захищеності виділеного приміщення можуть дати технічні методи контролю. Існує досить велика кількість способів і методів технічного контролю акустичної захищеності об'єкта. Вони різні за складністю, за точністю вимірювань і вартістю.

Для дослідження звукоізоляції несучих конструкцій приміщення вимірювання проводяться при різних режимах роботи апаратури - лінійному, октавному або третиннооктавному.

При лінійному аналізі дослідження характеристик акустичної захищеності проводяться з пропускною здатністю однакової ширини у всьому діапазоні частот. При використанні октавного або третиннооктавного аналізу - з пропускною здатністю, що має однакову відносну ширину смуги пропускання.

Номінали середніх частот для октавного і третиннооктавного аналізу наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Характеристика октавних смуг частотного діапазону

Номер смуги	Частотні межі смуг, Гц	Середня частота смуги, $f_{cp,i}$, Гц	Ваговий коефіцієнт смуги, k_i
1	90...175	125	0,01
2	175...355	250	0,03
3	355...710	500	0,12
4	710...1400	1000	0,20
5	1400...2800	2000	0,30
6	2800...5600	4000	0,26
7	5600...11200	8000	0,07

1.6.1 Апаратурні методи перевірки

Розглянемо можливий метод і порядок проведення вимірювань звукоізолюючої здатності огорожувальних конструкцій виділених приміщень.

Під огорожувальною конструкцією розуміють стіни, перегородки, монтажні перекриття (підлога, стеля), що включають в себе вікна, двері, отвори вентиляції і кондиціонування і т. д.

Метою перевірки є визначення звукоізолюючої здатності огорожувальних конструкцій при проведенні атестації виділених приміщень на відповідність нормам.

Умови проведення перевірки:

1 вимірювання звукоізолюючої здатності (звукоізоляції) огорожувальних конструкцій здійснюється шляхом вимірювання рівнів звукового тиску тест-сигналу, що створюються в виділеному приміщенні і рівнів звукового тиску в сусідніх приміщеннях, відокремлених відповідної огорожувальної конструкцією;

2 при проведенні вимірювань в приміщенні повинні бути закриті вікна, фрамуги, кватирки, двері;

3 вимірювання звукоізоляції будівельних конструкцій приміщень, що виходять назовні, вище першого поверху не проводяться (в залежності від вимог);

4 визначення звукоізолюючої здатності (звукоізоляції) огорожувальних конструкцій проводяться в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами 125, 250, 500, 1000, 2000., і 4000 Гц;

5 в якості тест-сигналів використовуються стандартні сигнали типу «білий» або «рожевий» шум.

1.6.2 Апаратура та її розміщення

Вимірювання звукоізоляції проводиться за допомогою апаратури для створення і вимірювання шуму.

Передаюча вимірювальна система, що випромінює шум при вимірах звукоізоляції, повинна містити:

- 1 генератор шуму (Г);
- 2 смугові третиннооктавні фільтри (ОФ);
- 3 підсилювачі потужності (ПП);
- 4 акустичні випромінювачі (АВ)

Схема апаратури для створення звукового сигналу приведена на рис. 1.8.

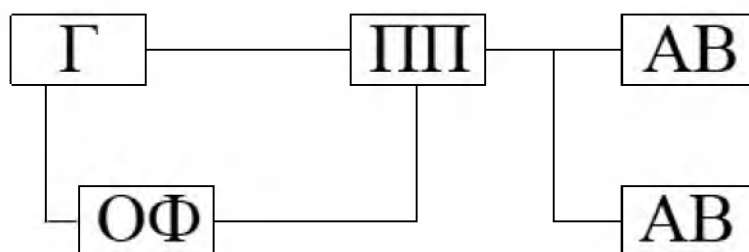


Рисунок 1.8 - Апаратура для створення звукового сигналу

Джерело акустичного шуму призначене для генерування акустичних сигналів з заданими характеристиками і є незамінним засобом для визначення акустичних характеристик конструкцій і приміщень.

Принцип дії смугових третиннооктавних фільтрів заснований на частотній селекції сигналів при акустичних і вібраційних вимірах в смузі частот, яка дорівнює 1/3 октави.

Приймальна вимірювальна система повинна забезпечувати проведення вимірювань рівня звукового тиску в третиннооктавній смузі і містити:

- 1 вимірювальний мікрофон (ВМ);
- 2 шумомір (Ш);
- 3 третиннооктавні смугові фільтри (ОФ);
- 4 прилад, що реєструє звуковий тиск.

Схема апаратури для вимірювання звукового сигналу приведена на рис. 1.9.

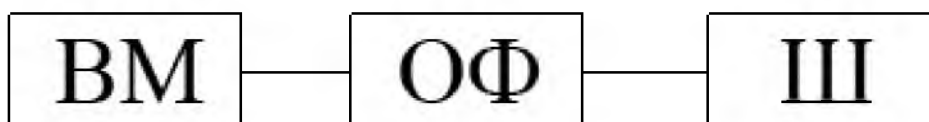


Рисунок 1.9 - Апаратура для вимірювання звукового сигналу

Для проведення вимірювань повинні бути виконані наступні умови:

1. Стандартні тест-сигнали типу «білого» або «рожевого» шуму задаються відповідними генераторами шуму, посилюються підсилювачами потужності і випромінюються однією або декількома системами відповідної потужності.

2. Акустичні системи повинні бути розташовані на відстані 2...3 м. від захисної конструкції, що перевіряється. Вибором кількості акустичних систем, їх розташуванням і орієнтацією повинна бути забезпечена нерівномірність звукового поля уздовж конструкції, що перевіряється, в межах 3 дБ у всіх смугах частот.

3. При проведенні вимірювань звукоізоляції приміщень, обладнаних системами озвучування, рівень звукового тиску тест-сигналу задається через систему озвучування приміщень, незалежно від розміщення в них акустичних систем.

4. У приміщенні з джерелом шуму точки розміщення вимірювального мікрофона повинні бути розташовані на відстані 1 м. від огорожувальних конструкцій. Кількість точок, однакова для виділеного і сусіднього приміщень, визначається протяжністю (розмірами) конструкції, яка перевіряється, ступенем її однорідності і має бути не менше 3.

5. При високій неоднорідності конструкції (вікна, двері, ніші, отвори і т. п. в стіні або перегородці) точки розміщення мікрофона у виділеному і сусідньому приміщеннях слід додатково розташовувати в центрі кожної локальної неоднорідності.

6. У приміщенні з джерелом шуму мікрофон повинен бути направлений в сторону конструкції, яка підлягає перевірці.

7. При перевірці вертикальних огорожувальних конструкцій мікрофон в точках розміщення розташовується на висоті 1,5 м., а при перевірці горизонтальних огорожувальних конструкцій вздовж найбільшого розміру конструкції, що перевіряється.

1.6.3 Порядок проведення вимірювань

Вимірювальна апаратура збирається за наведеною на рис. 1.10 схемою, калібрується і готується до вимірювань відповідно до інструкцій з експлуатації.

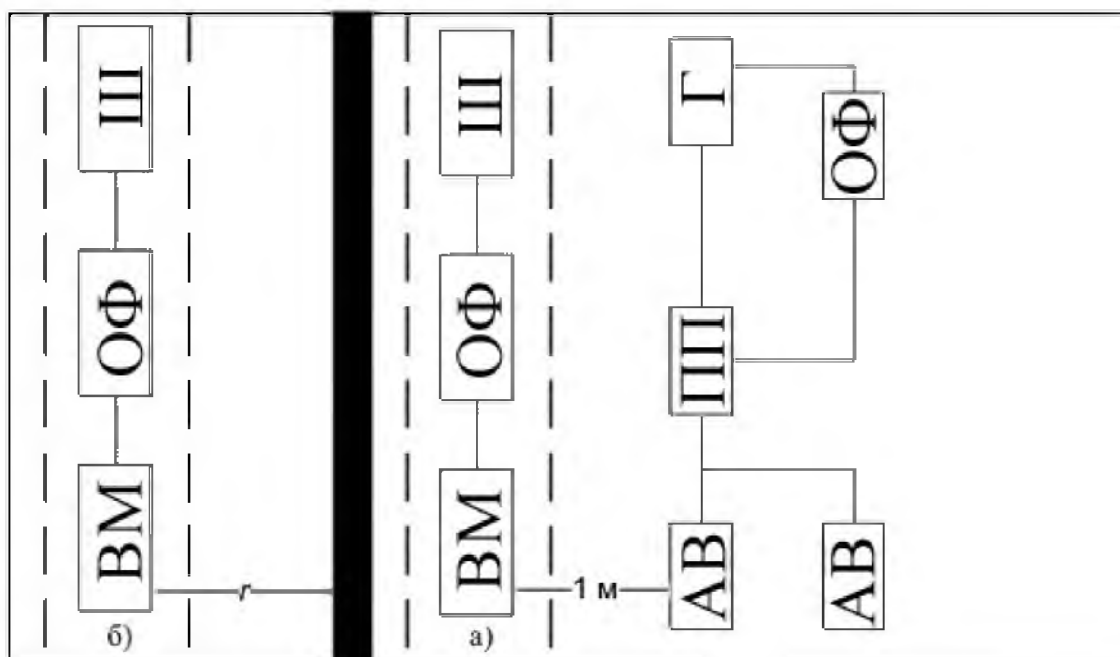


Рисунок 1.10 - Схема вимірювальної установки при контролі виконання норм захищеності мовної інформації: а) в приміщенні; б) поза приміщенням

Акустична система (звукова колонка) джерела тестового акустичного сигналу встановлюється в місці розташування джерела мовного сигналу (висота установки акустичної системи над поверхнею підлоги - 1,5 м.). На

відстані 1 м. від акустичної системи встановлюється вимірювальний мікрофон. Вмикається генератор тестового акустичного сигналу, встановлюється максимальний рівень випромінювання і вимірюється рівень тестового сигналу для кожної октавної смуги $L_{TC1.i}$. Після закінчення вимірювань генератор тестового акустичного сигналу вимикається, при цьому фіксуються його налаштування [8].

Вимірювальний мікрофон встановлюється в обраній контрольній точці на відстані r від огорожувальної конструкції виділеного приміщення до місця можливого розміщення засобів акустичної розвідки. Висота установки над поверхнею підлоги - 1,5 м.

При відключеному джерелі тестового сигналу шумоміром вимірюється рівень акустичних шумів в контрольній точці у кожній октавній смузі $L_{Ш.i}$. Вимірювання проводяться протягом 10...20 хвилин. Визначаються мінімальні значення рівня шумів, отримані при вимірах.

Вмикається генератор тестового акустичного сигналу (налаштування генератора не змінюються). При увімкнутому джерелі тестових сигналів вимірюється рівень сумарного тестового сигналу (сигнал плюс шум) в кожній октавній смузі $L_{TC2.i}$.

Розраховується рівень тестового акустичного сигналу в контрольній точці для кожної октавної смуги $L_{TC.i}$:

$$L_{TC.i} = 10\lg(10^{0,1L_{TC2.i}} - 10^{0,1L_{Ш.i}}), \quad (1.6)$$

де $L_{TC.i}$ - рівень тестового акустичного сигналу у контрольній точці в i -й октавній смузі, дБ;

$L_{Ш.i}$ - рівень акустичного шуму в контрольній точці в i -й октавній смузі, дБ;

$L_{TC2.i}$ - рівень тестового сумарного акустичного сигналу (сигнал плюс шум) в контрольній точці в i -й октавній смузі, дБ.

Розраховується загасання акустичного сигналу на трасі від місця розташування джерела мовного сигналу до контрольної точки для кожної октавної смуги Z_i :

$$Z_i = L_{TC1.i} - L_{TC.i} , \quad (1.7)$$

де Z_i - загасання акустичного сигналу на трасі від місця розташування джерела мовного сигналу до контрольної точки в i -й октавній смузі, дБ;

$L_{TC1.i}$ - рівень тестового акустичного сигналу в виділеному приміщенні в i -й октавній смузі, дБ.

Розраховується відношення сигнал / шум в контрольній точці в кожній октавній смузі Q_i :

$$Q_i = L_{C.i}^* - Z_i - L_{ш.i} , \quad (1.8)$$

де $L_{C.i}^*$ - рівень приховуваного акустичного сигналу в виділеному приміщенні в i -й октавній смузі, дБ (визначається за табл. 1.4).

Таблиця 1.4 - Типові рівні мовного сигналу $L_{C.i}^*$, дБ, виміряні в октавних смугах на відстані 1 м. від джерела сигналу в залежності від виду мови

Номер смуги	Середньгеометрична частота смуги f_i , Гц	Рівні мовного сигналу $L_{C.i}^*$, дБ, залежно від виду мови			
		Тиха мова	Мова середньої гучності	Гучна мова	Дуже гучна мова
1	125	47	53	59	67
2	250	60	66	72	80
3	500	60	66	72	80
4	1000	55	61	67	75
5	2000	50	56	62	70
6	4000	47	53	59	67
7	8000	43	49	55	63

1.7 Методичні підходи до оцінки ефективності захисту мовної інформації

Як показник оцінки ефективності захисту ВП від витoku мовної інформації по технічним каналам використовується словесна розбірливість мови *W*. На практиці для розрахунку словесної розбірливості часто використовується інструментально-розрахунковий метод, заснований на експериментальних результатах Н.Б. Покровського.

Розбірливість мови - відносна кількість (у відсотках) правильно прийнятих елементів (складів, слів, фраз) артикуляційних таблиць. Елементи мови містять склади, звуки, слова, фрази і цифри. Відповідно можна виділити складову, звукову, словесну, смислову та цифрову розбірливість. Між ними існує статистичний взаємозв'язок. У інструментально-розрахунковому методі, заснованому на результатах експериментальних досліджень Н.Б. Покровського, використовується допоміжний і штучний вид розбірливості мови - формантна розбірливість.

Для оцінки розбірливості мови застосовуються суб'єктивні і об'єктивні методи. Суб'єктивні методи полягають у вимірі розбірливості мови артикуляційними бригадами. Для суб'єктивних методів характерно те, що мовний або слуховий апарат людини є складовою частиною вимірювальної системи. Найбільш зручним і достовірним суб'єктивним методом вважається метод артикуляції [18]. На практиці його використання для оцінки ефективності захисту мовної інформації неприйнятно через низку причин:

- 1 До артикуляційної бригади пред'являються досить високі вимоги: мова дикторів не повинна мати селективних ознак (картавість, плаксивість, гугнявість та ін.); відсутність у аудиторів дефектів слуху; вік осіб, які беруть участь в артикуляційному вимірюванні від 18 до 30 років; в складі бригади має бути не менше 3 дикторів (двох чоловіків і однієї жінки) і 3 аудиторів.

- 2 Тривалість артикуляційних вимірювань може становити кілька тижнів при роботі бригади не більше 4 годин на добу.

3 Громіздкість процедури вимірювань (обробка великої кількості протоколів). Метод артикуляції передбачає передачу по досліджуваному тракту серії артикуляційних таблиць. Аудитори заносять в свої протоколи те, що воничують. При зіставленні протоколів з вихідним матеріалом робиться висновок про якість розбірливості.

4 Значною проблемою є створення спеціальних артикуляційних таблиць. Тип використовуваних таблиць в значній мірі впливає на результати вимірювань. Результати істотно залежать від ступеня тренуваності дикторів. Для оцінки захищеності мовної інформації пропонується використовувати в артикуляційних випробуваннях зв'язані тексти замість максимально некорельованих артикуляційних таблиць. Даний підхід ускладнює отримання об'єктивних результатів, тому що на вимірювання можуть вплинути ступінь розвиненості і освіченості аудиторів (аудитором може виявитися фахівець із захисту інформації).

Головними перевагами суб'єктивних методів є універсальність (вони можуть застосовуватися для оцінки якості будь-якого каналу передачі мовних сигналів) і простота (у випробуваннях можуть брати участь аудитори з відносно низьким рівнем технічної кваліфікації). Однак розрахунок розбірливості мови можна робити за допомогою об'єктивних методів без проведення артикуляційних вимірювань. Тому в даний час об'єктивні методи набули широкого застосування. Існуючі об'єктивні методи визначення розбірливості мови можна поділити на групи: формантні, теоретико-інформаційні, модуляційні і емпіричні.

Значна кількість відомих об'єктивних методів призводить до неоднозначності результатів оцінки. Кожен метод при цьому має свої переваги і недоліки. Перевагою формантних методів є використання ймовірності в якості міри розбірливості і властивість адитивності сприйняття формант людиною. Модуляційні методи з єдиних позицій враховують вплив як шумової, так і ревербераційної завад на розбірливість мови. Теоретико-інформаційний метод застосовується при експертизі цифрових ліній зв'язку, де

неефективні модуляційні і формантні методи. Емпіричні методи корисні в умовах, коли впливом шумової перешкоди можна практично знехтувати.

Інструментально-розрахунковий метод, який застосовується в даний час для оцінки і контролю захищеності мовної інформації, заснований на версії формантного методу Н.Б. Покровського. Крім версії Покровського існують й інші версії формантного методу: версії Ю.С. Бикова і М.А. Сапожкова. Питання про те, яка з версій краще і чому, до цього часу залишається відкритим. Вибір версії формантного методу Н.Б. Покровського не можна вважати безперечним. Однією з причин популярності версії Н.Б. Покровського стала те, що в ній розглядається смуга частот 100...10000 Гц (це дозволяє здійснювати акустичну експертизу не тільки ліній зв'язку, а й приміщень). У стислому вигляді вимірювально-розрахунковий метод, заснований на результатах експериментальних досліджень Покровського, можна представити таким чином:

1. Спектр мови розбивається на N частотних смуг.
2. Для кожної i -ї частотної смуги на середньгеометричній частоті $f_{cp,i}$ визначається формантний параметр ΔA_i і ваговий коефіцієнт k_i .
3. Для кожної частотної смуги на середньгеометричній частоті $f_{cp,i}$ визначається коефіцієнт сприйняття формант слуховим апаратом людини p_i .
4. Далі визначається спектральний індекс артикуляції мови R_i і розраховується інтегральний індекс артикуляції мови R .
5. За інтегральним індексом артикуляції мови визначаються складова S і словесна W розбірливості мови.

На думку В.Л. Каргашина, даний метод повинен бути вдосконалений:

- 1 необхідне розширення меж частотного діапазону до 6 октав, щоб враховувати октавну частотну смугу 8 кГц;
- 2 повинна бути передбачена можливість аналізу сигналів і шумів в третиннооктавних частотних смугах;
- 3 спрощення розрахунків артикуляційної чіткості в частині апроксимації функції сприйняття формант.

Ці рекомендації були враховані в статті Н.А Григор'єва і А.І. Казановського. Ними був запропонований підхід, що дозволяє спростити інженерні розрахунки словесної розбірливості. У статті наводиться оцінка словесної розбірливості мови для віброакустичного каналу витоку інформації при використанні фільтра шумоочистки і без фільтрації.

А.Н. Продеус вказує на доцільність створення нового методу оцінювання розбірливості мови, що об'єднує переваги формантного і модуляційного методів. Сучасні комп'ютерні технології обробки мовного сигналу дозволяють поліпшувати його параметри в виділених частотних смугах, що підвищує ймовірність виявлення наявності формант.

Існує низка питань, що стосуються коректності методики Покровського та обґрунтованості характеристик використовуваного вимірювального обладнання, зокрема:

- 1 базові залежності, що лежать в основі методики, отримані за умов, що істотно відрізняються від умов захисту інформації;
- 2 не враховується можливість виникнення ефекту форсування мови;
- 3 не обґрунтована достатність рівня тестового сигналу відповідного середньому рівню мови;
- 4 не обґрунтований і не підтверджений експериментально вибір саме октавного розбиття частотного діапазону, а також ширини досліджуваного частотного діапазону;
- 5 відсутня можливість оцінити стан потенційних акустичних і віброакустичних каналів витоку розрахунковим методом, а також оцінити ефективність пропонованих заходів захисту для виділених приміщень ще на стадії їх проектування;
- 6 не враховується виникнення різних умов просторового і енергетичного розвідувальних контактів.

1.8 Висновки до першого розділу

1 Охарактеризовано сутність акустичного сигналу та мовної інформації.

2 Розглянуті можливі технічні канали витоку мовної інформації та методи і засоби її захисту.

3 Проаналізовано методи та засоби звукоізоляції і звукопоглинання.

4 Розглянуто апаратурні методи перевірки звукоізоляції ВП.

5 Охарактеризовано методичні підходи до оцінки ефективності захисту мовної інформації в ВП. Зауважені існуючі недоліки цих методів, а саме: щодо апаратурних методів - ціна обладнання та час вимірювань і обробки результатів; щодо методу артикуляційних бригад - час вимірювань, високі вимоги до членів бригади, громіздкість вимірювань;

6 Розглянуто низку недоліків формантного методу Н.Б. Покровського

Зважаючи на недоліки методів, які на даний час використовуються для перевірки звукоізоляційних характеристик ВП, постає необхідність вибору та вдосконалення альтернативної методики перевірки звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень.

РОЗДІЛ 2. ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПЕРЕВІРКИ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИДІЛЕНИХ ПРИМІЩЕНЬ

2.1 Розрахунково-графічний метод перевірки звукоізоляції виділених приміщень

Методика перевірки звукоізоляційних характеристик ВП, що пропонується, являє собою розрахунково-графічний метод, що базується на теоретичних знаннях про звукоізоляційні властивості приміщень і елементах теорії акустики, які викладені. Підтвердженням коректності методики перевірки звукоізоляційних характеристик ВП є дослідження наведені у [11].

Сутність метода полягає у побудові частотних характеристик ізоляції повітряного шуму R огорожувальними конструкціями виділених приміщень на середньгеометричних частотах третиннооктавних смуг, порівнянні їх з нормованими параметрами звукоізоляції огорожувальних конструкцій та визначенні індексів ізоляції повітряного шуму R_w огорожувальними конструкціями ВП. Розрахунок індексу звукоізоляції огорожувальної конструкції проводиться на підставі несприятливих відхилень частотної характеристики від нормативної кривої. Частотну характеристику ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією будують у третиннооктавних смугах з середньгеометричними частотами 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000 Гц.

2.1.1 Розрахунок ізоляції повітряного шуму масивними огорожувальними конструкціями

До акустично однорідних відносяться одношарові конструкції (у тому числі з невеликими порожнинами і часто розташованими ребрами), а також конструкції, що складаються із двох або більше шарів (елементів) із твердих матеріалів (бетону, цегляної кладки, штукатурки тощо), жорстко з'єднаних між собою по всій площі конструкції. Основна доля звукової енергії через акустично однорідні конструкції передається їх згинальними коливаннями.

Частотну характеристику ізоляції повітряного шуму R , дБ, акустично однорідною плоскою огорожувальною конструкцією з поверхневою густиною від 100 кг/м² до 1000 кг/м² із бетону, залізобетону, гіпсобетону, керамзитобетону, шлакобетону, керамічних блоків, цегли і подібних матеріалів, а також конструкціями з круглими порожнинами визначають у графічний спосіб, зображуючи її як ламану лінію, аналогічну лінії $ABCD$, наведеній на рис. 2.1.

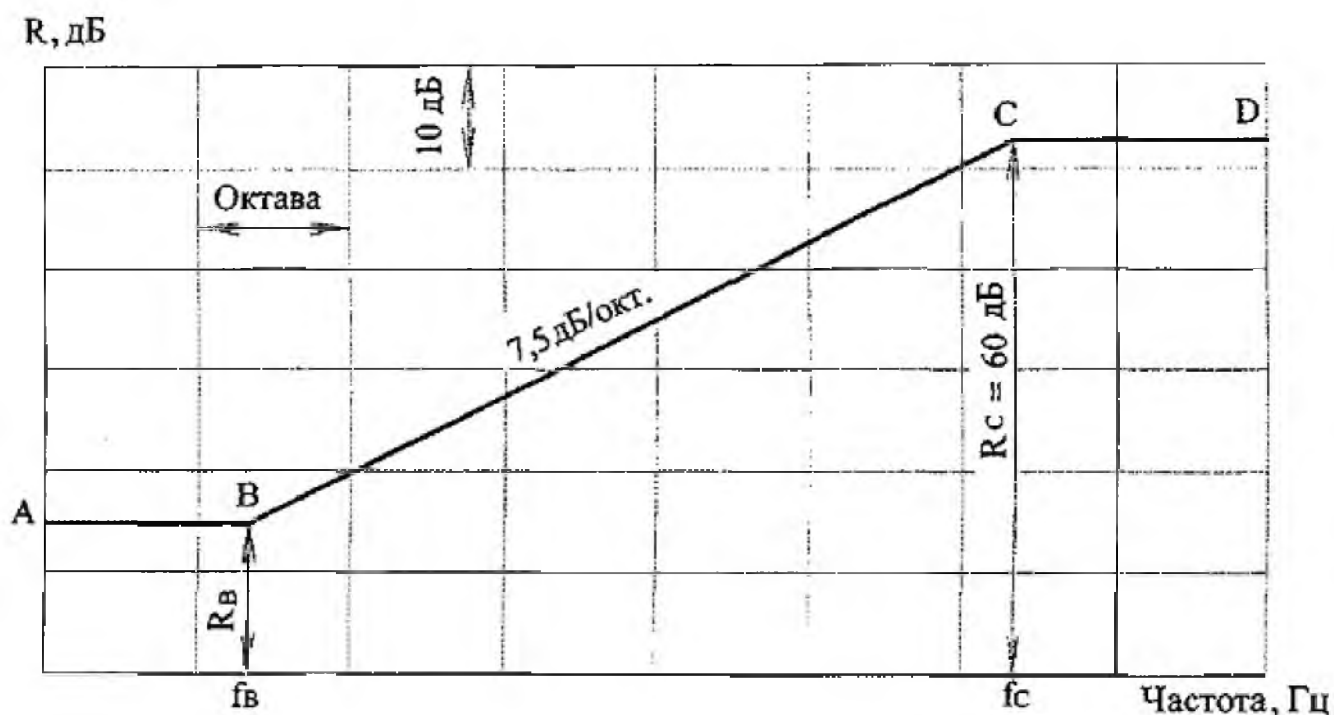


Рисунок 2.1 - Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму акустично однорідною огорожувальною конструкцією

Частоту f_B (абсцису точки B) визначають в залежності від товщини огорожувальної конструкції за формулами:

$$f_B = 164 - 120 \lg h \text{ при } \rho \geq 1800 \text{ кг/м}^3, \quad (2.1)$$

$$f_B = 159 - 120 \lg h \text{ при } \rho = 1700 \text{ кг/м}^3, \quad (2.2)$$

$$f_B = 154 - 120 \lg h \text{ при } \rho = 1600 \text{ кг/м}^3, \quad (2.3)$$

$$f_B = 149 - 120 \lg h \text{ при } \rho = 1500 \text{ кг/м}^3, \quad (2.4)$$

$$f_B = 144 - 120 \lg h \text{ при } \rho = 1400 \text{ кг/м}^3, \quad (2.5)$$

$$f_B = 139 - 120 \lg h \text{ при } \rho = 1300 \text{ кг/м}^3, \quad (2.6)$$

$$f_B = 134 - 120 \lg h \text{ при } \rho \leq 1200 \text{ кг/м}^3, \quad (2.7)$$

де h - товщина огорожувальної конструкції, м;

ρ - густина (об'ємна маса) матеріалу конструкції, кг/м³.

Визначену частоту f_B заокруглюють до величини середньгеометричної частоти третиннооктавної смуги, в межах якої знаходиться частота f_B .

Для проміжних значень ρ частоту f_B визначають за лінійною інтерполяцією.

Ординату точки B (величину звукоізоляції R_B , дБ) визначають в залежності від поверхневої густини огорожувальної конструкції за формулою:

$$m = \rho \cdot h, \quad (2.8)$$

$$R_B = 21 \lg m - 14, \quad (2.9)$$

де m - поверхнева густина огорожувальної конструкції, кг/м².

Побудова частотної характеристики ізоляції повітряного шуму відбувається за наступними кроками:

- 1 з точки B вліво проводиться горизонтальний відрізок AB ;
- 2 вправо від точки B проводиться відрізок BC з нахилом 7,5 дБ на октаву до точки C з ординатою $R_C = 60$ дБ;
- 3 з точки C вправо проводиться горизонтальний відрізок CD . Якщо точка C лежить за межами нормованого діапазону частот ($f_c > 3150$ Гц), відрізок CD відсутній.

2.1.2 Розрахунок ізоляції повітряного шуму тонкими конструкціями з листових матеріалів

Частотну характеристику ізоляції повітряного шуму R , дБ, одношаровою плоскою тонкою огорожувальною конструкцією з металу, скла, азбестоцементних, гіпсокартонних, гіпсоволокнистих, деревностружкових, деревноволокнистих плит і подібних матеріалів визначають у графічний спосіб, зображуючи її як ламану лінію, аналогічну лінії $ABCD$, наведеній на рис. 2.2.

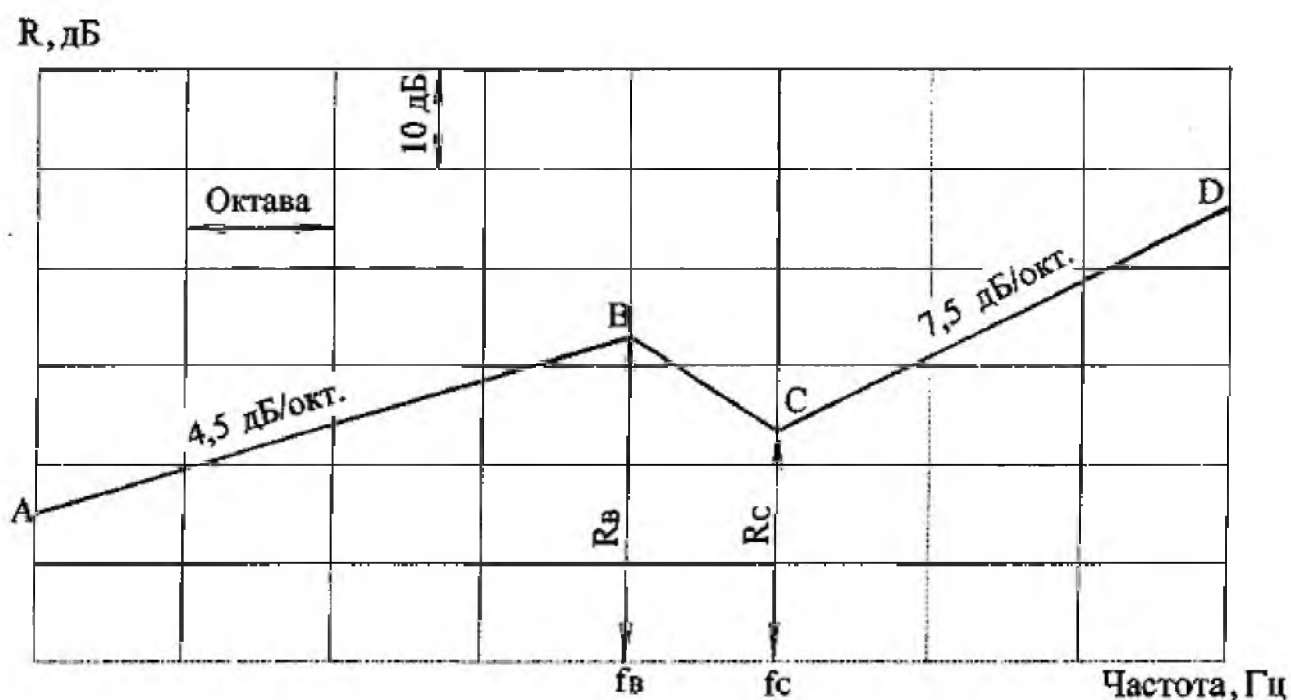


Рисунок 2.2 - Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму одношаровою тонкою огорожувальною конструкцією

Координати точок B і C (R_B , R_C і частоти f_B і f_C) визначають відповідно до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Визначення координат точок B і C

Матеріал	Густина ρ , кг/м ³	f_B , Гц	f_C , Гц	R В, дБ	RC , дБ
1	2	3	4	5	6
Сталь	7800	6000/ h	12000/ h	40	32
Алюмінієві сплави	2500...2700	6000/ h	12000/ h	32	22
Скло силікатне	2500	6000/ h	12000/ h	35	29
Скло органічне	1200	17000/ h	34000/ h	37	30
Азбестоцементні плити	2100	9000/ h	18000/ h	35	29
	1800	9000/ h	18000/ h	34	28
	1600	10000/ h	20000/ h	34	28
Гіпсокартонні плити	1100	19000/ h	38000/ h	36	30
	750...800	19000/ h	38000/ h	34	28
Деревностружкові плити	850	13000/ h	26000/ h	32	27
	650	13500/ h	27000/ h	30	26
Тверді деревноволокнисті плити	1100	19000/ h	38000/ h	35	29
Примітка. h - товщина одношарової тонкої конструкції (листа) у міліметрах.					

Визначені частоти f_B і f_C заокруглюють до середньгеометричної частоти тієї третиннооктавної смуги, в межах якої знаходиться частота f_B або f_C .

Ділянку AB ламаної лінії будують з нахилом 4,5 дБ на октаву, а ділянку CD - з нахилом 7,5 дБ на октаву згідно з рис. 2.1. Точки B і C з'єднують між собою.

Ламана лінія $ABCD$ на рис. 2.1 являє собою частотну характеристику ізоляції повітряного шуму R , дБ, одношаровою тонкою акустично гнучкою огорожувальною конструкцією із листових матеріалів.

Визначення частотної характеристики ізоляції повітряного шуму іншими типами огорожувальних конструкцій (двошарові однорідні, багатошарові тонкі листові з різноманітними наповнювачами та товщиною листів, міжповерхові перекриття та ін.) здійснюється згідно з [10].

2.1.3 Нормовані параметри звукоізоляції огорожувальних конструкцій

Через те, що середній рівень гучності розмови, яка відбувається в приміщенні, становить 50...60 дБ, звукоізоляція виділених приміщень в залежності від присвоєних категорій повинна бути не менше норм, наведених у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Нормативні значення звукоізоляції для виділених приміщень різних категорій

Частота, Гц	Категорія ВП		
	1	2	3
	Звукоізоляція виділеного приміщення, дБ		
100	46	41	36
125	47	42	37
160	47	42	37
200	48	43	38
250	49	44	39
315	50	45	40
400	52	47	42
500	53	48	43
630	54	49	44
800	55	50	45
1000	56	51	46
1250	56	51	46
1600	56	51	46
2000	56	51	46
2500	56	51	46
3150	55	50	45
4000	55	50	45

Частотна характеристика звукоізоляції виділених приміщень для першої, другої та третьої категорії представлена на рис. 2.3.

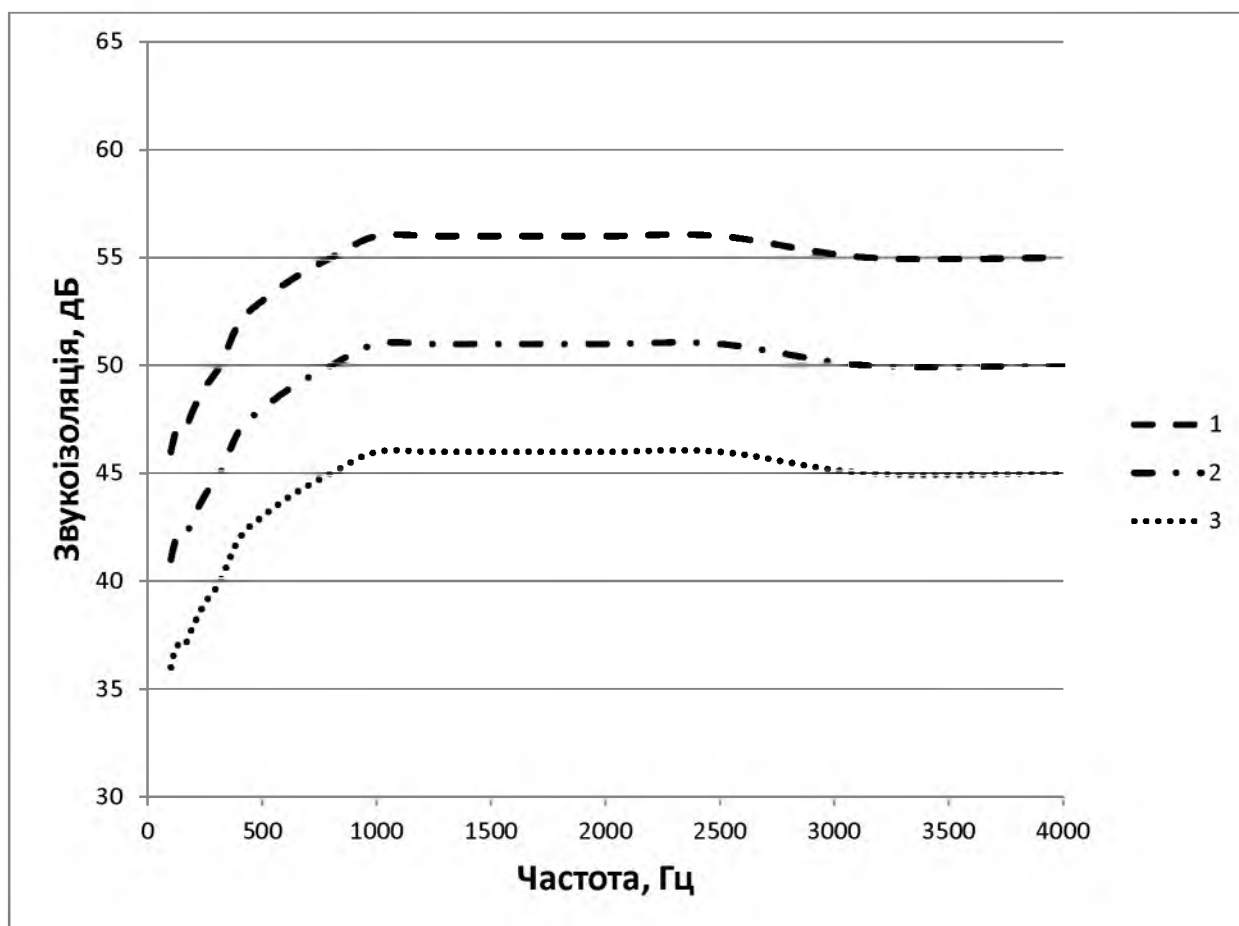


Рисунок 2.3 - Нормативні частотні характеристики звукоізоляції виділених приміщень: 1 - перша категорія; 2 - друга категорія; 3 - третя категорія

2.1.4 Визначення ізоляції повітряного шуму конструкцією з декількох частин

Якщо захисна конструкція складається з декількох частин, які мають різну звукоізоляцію (наприклад, стіна з вікном і дверима), ізоляцію повітряного шуму огорожувальної конструкцією R визначають за формулою:

$$R = 10 \lg \frac{S}{\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{10^{0,1R_i}}} , \quad (2.10)$$

де S - загальна площа огорожувальної конструкції, м²;

S_i - площа i -ї частини, м²;

R_i - ізоляція повітряного шуму i -ю частиною, дБ.

Якщо огорожувальна конструкція складається з двох частин з різною звукоізоляцією ($R_1 > R_2$), R визначають за формулою:

$$R = R_1 - 10 \lg \frac{\frac{S_1}{S_2} + 10^{0,1(R_1 - R_2)}}{1 + \frac{S_1}{S_2}}, \quad (2.11)$$

2.1.5 Алгоритм розрахунків індексу ізоляції повітряного шуму

1 Визначити матеріал і товщину огорожувальних конструкцій експериментального приміщення.

2 У разі наявності в конструкціях дверних і віконних отворів, щілин, прорізів - розраховуємо їх площі, а також загальні площі огорожувальних конструкцій.

3 Звукоізоляцію на середньгеометричних частотах третиннооктавних смуг кожної з огорожувальних конструкцій розраховуємо графічним методом.

4 У разі наявності в конструкціях дверних і віконних отворів, щілин, прорізів - за формулами (2.10 - 2.11) розраховуємо сумарну звукоізоляцію комбінованих огорожуючих конструкцій на всіх середньгеометричних частотах третиннооктавних смуг. Звукоізоляція вікон та дверей на середньгеометричних частотах третиннооктавних смуг визначається відповідно до довідкових даних.

5 Будуємо частотні характеристики огорожувальних конструкцій, підтверджуючи точність побудови методом інтерполяції.

6 Відсутні значення звукоізоляції на середньгеометричних частотах третиннооктавних смуг визначаємо графоаналітичним методом за побудованими частотними характеристиками.

7 Визначаємо індекс звукоізоляції кожної огорожувальної конструкції. Для цього розраховуємо суму несприятливих відхилень частотної характеристики огорожувальної конструкції від нормативної кривої (табл.

2.2, рис. 2.3). Нормативна крива обирається залежно від наближення значення частотної характеристики огорожувальної конструкції на частоті 500 Гц до аналогічного значення однієї з нормативних кривих. Якщо це значення більше або дорівнює відповідному значенню однієї з нормативних кривих, для розрахунку обирається нормативна крива більш високої категорії.

8 Якщо сума несприятливих відхилень максимально наближається до 32 дБ, але не перевищує цю величину, величина індексу звукоізоляції (R_W) дорівнює відповідному значенню нормативної кривої на частоті 500 Гц.

Якщо сума несприятливих відхилень перевищує 32 дБ, нормативна крива зміщується вниз на ціле число децибел так, щоб сума несприятливих відхилень не перевищувала зазначену величину.

Якщо сума несприятливих відхилень значно менше 32 дБ або несприятливі відхилення відсутні, нормативна крива зміщується вгору на ціле число децибел так, щоб сума несприятливих відхилень від зміщеною нормативної кривої максимально наближалася до 32 дБ, але не перевищувала цю величину.

9 В якості індексу звукоізоляції приймають ординату зміщеною вгору або вниз нормативної кривої в третиннооктавній смузі з середньгеометричною частотою 500 Гц.

2.2 Вдосконалення розрахунку ізоляції повітряного шуму масивними огорожувальними конструкціями

Сутність вдосконалень, які пропонуються, полягає у спрощенні та підвищенні точності способу розрахунку ізоляції повітряного шуму масивними огорожувальними конструкціями. Ця задача може бути виконана за рахунок використання розрахункового коефіцієнту k . Даний коефіцієнт визначає внесок кожної третиннооктавної смуги у частотну характеристику ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією.

2.2.1 Визначення розрахункового коефіцієнту k

Пояснення способу визначення розрахункового коефіцієнту k наведено на рис. 2.4.

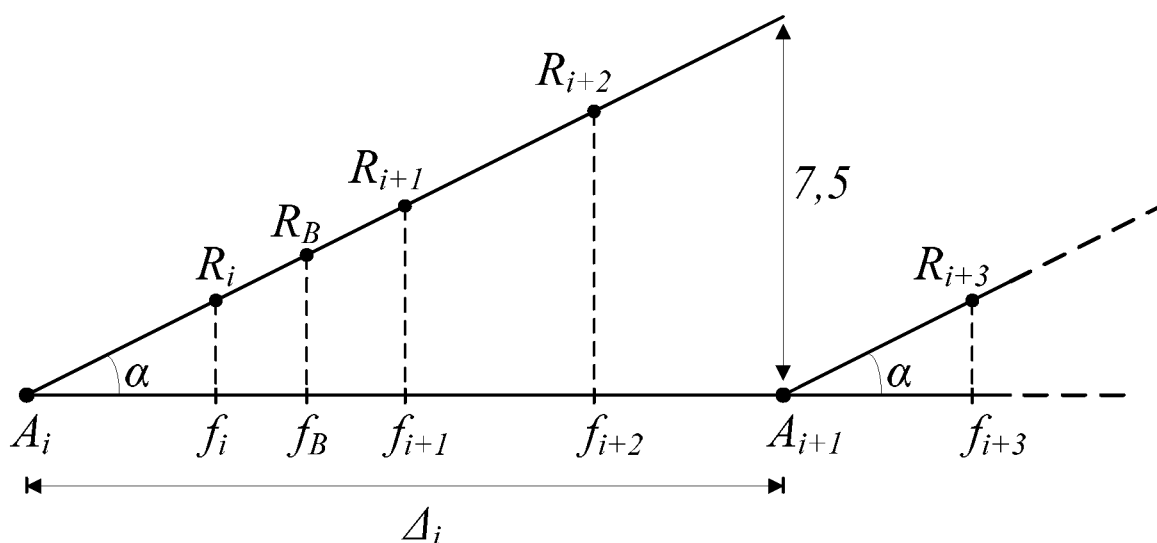


Рисунок 2.4 - Пояснення способу визначення розрахункового коефіцієнту k

Згідно з рис. 2.4:

A_i, A_{i+1} - межі октавних смуг;

f_i, f_{i+1} і т.д. - частоти середньгеометричних третиннооктавних смуг;

R_i, R_{i+1} і т.д. - значення ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією;

Δ_i - ширина октавної смуги;

α - кут нахилу частотної характеристики згідно з рис. 2.1.

Визначення розрахункового коефіцієнту k відбувається за формулами:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{7,5}{\Delta_i} \quad (2.12)$$

$$k_i = \operatorname{tg} \alpha (f_i - A_i) \quad (2.13)$$

$$k_{i+1} = \operatorname{tg} \alpha (f_{i+1} - f_i) \quad (2.14)$$

$$k_{i+2} = \operatorname{tg} \alpha (f_{i+2} - f_{i+1}) \quad (2.15)$$

При переході в іншу октавну смугу визначення розрахункового коефіцієнту k відбувається наступним чином:

$$k_{i+3} = \operatorname{tg} \alpha(A_{i+1} - f_{i+2}) + \operatorname{tg} \alpha(f_{i+3} - A_{i+1}) \quad (2.16)$$

Розрахунок тангенсу куту нахилу частотної характеристики наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Розрахунок тангенсу куту нахилу частотної характеристики

Межі октавних смуг, Гц	Ширина смуги, Гц	Середня частота смуги, Гц	$\operatorname{tg} \alpha$
90... 175	85	125	0,088235
175... 355	180	250	0,041667
355... 710	355	500	0,021127
710...1400	690	1000	0,01087
1400... 2800	1400	2000	0,005357
2800... 5600	2800	4000	0,002679

Значення розрахункового коефіцієнту k наведено в табл. 2.4

Таблиця 2.4 - Значення розрахункового коефіцієнту k

Частота f_i , Гц	Розрахунковий коефіцієнт k_i		
	1	2	3
100	0,88235	\approx	1
125	2,205875		2
160	3,088225		3
200	2,3652		2
250	2,08335		2
315	2,708355		3
400	2,617395		3
500	2,1127		2
630	2,74651		3
800	2,66846		3
1000	2,174	2	

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
1250	2,7175		3
1600	2,7019		3
2000	2,1428		2
2500	2,6785		3
3150	2,5446		3
4000	2,276786		2

2.2.2 Вдосконалений алгоритм визначення ізоляції повітряного шуму масивними огорожувальними конструкціями

Визначення ізоляції повітряного шуму масивними огорожувальними конструкціями відбувається за наступним алгоритмом:

- 1 Визначаємо f_B та R_B за формулами (2.1 - 2.9).
- 2 Округляємо f_B до найближчої середньгеометричної частоти третинооктавної смуги f_i (з дотриманням умови $f_i \leq f_B$).
- 3 Тоді $R_i = R_B$.
- 4 Таким чином R_{i+1} і усі наступні значення R визначаються за загальною формулою:

$$R_{i+1} = R_i + k_i , \quad (2.17)$$

- 5 Якщо деяке значення $R_i \geq 60$ дБ, то всі наступні значення ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією будуть дорівнювати 60 дБ.

2.3 Розрахунок звукоізоляції експериментального приміщення

Виходячи з результатів досліджень [11], перевіримо коректність запропонованих вдосконалень щодо методики перевірки звукоізоляції ВП.

2.3.1 Опис експериментального приміщення

Експериментальне приміщення складається з наступних конструкцій:

1 внутрішня перегородка з цегли завтовшки 65 мм (розміри перегородки $6,0 \times 3,0$ м) з одностулковими подвійний дерев'яними дверима з тамбуром (розміри двері $2,0 \times 0,9$ м);

2 внутрішня перегородка з цегли завтовшки 65 мм (розміри перегородки $5,0 \times 3,0$ м);

3 зовнішня стіна з цегли товщиною 140 мм (розміри стіни $6,0 \times 3,0$ м) з двома металопластиковими вікнами з двокамерним склопакетом (потрійним склінням $2 \times 150 \times 2 \times 150 \times 2$ мм) (розміри вікон $1,2 \times 1,8$ м);

4 внутрішня перегородка з цегли завтовшки 65 мм (розміри перегородки $5,0 \times 3,0$ м).

Схема експериментального приміщення наведена на рис. 2.5.

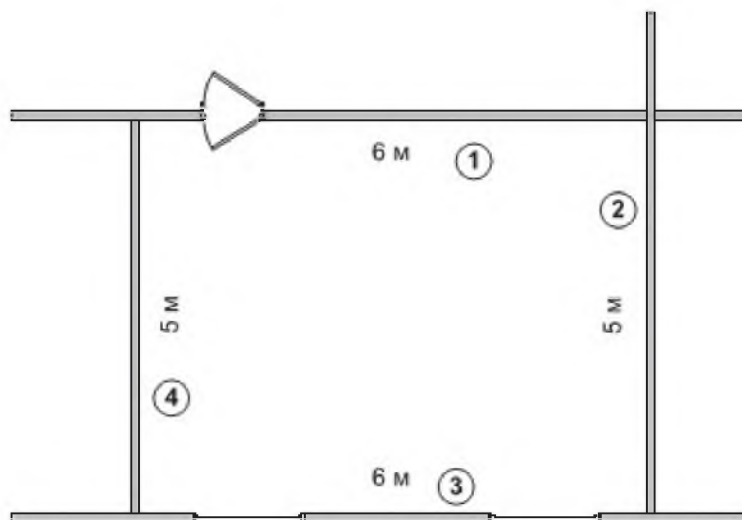


Рисунок 2.5 - Схема експериментального приміщення

2.3.2 Розрахунок індексу звукоізоляції огорожувальних конструкцій експериментального приміщення

Перевіримо звукоізоляцію огорожувальних конструкцій приміщення за допомогою вдосконаленої методики перевірки звукоізоляції ВП. Як вхідні дані щодо координат точки *B* частотної характеристики використаємо

результати розрахунків наведених в [41]. Результати розрахунків наведені в табл. 2.5-2.8.

Для цегляної стіни (65 мм) $f_B=288$ Гц, $R_B=43$ дБ. Для цегляної стіни (140 мм) $f_B=240$ Гц, $R_B=48$ дБ [41].

Таблиця 2.5 - Результати розрахунків звукоізоляції цегляної стіни (65 мм)

Параметри	Середньгеометрична частота третиннооктавної смуги, Гц																
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Розрахункова частотна характеристика, дБ	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Оціночна крива (1 категорія), дБ	46	47	47	48	49	50	52	53	54	55	56	56	56	56	56	55	55
Відхилення від оціночної кривої, дБ	3	4	4	5	6	4	4	3	1								
Сума відхилень	33																
Зміщена оціночна крива, дБ	45	46	46	47	48	49	51	52	53	54	55	55	55	55	55	54	54
Відхилення від оціночної кривої, дБ	2	3	3	4	5	3	3	2									
Сума відхилень	25																

Таблиця 2.6 - Результати розрахунків звукоізоляції цегляної стіни (140 мм)

Параметри	Середньгеометрична частота третиннооктавної смуги, Гц																
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Розрахункова частотна характеристика, дБ	48	48	48	48	50	53	55	58	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Оціночна крива (1 категорія), дБ	46	47	47	48	49	50	52	53	54	55	56	56	56	56	56	55	55
Відхилення від оціночної кривої, дБ																	
Сума відхилень	0																
Зміщена оціночна крива, дБ	51	52	52	53	54	55	57	58	59	60	61	61	61	61	61	60	60
Відхилення від оціночної кривої, дБ	3	4	4	5	4	2	2	0		0	1	1	1	1	1	0	0
Сума відхилень	29																

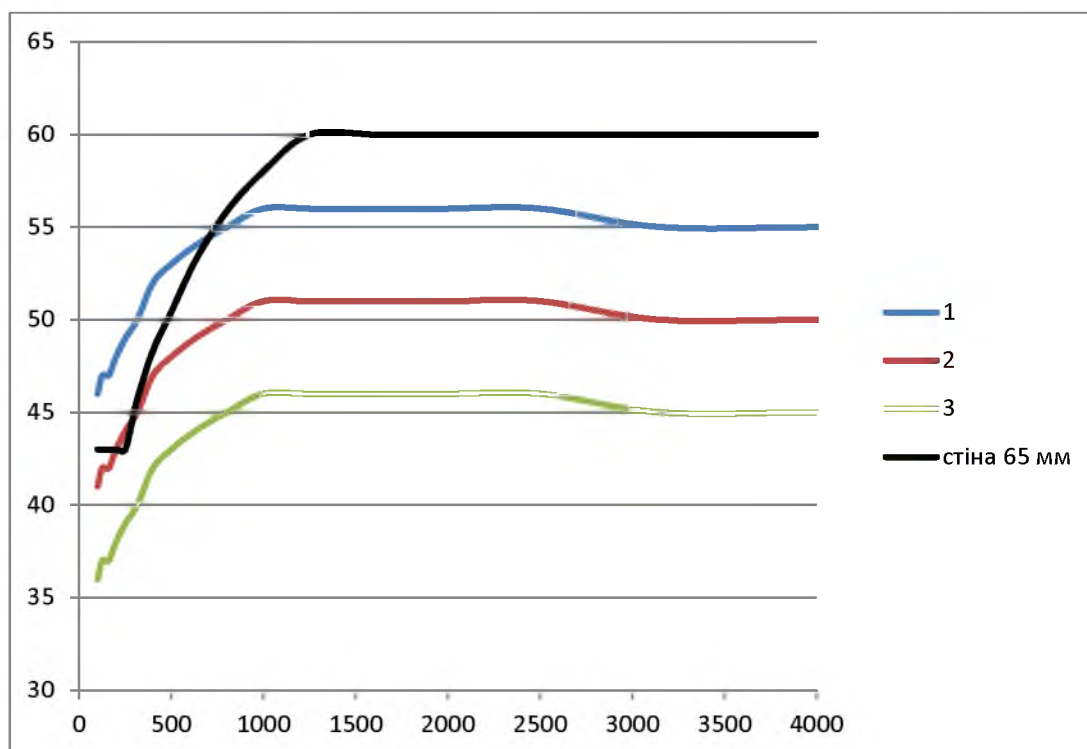
Таблиця 2.7 - Результати розрахунків звукоізоляції цегляної стіни (65 мм) з дверима

Параметри	Середньгеометрична частота третиннооктавної смуги, Гц																
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Розрахункова частотна характеристика, дБ	36	37	38	38	39	40	42	43	44	46	46	45	44	42	42	41	40
Оціночна крива (1 категорія), дБ	41	42	42	43	44	45	47	48	49	50	51	51	51	51	51	50	50
Відхилення від оціночної кривої, дБ	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	6	7	9	9	9	10
Сума відхилень	103																
Зміщена оціночна крива, дБ	36	37	37	38	39	40	42	43	44	45	46	46	46	46	46	45	45
Відхилення від оціночної кривої, дБ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	4	5
Сума відхилень	20																

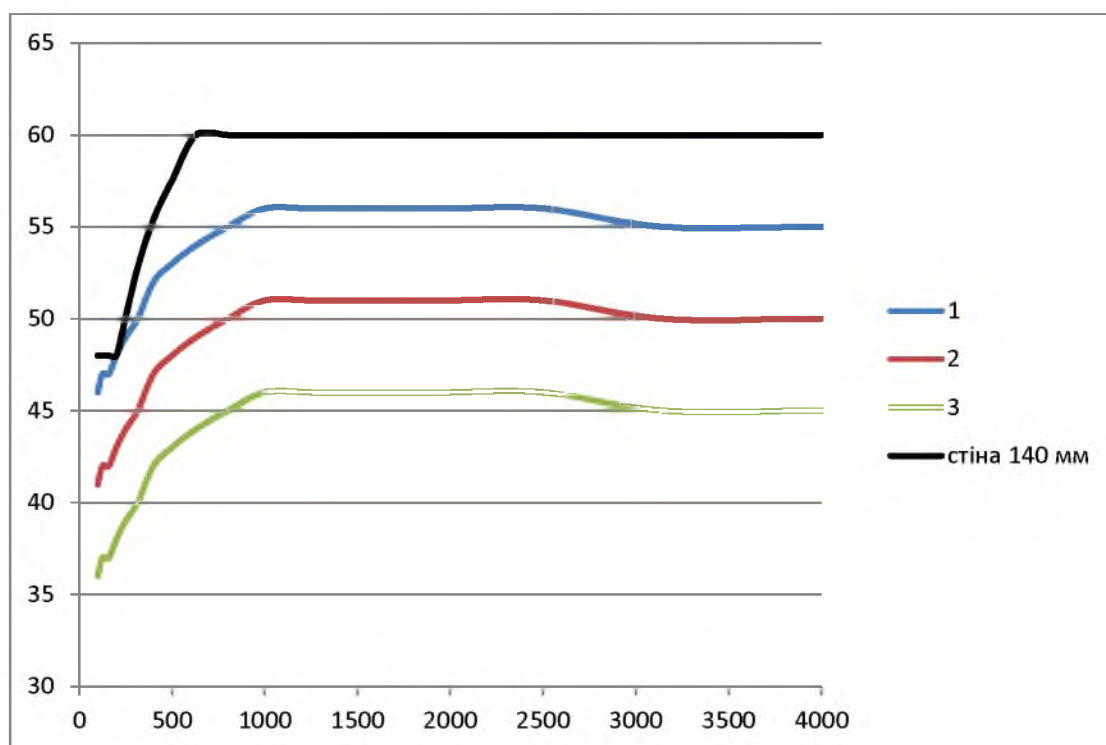
Таблиця 2.8 - Результати розрахунків звукоізоляції цегляної стіни (140 мм) з 2 вікнами

Параметри	Середньгеометрична частота третиннооктавної смуги, Гц																
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Розрахункова частотна характеристика, дБ	31	34	34	38	42	44	45	47	50	53	56	57	58	59	59	60	61
Оціночна крива (1 категорія), дБ	41	42	42	43	44	45	47	48	49	50	51	51	51	51	51	50	50
Відхилення від оціночної кривої, дБ	10	8	8	5	2	1	2	1									
Сума відхилень	40																
Зміщена оціночна крива, дБ	40	41	41	42	43	44	46	47	48	49	50	50	50	50	50	49	49
Відхилення від оціночної кривої, дБ	9	10	7	4	1	0	1	0									
Сума відхилень	32																

Графіки частотних характеристик звукоізоляції огорожувальних конструкцій експериментального приміщення представлені на рис. 2.6 - 2.7.

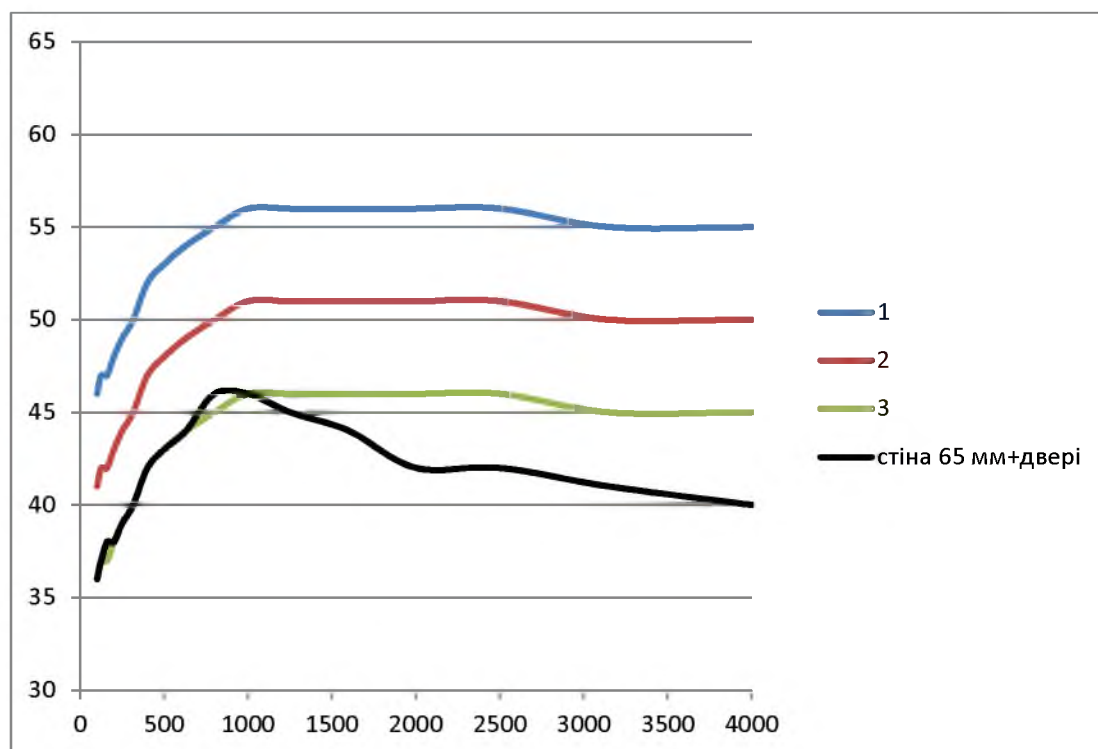


а)

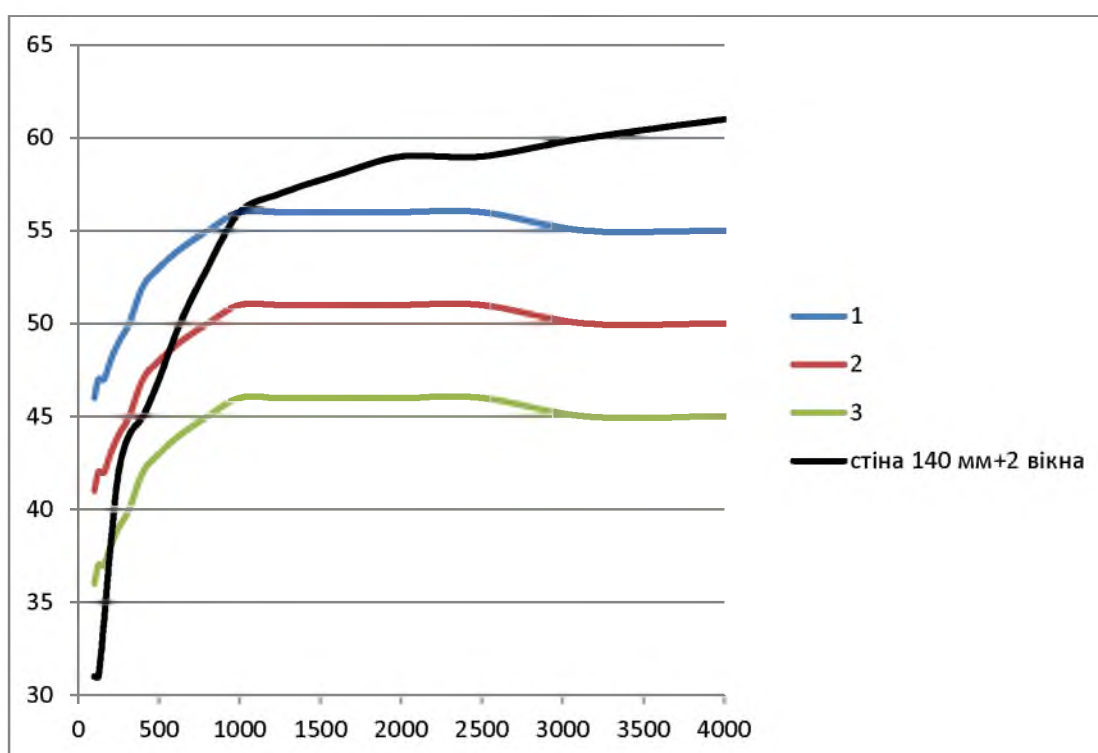


б)

Рисунок 2.6 - Графіки частотних характеристик звукоізоляції однорідних огорожувальних конструкцій експериментального приміщення: а - цегляна стіна (65 мм); б - цегляна стіна (140 мм)



в)



г)

Рисунок 2.7 - Графіки частотних характеристик звукоізоляції складених огорожувальних конструкцій експериментального приміщення: в - цегляна стіна (65 мм) з дверима; г - цегляна стіна (140 мм) з 2 вікнами

Порівняємо результати проведених розрахунків з результатами вимірювань та розрахунків, які представлені в [11]. Порівняння результатів досліджень наведено в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 - Порівняння результатів досліджень

	Індекс звукоізоляції огорожувальної конструкції, дБ		
	$R_{W \text{ цегла (65 мм)}}$	$R_{W \text{ цегла (65 мм)+двері}}$	$R_{W \text{ цегла (140 мм)+2 вікна}}$
Вимірювання	50	45	42
Розрахунки	51	43	42
Розрахунки за вдосконаленим методом	51	44	43

Отже для експериментального приміщення огорожувальною конструкцією з найменшим індексом звукоізоляції є зовнішня цегляна стіна завтовшки 140 мм з 2 вікнами.

2.4 Висновки до другого розділу

1 Розглянуто альтернативний розрахунково-графічний метод звукоізоляції ВП.

2 Запропоновано вдосконалення даного методу, яке полягає у спрощенні, підвищенні точності та швидкості розрахунку частотної характеристики звукоізоляції огорожувальних конструкцій. Вдосконалена методика перевірки звукоізоляції ВП не потребує будь якого додаткового обладнання або спеціальних навичок. Крім того, запропонований спосіб розрахунку ізоляції повітряного шуму огорожувальною конструкцією ВП при подальших дослідженнях може бути представлений у вигляді програмного забезпечення.

3 Розраховано індекс звукоізоляції огорожувальних конструкцій експериментального приміщення. Результати розрахунків порівняні з результатами експериментальних вимірювань, чим була підтверджена коректність запропонованого методу.

РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Необхідність обґрунтування витрат на реалізацію політики безпеки

Актуальність питань, розглянутих в спеціальній частині кваліфікаційної роботи, пов'язана із розробкою методики розрахунку звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень, яка застосовується для попередньої оцінки рівня захищеності інформації від витоку акустичними та віброакустичними каналами. У спеціальній частині був запропонований покращений спосіб розрахунку індексу ізоляції повітряного шуму огорожувальними конструкціями виділеного приміщення.

Метою даного розділу є розрахунки капітальних витрат на розробку методики розрахунку звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень в межах політики інформаційної безпеки підприємства.

Для розрахунку вище вказаного необхідно:

- розрахувати капітальних витрат на реалізацію запропонованих рекомендацій;
- розрахувати річні експлуатаційні витрати на виконання рекомендацій;
- сума річних амортизаційних відрахувань на апаратні засоби, необхідні для виконання рекомендацій;
- показники економічної ефективності впровадження системи захисту на підприємстві.

3.2 Розрахунок капітальних витрат

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Фіксовані витрати на впровадження системи розраховуватимуться за формулою:

$$K = K_{\text{пр}} + K_{\text{навч}} + K_{\text{н}} + K_{\text{зпз}}, \text{ грн.} \quad (3.1)$$

де $K_{\text{пр}}$ – вартість впровадження, грн.;

$K_{\text{навч}}$ – витрати на навчання технічних фахівців і обслуговуючого персоналу, грн.;

$K_{\text{н}}$ – витрати на встановлення та налагодження ПЗ, грн.;

$K_{\text{зпз}}$ – вартість закупівель, грн.

Розрахунок капітальних витрат буде проводитися на прикладі впровадження засобів захисту інформації та додаткового програмного забезпечення: резервне копіювання, контроль стану обладнання, інструктаж з ІБ, Firewall Analyzer Standard Edition, ESET Internet Security, Mathcad та Microsoft Office тощо.

3.2.1 Розрахунок заробітної плати системного адміністратора

Обліком носіїв інформації, резервним копіюванням, встановленням фаєрволу, антивірусу, налагодженням та встановленням ПЗ та обліком носіїв інформації займається системний адміністратор.

Заробітна плата при простій часовій системі оплати праці визначається за формулою:

$$З = ТС * \Phi, \quad (3.2)$$

де ТС – тарифна ставка привласненого робітникові кваліфікаційного розряду в одиницю часу (година, день, місяць), грн.;

Φ – фактично відпрацьований час;

Почасова тарифна ставка системного адміністратора складає $ТС = 200$ грн/год.

Час на налагодження резервного копіювання займає 5 год.:

$$З = ТС * \Phi = 200 * 5 = 1000 \text{ грн.}$$

Час на розробку методики розрахунку звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень займає 35 год.:

$$З = ТС * \Phi = 200 * 35 = 7000 \text{ грн.}$$

Час на впровадження запропонованої методики займає 15 год.:

$$З = ТС * \Phi = 200 * 15 = 3000 \text{ грн.}$$

Час на встановлення фаєрволу займе 2 год.:

$$З = ТС * \Phi = 200 * 2 = 400 \text{ грн.}$$

Час на встановлення антивірусу займе 2 год.:

$$З = ТС * \Phi = 200 * 2 = 400 \text{ грн.}$$

Час на встановлення Mathcad займе 6 год.:

$$З = ТС * \Phi = 200 * 6 = 1200 \text{ грн.}$$

Час на встановлення Microsoft Office займе 4 год.:

$$З = ТС * \Phi = 200 * 4 = 800 \text{ грн.}$$

3.2.2 Розрахунок капітальних витрат

В таблиці 3.1 наведена кількісно-вартісна характеристика заходів, що впроваджується на підприємстві.

Таблиця 3.1 – Кількісно-вартісна характеристика заходів

Міри	Характеристика	Вартість
Резервне копіювання	SSD Samsung T7 2TB Shield Blue (MU-PE2T0R) 2022, up to 1050MB/s	11500
Час на розробку методики розрахунку звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень	Займає 35 год.	7000
Час впровадження запропонованої методики	Займає 15 год.	3000
Фаєрвол	Firewall Analyzer Standard Edition	18500
Антивірус	ESET Internet Security	1300
Mathcad	Mathcad Prime	27500
Microsoft Office	Microsoft Office Professional 2021	18000

Фіксовані витрати на проектування та впровадження заходів захисту інформації складатимуть:

Резервне копіювання:

$$К = 1000 + 11500 = 12500 \text{ грн.}$$

Розробка методики розрахунку звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень:

$$К = 7000 \text{ грн.}$$

Впровадження запропонованої методики:

$$K = 3000 \text{ грн.}$$

Фаєрвол:

$$K = 400 + 18500 = 18900 \text{ грн.}$$

Антивірус:

$$K = 400 + 1300 = 1700 \text{ грн.}$$

Mathcad Prime:

$$K = 1200 + 27500 = 28700 \text{ грн.}$$

Microsoft Office:

$$K = 800 + 18000 = 18800 \text{ грн.}$$

Загальні затрати складуть:

$$K = 90600 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок поточних (експлуатаційних) витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за визначений період (наприклад, рік), що виражені у грошовій формі.

Під «витратами на керування системою» маються на увазі витрати, пов'язані з керуванням й адмініструванням компонентів системи інформаційної безпеки. До цієї статті витрат можна віднести наступні витрати:

- навчання адміністративного персоналу й кінцевих користувачів;
- амортизаційні відрахування від вартості обладнання та ПЗ;
- заробітна плата персоналу;
- навчальні курси й сертифікація обслуговуючого персоналу;
- технічне й організаційне адміністрування й сервіс.

До експлуатаційних витрат віднесено:

- заробітну плату співробітника системного адміністратора;
- витрати на ліцензію антивірусу;
- витрати на резервне копіювання;
- витрати на розробку та впровадження методики розрахунку звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень;

- витрати на ліцензію фаєрволу;
- витрати на ліцензію Mathcad;
- витрати на ліцензію Microsoft Office.

Річні поточні витрати на функціонування системи заходів протидії загрозам інформації визначаються за формулою (3.3):

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n, \text{ грн,} \quad (3.3)$$

де C – вартість підтримки заходу протидії загрозам інформації;

n – порядковий номер заходів протидії загрозам інформації.

Обліком носіїв інформації, резервним копіюванням, підтримкою фаєрволу, антивірусу та інших ПЗ займається системний адміністратор.

Заробітна плата системного адміністратора складає $Z_{CA} = 200$ грн/год.

Час на резервне копіювання займе 0,5 год/день.

$$C = TC * \Phi = 200 * 0,5 * 250 = 25000 \text{ грн.}$$

Час на підтримку фаєрволу займе 1 год/тиждень, затрати:

$$C = TC * \Phi = 200 * 1 * 50 = 10000 \text{ грн.}$$

Час на підтримку антивірусу займе 1 год/тиждень, затрати:

$$C = TC * \Phi = 200 * 1 * 50 = 10000 \text{ грн.}$$

Час на коригування методики розрахунку звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень займе 1 год/тиждень:

$$C = TC * \Phi = 200 * 1 * 50 = 10000 \text{ грн.}$$

Час на підтримку Mathcad займе 0,5 год/тиждень, затрати:

$$C = TC * \Phi = 200 * 0,5 * 50 = 5000 \text{ грн.}$$

Час на підтримку Microsoft Office займе 0,5 год/тиждень, затрати:

$$C = TC * \Phi = 200 * 0,5 * 50 = 5000 \text{ грн.}$$

Затрати на продовження ліцензії антивірусу складають 700 грн.

Затрати на продовження ліцензії фаєрволу складають 7200 грн.

Затрати на продовження ліцензії Mathcad Prime складають 15000 грн.

Значення загальних річних поточних витрат складає:

$$C = 25000 + 10000 + 10000 + 10000 + 5000 + 5000 + 700 + 7200 + 15000 \\ = 87900 \text{ грн.}$$

3.4 Визначення збитку від поломок обладнання

Запобігти поломкам обладнання практично неможливо. Природньо, первинна передумова наступна: витрати на ремонт або заміну деяких деталей обладнання не повинні перевищувати вартість самого обладнання.

Вихідні дані для підрахунку збитку:

- час простою внаслідок поломки, t_n (в годинах), $t_n = 4$ год.;
- час відновлення після поломки, t_v (в годинах), $t_v = 4$ год.;
- час повторного введення втраченої інформації, t_{ei} (в годинах), $t_{ei} = 2$ год.;
- заробітна плата обслуговуючого персоналу, Z_0 (грн. в місяць з податками), $Z_0 = 32000$ грн.;
- заробітна плата співробітників, Z_c (грн. в місяць з податками), $Z_c = 25000$ грн.;
- кількість обслуговуючого персоналу, N_0 , $N_0 = 2$;
- число співробітників, N_c , $N_c = 20$;
- прибуток, O (грн. на рік), $O = 18000000$ грн.;
- вартість заміни обладнання та запасних частин, виправлення помилок в роботі системи, $\Pi_{зч}$ (грн.), $\Pi_{зч} = 10000$ грн.;
- число зламаного обладнання, I , $I = 3$;
- число поломок на рік, n , $n = 4$.

Вартість втрат від зниження продуктивності співробітників несправного обладнання розраховується за формулою 3.4:

$$\Pi_n = \frac{\sum N_c Z_c}{160} \cdot t_n, \text{ грн.}, \quad (3.4)$$

де місячний фонд робочого часу при 40-а годинний робочий тиждень 160 годин.

Підставивши вихідні дані отримаємо:

$$\Pi_{\Gamma} = (20 \cdot 25000 / 160) \cdot 4 = 12500 \text{ грн.}$$

Вартість відновлення зламаного обладнання розраховується за формулою 3.5:

$$\Pi_{\epsilon} = \Pi_{\epsilon u} + \Pi_{\epsilon v} + \Pi_{\epsilon z}, \text{ грн.} \quad (3.5)$$

де $\Pi_{\epsilon u}$ – вартість повторного введення інформації (формула 3.6),

$\Pi_{\epsilon v}$ – вартість відновлення обладнання (формула 3.7).

$$\Pi_{\epsilon u} = \frac{\sum Z_c}{160} \cdot t_{\epsilon u}, \text{ грн.} \quad (3.6)$$

$$\Pi_{\epsilon v} = \frac{\sum Z_o}{160} \cdot t_{\epsilon}, \text{ грн.} \quad (3.7)$$

Отримаємо:

$$\Pi_{\epsilon u} = (20 \cdot 25000 / 160) \cdot 2 = 6250 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{\epsilon v} = (2 \cdot 32000 / 160) \cdot 4 = 1600 \text{ грн.}$$

Вартість заміни обладнання та запасних частин, виправлення помилок в системі, $\Pi_{\epsilon z}$ (грн.)

$$\Pi_{\epsilon z} = 10000 \text{ грн.}$$

Підставивши отримані результати в загальну формулу отримаємо:

$$\Pi_{\epsilon} = 6250 + 1600 + 10000 = 17850 \text{ грн.}$$

Втрачена вигода від простою зламаного обладнання становить та розраховується за формулою 3.8 й 3.9 відповідно:

$$U = \Pi_n + \Pi_{\epsilon} + V, \text{ грн.} \quad (3.8)$$

$$V = \frac{O}{F_2} \cdot (t_n + t_{\epsilon} + t_{\epsilon u}), \text{ грн.} \quad (3.9)$$

де F_2 – річний фонд часу роботи організації (52 робочих тижні, 5-ти денний робочий тиждень, 8-ми годинний робочий день) становить 2080 годин.

$$V = (18000000/2080) * (4+4+2) = 86538,46 \text{ грн.}$$

$$U = 12500 + 17850 + 86538,46 = 116888,46 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальний збиток від поломки обладнання, повторного введення інформації в системі, виявлення та усунення помилок в системі складі (формула 3.10):

$$OU = \sum_n \sum_l U, \text{ грн.} \quad (3.10)$$

$$OU = 4 * 3 * 116888,46 = 1402661,52 \text{ грн.}$$

3.5 Загальний ефект від впровадження моделі

Загальний ефект від впровадження моделі підтримки прийняття рішень оцінки загроз інформаційній безпеці для компанії визначається за формулою 3.11 з урахуванням ризиків порушення інформаційної безпеки і становить:

$$E = OU \cdot R - C, \text{ грн.} \quad (3.11)$$

де OU – загальний збиток від атаки на вузол або сегмент корпоративної мережі, грн.;

R – очікувана ймовірність атаки на вузол або сегмент корпоративної мережі, частки одиниці;

C – щорічні витрати на експлуатацію моделі підтримки прийняття рішень оцінки загроз інформаційній безпеці для компанії, грн.

Таким чином, загальний ефект від впровадження становить:

$$E = 1402661,52 * 0,25 - 87900 = 262765,38 \text{ грн.}$$

3.6 Визначення та аналіз показників економічної ефективності моделі

Оцінка економічної ефективності моделі, розглянутої у спеціальній частині кваліфікаційної роботи, здійснюється на основі визначення та аналізу коефіцієнта повернення інвестицій $ROSI$ (Return on Investment for Security) за

формулою 3.12 та терміну окупності капітальних інвестицій T_o за формулою 3.13.

$$ROSI = \frac{E}{K}, \text{ частки одиниці,} \quad (3.12)$$

де E – загальний ефект від впровадження системи захисту, грн.;

K – капітальні інвестиції за варіантами, що забезпечили цей ефект, грн.

Підставивши відповідні значення, маємо:

$$ROSI = 262765,38/90600 = 2,9$$

Організація здійснює фінансування капітальних інвестицій за рахунок реінвестування власних коштів (частини прибутку та амортизаційних відрахувань).

Проект визнається економічно доцільним, якщо розрахунковий коефіцієнт ефективності перевищує річний рівень прибутковості.

Отже, проект є економічно доцільним.

Термін окупності капітальних інвестицій T_o показує, за скільки років капітальні інвестиції окупляться за рахунок загального ефекту від впровадження системи безпеки:

$$T_o = \frac{K}{E} = \frac{1}{ROSI}, \text{ років.} \quad (3.13)$$

Підставимо значення:

$$T_o = 1 / 2,9 = 0,34 \text{ року (приблизно 4 місяці).}$$

3.7 Висновок

Розрахувавши збитки від реалізації можливих несправностей, які склали 1402661,52 грн., і порівнявши їх з витратами на забезпечення підтримки працездатності системи 87900 грн., та витратами на розробку моделі 90600 грн., можна зробити висновок, що витрати на забезпечення інформаційної безпеки є не значними у співвідношенні до збитків. Отже,

впровадження системи є економічно доцільним заходом, термін окупності системи безпеки становить 4 місяці. Для подальшого розвитку діяльності підприємства впровадження даних заходів є необхідною умовою для виконання.

ВИСНОВКИ

У першому розділі кваліфікаційної роботи було охарактеризовано сутність акустичного сигналу та мовної інформації, розглянуто технічні канали витоку мовної інформації та методи і засоби її захисту. Проаналізовано і класифіковано методи та засоби звукоізоляції та звукопоглинання. Охарактеризовано методичні підходи до оцінки ефективності захисту мовної інформації в ВП, які використовуються на даний час та зауважені їх недоліки. Надано рекомендації щодо вибору та вдосконалення альтернативної методики перевірки звукоізоляційних характеристик ВП.

У спеціальному розділі було розглянуто альтернативний розрахунково-графічний метод перевірки звукоізоляції ВП. Запропоновано удосконалення методу визначення звукоізоляції однорідних масивних огорожувальних конструкцій ВП. Виконано розрахунок індексу звукоізоляції огорожувальних конструкцій ВП. Результати розрахунків були порівняні з експериментальними вимірюваннями звукоізоляції огорожувальних конструкцій ВП.

В економічній частині було проведено розрахунки капітальних витрат на розробку методики розрахунку звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень в межах політики інформаційної безпеки підприємства та отримано економічний ефект від впровадження рішень, запропонованих у спеціальній частині.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 ДСТУ 3008-95. «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».
- 2 Методичні рекомендації до підготовки та захисту дипломної роботи(проекту) для студентів галузі знань 1701 «Інформаційна безпека» та спеціальності 125 «Кібербезпека» / Т.В. Бабенко, М.В. Корнєєв, О.В. Кручинін, Д.С. Тимофєєв; Нац. гірнун – т – Д.: НГУ,2016. – 45 с.
- 3 Міжнародний стандарт ISO/IEC 27005:2011 «Інформаційна технологія. Методи і засоби забезпечення безпеки. Менеджмент ризику інформаційної безпеки» [Електронний ресурс] - Режим доступу: www/ URL: https://exebit.files.wordpress.com/2013/11/iso-27005-2011-ru-v1.pdf.
- 4 Закон України «Про інформацію» [Електронний ресурс] / Київ, Верховна Рада України - Режим доступу : [www/ URL: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2657-12](http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2657-12) - 21.05.2015 г. - Назва з екрана.
- 5 Методика визначення ефективності капітальних вкладень [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www/ URL: http://pidruchniki.com/1541010436255/ekonomika/metodika_viznachennya_efektivnosti_kapitalnih_vkladen](http://pidruchniki.com/1541010436255/ekonomika/metodika_viznachennya_efektivnosti_kapitalnih_vkladen)
- 6 Оптимізаційні планові розрахунки нововведень продукції та планування витрат на підготовку і освоєння виробництва нової продукції [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www/ URL: http://buklib.net/books/29468/](http://buklib.net/books/29468/)
- 7 Розрахунок річних експлуатаційних витрат [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www/ URL: http://studopedia.org/6-128587.html](http://studopedia.org/6-128587.html)
- 8 Зоріна Т.І. Системи виявлення і запобігання атак в комп'ютерних мережах / Т.І. Зоріна // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – № 15 (204), ч.1. – 2013.

9 Cybercrime To Cost The World \$10.5 Trillion Annually By 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://cybersecurityventures.com/cybercrime-damages-6-trillion-by-2021/>.

10 НД ТЗІ 2.5-010-03. Вимоги до захисту інформації WEB-сторінки від несанкціонованого доступу.

11 НД ТЗІ 2.5-005-99. Класифікація автоматизованих систем і стандартні функціональні профілі захищеності оброблюваної інформації від несанкціонованого доступу.

12 НД ТЗІ 2.5-004-99. Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу.

13 В. Безмалій. Реагування на інциденти інформаційної безпеки / (Електронний ресурс) спосіб доступу URL: <https://www.it-community.in.ua/2014/07/reagirovanie-na-intsidenty-informatsionnoj-bezopasnosti.html/>

14 Питання управління інформаційною безпекою / Книга 3, 2е видання, 2014 рік. / Автори: Милославська Н.Г. Сенаторів М.Ю. Толстой А. І.

15 С. Білоус. Поліпшення процесу управління інцидентами. Публікація «S&T Soft-Tronik», 2007.

ДОДАТОК А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Найменування	Кількість листів	Примітки
<i>Документація</i>				
1	A4	Реферат	2	
2	A4	Список умовних скорочень	1	
3	A4	Зміст	2	
4	A4	Вступ	1	
5	A4	Розділ 1	37	
6	A4	Розділ 2	20	
7	A4	Розділ 3	10	
8	A4	Висновки	1	
9	A4	Перелік посилань	2	
10	A4	Додаток А	1	
11	A4	Додаток Б	1	
12	A4	Додаток В	1	
13	A4	Додаток Г	2	

ДОДАТОК Б. Перелік документів на оптичному носії

1 Презентація_Юрков.ppt

2 Кваліфікаційна робота_Юрков.doc

ДОДАТОК В. Відгук керівника економічного розділу

Керівник розділу

(підпис)

(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК Г. Відгук керівника кваліфікаційної роботи

В І Д Г У К

**на кваліфікаційну роботу студента групи 125м-22-2 Юркова С.Р.
на тему: «Вдосконалення методики визначення звукоізоляційних
характеристик виділених приміщень»**

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою на 83 с., містить 17 рис., 14 табл., 4 додатки, 15 джерел.

Метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення рівня захищеності мовної інформації.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було вирішено наступні завдання: проведено аналіз розрахунково-графічного методу визначення звукоізоляції виділених приміщень; запропоновано вдосконалення методу визначення індексу звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділеного приміщення; побудовано графіки частотних характеристик звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділеного приміщення; розроблено алгоритм розрахунку індексу звукоізоляції масивних однорідних огорожувальних конструкцій виділеного приміщення.

В економічному розділі проведено розрахунок витрат на запропоновану систему інформаційної безпеки, ефективність якої доведено та доцільність обґрунтовано.

Практичне значення роботи полягає у підвищенні ефективності контролю звукоізоляції виділених приміщень.

Результати здійснених у кваліфікаційній роботі досліджень можуть бути використані для визначення рівня захищеності мовної інформації у виділених приміщеннях.

Наукова новизна дослідження полягає у вдосконаленні методики визначення індексу звукоізоляції огорожувальних конструкцій виділених приміщень.

До недоліків проекту слід віднести нечіткість окремих висновків і визначень, окремі невідповідності вимогам при оформленні.

Рівень запозичень у кваліфікаційній роботі відповідає вимогам «Положення про систему виявлення та запобігання плагіату».

В цілому робота задовольняє усім вимогам, а її автор Юрков С.Р. заслуговує на оцінку «
» та присвоєння кваліфікації «Магістр з кібербезпеки» за спеціальністю 125 Кібербезпека.

**Керівник роботи,
д.т.н., проф.**

Корнієнко В.І.