

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПОДАВЛЕННЯ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ЗАПISУ МОВИ

Вступ

Актуальність захисту мовної інформації обумовлена в основному двома факторами: перший – мовна інформація має дуже високу інформативність і другий – широке поширення засобів запису мови, починаючи від сучасних смартфонів (на сьогодні у світі їх налічується понад 4 млрд. штук), що мають функцію запису мови, різноманітних диктофонів і закінчуючи спеціальними засобами запису мови, що мають властивості протидії засобам подавлення несанкціонованого запису. На жаль, жоден з відомих сьогодні методів запобігання та подавлення несанкціонованого запису мови не може, без знання типу записуючого пристрою, гарантувати повне недопущення несанкціонованого запису мовної інформації. У статті пропонується метод та на його основі засіб, що істотно підвищує ефективність протидії несанкціонованому запису мовної інформації, незалежно від типу записуючого пристрою.

Технічні вразливості засобів запису мови та методи захисту мовної інформації від несанкціонованого запису

Можливості запобігання несанкціонованому запису мови на звукозаписні засоби базуються на їх технічних вразливостях, які реалізуються за рахунок їх виявлення, а також за рахунок протидії їх штатному функціонуванню.

Класифікація методів захисту від несанкціонованого запису мови представлена на рис. 1 і включає в себе методи виявлення наявності диктофона за його демаскуючими ознаками та методи акустичного, електромагнітного та ультразвукового подавлення несанкціонованого запису.

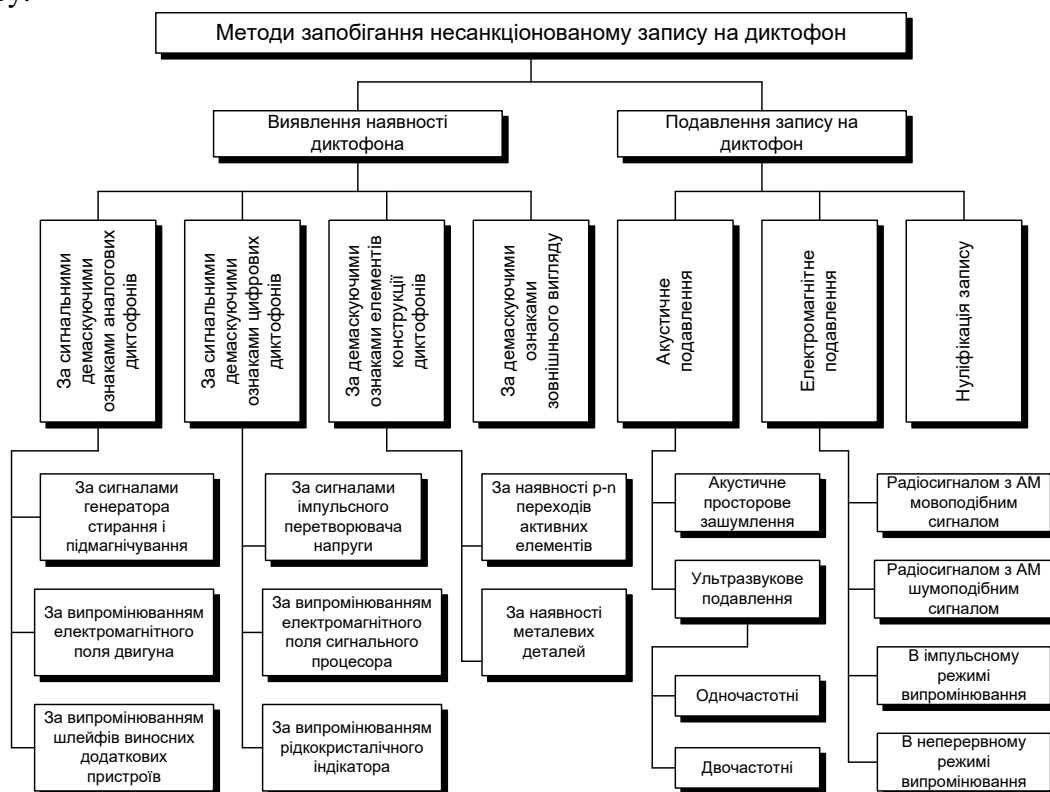


Рис. 1. Методи захисту мовної інформації від несанкціонованого запису

Подавлення несанкціонованого запису мови на диктофон може здійснюватися акустичним, електромагнітним та ультразвуковим методами [1 – 3].

Акустичний метод подавлення несанкціонованого запису мови в його традиційній інтерпретації заснований на постановці просторової акустичної перешкоди у напрямку можливого розташування пристрою для запису. Збільшення амплітуди акустичної перешкоди не підвищує ефективність захисту, оскільки призводить до мимовільного підвищення гучності розмови обох співрозмовників. З цієї причини до недавнього часу акустичний метод протидії несанкціонованого запису на диктофон вважався *малоефективним*.

Електромагнітний метод полягає у наведенні високочастотного амплітудно-імпульсно-модульованого перешкодного сигналу на провідниках та елементах схеми диктофона як на випадкових антенах. Модулюючим сигналом найчастіше служить мовна або імпульсна перешкода, що збігається по смузі з низькочастотним трактом диктофона. Найбільш схильна до впливу зовнішніх електромагнітних перешкод є підсистема диктофона, відповідальна за перетворення акустичного сигналу. Протидія запису корисного мовного сигналу може проявляється у таких видах:

- наведений високочастотний сигнал детектується на нелінійності мікрофонного підсилювача диктофона. Далі у вигляді низькочастотної речеподібної перешкоди надходить у низькочастотний тракт диктофона і негативно впливає на корисний мовний сигнал;

- перевантаження вхідних каскадів мікрофонного підсилювача перешкодою з великою амплітудою спричинить реакцію схеми автоматичного регулювання підсилення диктофона, внаслідок якої через зменшення посилення корисний сигнал виявиться нижчим за поріг реальної чутливості підсилювача;

- при співвідношенні сигнал/шум близькому до одиниці аналого-цифровий перетворювач диктофона виходить із регламентованого режиму роботи, через що значно погіршується якість сигналу на виході;

- сигнал, наведений на генератор тактової частоти аналого-цифрового перетворювача диктофона, виводить схему з режиму синхронізації, і диктофон перестає нормально функціонувати.

Ефективність електромагнітного подавлення залежить від типу диктофона та її просторового становища стосовно пристрою подавлення. Є залежність уразливості диктофона від несучої частоти перешкодного сигналу до різних типів диктофонів. Пристрої електромагнітного подавлення запису ефективно виконують своє завдання стосовно деяких типів побутових диктофонів. Однак сучасна елементна база і хороше екранування дозволяють багаторазово послабити вплив зовнішньої електромагнітної перешкоди на корисний сигнал у диктофонах, розроблених як спецзасіб знімання акустичної інформації. Це стосується і більшості сучасних смарт-фонів, в яких електромагнітне екранування виконане дуже якісно.

Ультразвуковий метод подавлення використовує засоби, що випромінюють потужні ультразвукові коливання (УЗК). Сучасні звукозаписні пристрої оснащуються, як правило, мікрофонами, верхня межа смуги пропускання яких становить 25 – 27 кГц і потрапляє в ультразвуковий діапазон частот. Застосовують одночастотні та двочастотні ультразвукові подавлювачі.

Одночастотні подавлювачі призначені для протидії несанкціонованому запису для диктофонів, оснащених системою автоматичного регулювання підсилення (АРУ). При реагуванні на потужні ультразвукові сигнали АРУ знижує чутливість диктофона до вхідного мовного сигналу і цим різко знижується якість запису або повністю зривається запис мови.

Двочастотне ультразвукове подавлення базується на формуванні перешкоджаючого сигналу у вигляді двох ультразвукових коливань з рознесенням несучих частот, що співпадає з основною частиною частотного діапазону мовного сигналу (0,3 – 3,4 кГц). При впливі цих двох УЗК на нелінійні елементи мікрофонного підсилювача диктофона утворюються сигнали з комбінаційними (зокрема і різницевиими) частотами, що у смугу пропускання звукового

тракту диктофона. Ці комбінаційні сигнали здійснюють енергетичне приховування корисного мовного сигналу в звукозаписному тракту диктофона і цим протидіють несанкціонованому запису мови.

Системи ультразвукового подавлення виявляються неефективними або взагалі марними, якщо мікрофон записуючого пристрою:

- має частотну характеристику лише звукового діапазону (без заходу в ультразвукову область, наприклад, у диктофонах старих років випуску);
- захищений спеціальним тканинним матеріалом (або просто знаходиться у кишені одягу);
- має спеціальний фільтр, що обмежує смугу вхідного сигналу межами мовного діапазону.

Враховуючи сказане можна зробити висновок про те, що акустична, електромагнітна та ультразвукова протидія без апріорного знання типу диктофона не забезпечує гарантованого подавлення несанкціонованого запису мови.

Адаптація акустичного методу для підвищення ефективності подавлення несанкціонованого запису мовлення

Для суттєвого підвищення ефективності подавлення запропоновано адаптувати акустичний метод з урахуванням особливостей поширення акустичних коливань у повітрі, психофізичного сприйняття звуків вухом людини та поліпшенням технічних характеристик акустичної системи пристрою подавлення, а саме:

- відстань між джерелом акустичної перешкоди та місцем ймовірного розташування диктофона необхідно звести до мінімуму і зробити його меншим, ніж відстань між джерелом мови та диктофоном;
- формувати акустичну перешкоду з промови співрозмовників. Така речеподібна перешкода не може бути відфільтрована, оскільки займає ту ж саму смугу частот, що і мовний сигнал;
- суттєво покращити технічні параметри акустичної системи для випромінювання мовної перешкоди, застосувавши електростатичну акустичну систему випромінювання перешкоди, відмовившись від використання традиційних електродинамічних випромінювачів, що призведе:
 - до підвищення лінійності частотної характеристики акустичної системи;
 - зменшення величини її нелінійних спотворень;
 - звуження діаграму спрямованості акустичної системи.

Ці зміни технічних параметрів акустичної системи дозволять максимально наблизити спектральні характеристики перешкод до голосів співрозмовників. А звуження діаграми спрямованості електростатичної акустичної системи при однаковій випромінюючій потужності призведе до:

- збільшення щільності потоку потужності перешкодного сигналу, що підвищує ефективність подавлення запису мови;
- деякого зниження інтенсивності впливу перешкодного сигналу на органи слуху співрозмовників через просторову орієнтацію акустичного випромінювача на можливе місце розташування записуючого пристрою в одязі відвідувача.

Результати експериментального дослідження ефективності адаптованого акустичного методу подавлення несанкціонованого запису мови

Для оцінки ефективності адаптованого акустичного методу подавлення несанкціонованого запису мови з використанням перешкоди, сформованої електростатичним випромінювачем, було проведено два експерименти:

- перший – порівняння зони подавлення пристроїв з електростатичним та динамічним випромінюванням;

- другий – порівняння технічних параметрів засобів захисту від несанкціонованого запису мови побудованих з використанням адаптованого акустичного (EST-ST, EST-P), електромагнітного (Шумотрон – 3, PD – 2) та ультразвукового (USPD-C, UltraSonic-50) методів подавлення для п'яти сучасних типів звукозаписних пристроїв – цифрових диктофонів та смартфонів (Olimpus VP-20, Edic-mini B76, Galaxy S8+, Iphone Xs Max, Iphone 12 Pro Max).

Для першого експерименту використовувався електростатичний випромінювач з розмірами сторін 25 на 34 см за умов відкритого простору.

Окрема колонка відтворювала записану людську мову. Електростатичний випромінювач (а потім окремо динамічний випромінювач) відтворював подібну перешкоду, зформовану з мови людини з рівнем 65 дБ на відстані 1 метр. Акустичні вимірювання проводилися сертифікованим мікрофоном Behringer ECM8000 із нормованою частотною характеристикою та круговою діаграмою спрямованості. Зона подавлення визначалася за розбірливістю мови на тлі перешкоди при різних кутах і дальності l з використанням методу експертної оцінки.

На рис. 2 представлені зони подавлення пристрою протидії з використанням електростатичного та динамічного випромінювача, які являють собою усічені еліпси з півосями 1,6 та 0,3 метра та 0,5 та 0,4 метра відповідно. Перевагу використання електростатичного випромінювача наочно видно.

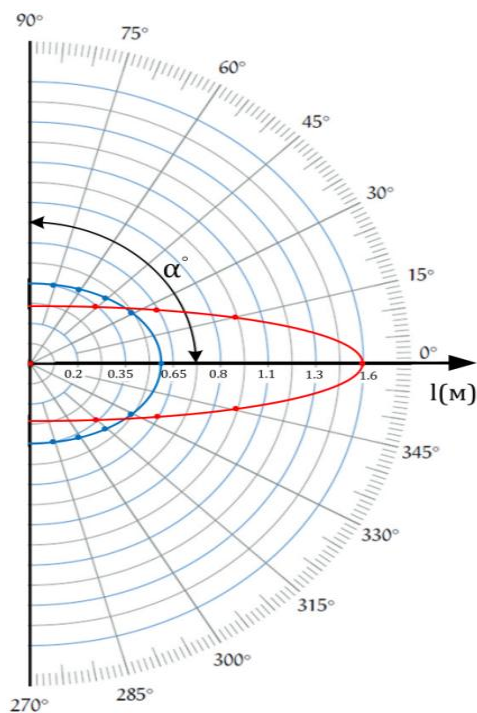


Рис. 2. Зони подавлення пристрою протидії несанкціонованого запису мови з використанням електростатичного та динамічного випромінювача

Результати другого експерименту представлені в табл. 1 – 4.

У табл. 1 наведено дальності повного подавлення диктофонів при використанні електромагнітних подавлювачів «ШУМОТРОН-3» та «PD-2».

Таблиця 1

Модель	Шумотрон – 3	PD – 2
	Потужність випромінювання 15Вт	Потужність випромінювання 8Вт
Olimpus VP-20	2,2 м	1,6м
Edic-mini B76	0,6м	0,2м
Galaxy S8+	0,3м	0,1м
Iphone Xs Max	0м	0м
Iphone 12 Pro Max	0м	0м

У табл. 2 наведено дальність повного подавлення диктофонів при використанні *ультра-звукових* подавлювачів.

Таблиця 2

Модель	USPD-C	UltraSonic-50
	26 випромінювачів з акустичним тиском 115дБ	50 випромінювачів з акустичним тиском 115дБ
Olimpus VP-20	0,9 м	1,2м
Edic-mini B76	1,1м	1,3м
Galaxy S8+	6м	8м
Iphone Xs Max	1,8м	2,4м
Iphone 12 Pro Max	2,2м	3м

У табл. 3 наведено дальності повного подавлення диктофонів ультразвуковими пригнічувачами за умови закриття їх мікрофона кишеньковою матерією (диктофон знаходиться в кишені).

Таблиця 3

Модель	USPD-C	UltraSonic-50
	26 випромінювачів з акустичним тиском 15дБ	50 випромінювачів з акустичним тиском 115дБ
Olimpus VP-20	0,1 м	1,1м
Edic-mini B76	0,2м	0,3м
Galaxy S8+	0,4м	0,5м
Iphone Xs Max	0,15м	0,2м
Iphone 12 Pro Max	0,2м	0.25м

У табл. 4 наведено дальності повного подавлення диктофонів при використанні електро-статичних подавлювачів "EST-ST" та "EST-P".

Таблиця 4

Модель	EST-ST	EST-P
	Акустична чутливість 88дБ	Акустична чутливість 86дБ
Olimpus VP-20	3,5 м	3,2м
Edic-mini B76	2,8м	2,6м
Galaxy S8+	2,4м	2,4м
Iphone Xs Max	2,2м	2м
Iphone 12 Pro Max	1,8м	2м

При закритті мікрофонів кишеньковою матерією дальність подавлення перерахованих диктофонів не змінюється.

Висновки

Запропонований адаптований акустичний метод протидії несанкціонованого запису мови однаково ефективний для будь-яких типів записуючих пристроїв, оскільки перешкода формується по функціональному каналу – акустичному з урахуванням особливостей поширення та сприйняття акустичних коливань людиною у повітрі.

Список літератури:

1. Гудков С.А. Проблемы и решения задачи обнаружения современных диктофонов // Специальная техника. 2001. №3. С. 37-43
2. Антіпов І.Є., Олейніков А.М., Ликов Ю.В., Кукуш В.Д., Милютченко І.О. Засоби та системи технічного захисту інформації: Навчальний посібник для студентів ЗВО. Харків : ХНУРЕ, 2019. 216 с.
3. Олейников А.Н., Пулавский В.А., Цыбулевский П.В. Оценка эффективности акустического противодействия несанкционированной записи на диктофон // Современная защита информации. Киев, 2010, №1. С. 8-16.
4. Олейников А.Н., Пулавский В.А., Кривенко М.А. Ультразвуковые методы защиты речевой информации // Радиотехника. 2012. Вып. 169. С. 176-181.

Надійшла до редколегії 02.03.2022

Відомості про авторів:

Олейніков Анатолій Миколайович – канд. техн. наук, професор, професор кафедри комп'ютерної радіоінженерії та систем технічного захисту інформації (КРiСТЗi), факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації; Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна; e-mail: anatoly.oleynikov@nure.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4458-8833>

Пулавський Володимир Антонович – канд. техн. наук, директор, фірма «Пулавський», м. Харків, Україна; e-mail: pulavskiy.v@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9976-9439>

Чигірьов Іван Миколайович – студент факультета інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації; Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна; e-mail: ivan.chyhirov@nure.ua