ОСОБЛИВОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЗАХИСТУ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Олейніков А.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Поряд з акустичним і віброакустичним зашумленням, екрануванням та організаційними заходами захисту мовної інформації дедалі більшої уваги заслуговують ультразвукові засоби, призначені для протидії несанкціонованому звукозапису [1–4].

Метою роботи є розгляд особливостей побудови та застосування, ефективності й обмежень ультразвукових засобів захисту мовної інформації.

Ультразвуковий захист ґрунтується на нелінійності електроакустичного тракту мікрофонів і підсилювачів пристроїв документування мови. Під дією інтенсивного ультразвукового сигналу в нелінійних елементах (мембрані, мікрофонному підсилювачі) виникають інтермодуляційні продукти: якщо на вхід діють два ультразвукові сигнали з частотами f_1 і f_2, з'являється різницева складова $|f_1 - f_2|$, яка потрапляє у звуковий діапазон. Коли ультразвукова несуча модульована шумом, у каналі запису утворюється широкосмуговий шумовий сигнал, що маскує корисну мову. Для людини ж такий сигнал залишається нечутним, тому приміщення не створює акустичного дискомфорту під час переговорів.

Типовий ультразвуковий пристрій захисту містить генератор, модулятор (джерело шумових або частотно-змінних сигналів), підсилювач потужності та один або кілька п'єзокерамічних випромінювачів, що працюють в діапазоні приблизно 20–30 кГц. Застосовують такі режими формування сигналу: випромінювання на фіксованій частоті, лінійну частотну модуляцію (качання частоти) та модуляцію шумом. Змінення частоти й параметрів модуляції ускладнює налаштування захисних фільтрів у засобах запису. Для збільшення зони покриття випромінювачі розташовують по периметру приміщення, спрямовуючи їх на місця імовірного розміщення пристроїв запису, або вбудовують в елементи інтер'єру [2,3].

Результативність ультразвукового захисту залежить від типу й чутливості мікрофона (електретні, MEMS-мікрофони смартфонів та диктофонів реагують по-різному), відстані до випромінювача, взаємної орієнтації, рівня звукового тиску та характеристик сигналу. Поглинання ультразвуку в повітрі зростає зі збільшенням частоти, а перешкоди (меблі, одяг, кишені) створюють «тіньові» зони, де рівень сигналу значно нижчий. Тому під час проектування системи потрібно враховувати геометрію приміщення, кількість і розташування випромінювачів, а також перевіряти фактичне покриття за допомогою вимірювань.

Для практичної оцінки ультразвукового захисту проводять інструментальні вимірювання в контрольних точках приміщення, де імовірне розташування пристроїв запису. Вимірюють рівень ультразвукового тиску вимірювальним мікрофоном із розширеним частотним діапазоном, а також

перевіряють фактичне маскування мови: на контрольний диктофон або смартфон записують тестовий мовний сигнал за увімкненого й вимкненого пристрою захисту й порівнюють розбірливість запису. Критерієм ефективності є зниження словесної розбірливості мови нижче встановленого порога, за якого відновлення змісту розмови неможливе.

Під час впровадження ультразвукових засобів захисту доцільно виконувати такі вимоги: розміщувати випромінювачі так, щоб зони дії перекривалися й не залишали «мертвих» ділянок; уникати прямого спрямування випромінювачів на постійні робочі місця персоналу; обирати пристрої з регулюванням рівня та режимів випромінювання; періодично перевіряти справність і параметри пристроїв; поєднувати ультразвукове маскування з контролем зони, у якій дозволено перебування технічних засобів.

Ультразвукові засоби не є універсальними. Вони неефективні проти пристроїв із лінійним трактом або з фільтрацією ультразвуку на вході (зокрема, антиаліасингові фільтри аналого-цифрових перетворювачів у частині сучасних пристроїв), а також проти контактних датчиків, лазерних акустичних систем і приладів, що передають сигнал проводовим каналом із віддаленого мікрофона поза зоною дії випромінювача. Ультразвук погано проникає крізь будівельні конструкції, тому він захищає лише зону безпосереднього розташування випромінювачів..

Висновки. Ультразвуковий захист мовної інформації становить ефективний допоміжний засіб протидії несанкціонованому документуванню мови, що використовує нелінійність мікрофонних трактів і не створює помітного шуму для людей. Водночас його ефективність обмежена типом пристроїв запису, геометрією приміщення. Тому доцільно застосовувати ультразвукові засоби в комплексі з іншими заходами: акустичним і віброакустичним зашумленням, звукоізоляцією, виявленням закладних пристроїв та організаційними обмеженнями.

Перспективним напрямом є адаптивне керування параметрами сигналу залежно від акустичної обстановки та типу виявленого пристрою запису.

Список літератури

1. А.М. Олейніков, В.А. Пулавський, М.А. Кривенко Ультразвукові методи захисту мовної інформації//Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. "Радіотехніка" № 169, Х.: ХНУРЕ, 2012. - с. 176-181.

2. Пархуць Л. Т., Костяк М. Ю. Методи і засоби захисту інформації. Конспект лекцій. Ч. 1: Захист інформації від витоку по технічних каналах. Львів : НУ «ЛП», 2023. 84 с.

3. Лаптєв О. А., Савченко В. А., Шуклін Г. В. Виявлення та блокування засобів негласного отримання інформації на об’єктах інформаційної діяльності. Київ : ДУТ, 2020. 126 с.

4. Пономаренко В. С., Журавльова І. В. Основи захисту інформації : навч. посіб. Харків : ХДЕУ, 2021. 176 с.