

Доцільність використання ультразвукового білого шуму для захисту мовної інформації

Вінницький національний технічний університет

Анотація. У роботі розглянуто ефективність використання ультразвукового білого шуму для захисту мовної інформації від несанкціонованого прослуховування. Проаналізовано механізми впливу ультразвукових перешкод на мікрофони, зокрема вразливість мікроелектромеханічних систем (MEMS) до таких сигналів. Проведено аналіз сучасних технологій акустичного захисту та їх ефективності в умовах розвитку ШІ-алгоритмів покращення звуку.

Ключові слова: ультразвуковий білий шум, захист мовної інформації, акустичне зашумлення, інформаційна безпека, спрямований шумовий захист, протидія прослуховуванню, акустичний захист, генерація шуму, штучний інтелект.

Abstract. This paper examines the effectiveness of ultrasonic white noise in protecting speech information from unauthorized eavesdropping. The impact of ultrasonic interference on microphones is analyzed, with a focus on the vulnerability of microelectromechanical systems (MEMS) to such signals. An analysis of modern acoustic protection technologies is conducted, assessing their efficiency amid advancing AI-based audio enhancement.

Keywords: ultrasonic white noise, speech information protection, acoustic masking, information security, directional noise shielding, anti-eavesdropping, acoustic protection, noise generation, artificial intelligence.

Вступ

У сучасному світі інформаційна безпека є ключовим аспектом діяльності організацій та державних установ. Особливу увагу необхідно приділяти захисту мовної інформації, оскільки вона часто містить конфіденційні дані, витік яких може призвести до значних втрат. Використання пасивних методів захисту таких як звукоізоляція чи екранування приміщень не здатні забезпечити необхідний рівень безпеки, оскільки існує ризик використання закладних пристроїв і мікрофонів направленої дії.

Одним із дієвих методів захисту мовної інформації є використання ультразвукового білого шуму. Цей підхід ґрунтується на створенні акустичних перешкод здатних завадити роботі записувальних пристроїв. Ультразвуковий білий шум – це акустичний сигнал з частотою понад 20000 герц, що робить його неможливим для сприймання людським вухом проте дієвим для створення перешкод для мікрофонів та інших записувальних пристроїв. Фізичні властивості ультразвуку дозволяють формувати спрямовані акустичні завади, мінімізуючи вплив на оточення та забезпечуючи високий рівень захисту від несанкціонованого запису мовлення.

Результати дослідження

Сучасні дослідження показують, що ультразвукові передавачі можуть блокувати роботу розташованих поблизу мікрофонів. Ці сигнали, нечутні для людського вуха, використовують нелінійні властивості апаратного забезпечення мікрофонів. Впливаючи на мікрофон ультразвуком, передавач створює всередині пристрою сигнал перешкоди, який порушує процес запису голосу.

Особливо вразливими до такого впливу є поширені мікроелектромеханічні системи (MEMS), які використовуються в багатьох сучасних пристроях. Ультразвуковий сигнал, потрапляючи на MEMS-мікрофон, через нелінійність його характеристик, небажано проникає в чутний спектр частот. Це призводить до генерації чутного шуму у внутрішній схемі мікрофона, що робить звукозапис непридатним для використання [1].

На практиці системи генерації ультразвукового білого шуму широко застосовуються в державних установах, бізнес-центрах та інших місцях, де необхідно забезпечити високий рівень конфіденційності переговорів. Генератори ультразвукового шуму встановлюються в приміщеннях або інтегруються в персональні пристрої та можуть функціонувати в режимі постійного або адаптивного шумового захисту.

Пристрої для генерації білого шуму можуть бути спрямованими, що дозволяє блокувати роботу мікрофонів на певній відстані без створення дискомфорту для співрозмовників. Такий підхід забезпечує ефективний захист від різних методів акустичного зйому інформації, включаючи лазерну віброметрію віконних конструкцій та використання високочутливих мікрофонів направленої дії [2].

Розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) призвів до появи інструментів для покращення якості звуку, які можуть знижувати рівень шуму та підвищувати чіткість мовлення. Наприклад, такі додатки, як Krisp, використовують передові технології ШІ для фільтрації шумів та покращення якості звуку [3]. Ці технології підвищують ефективність використання підкидних мікрофонів або дозволити зчитувати мовлення з більшої відстані.

Однак, використання ультразвукового білого шуму як засобу захисту мовної інформації є ефективним навіть за наявності інструментів ШІ для покращення звуку. ШІ може знижувати рівень шуму та покращувати якість звуку, але у випадку ультразвукового білого шуму, ці інструменти можуть бути менш ефективними. Це пояснюється тим, що зашумлення створює перешкоди, особливо завдяки випадковим коливанням рівня частоти та ширини сигналу. У результаті відбувається накладання шуму на звичайний мовний сигнал, тож записувальні пристрої не можуть відокремити мовлення від фонових перешкод, що значно ускладнює процес його аналізу чи відновлення.

Таким чином, використання ультразвукового білого шуму залишається надійним методом захисту мовної інформації від несанкціонованого прослуховування, навіть з урахуванням розвитку технологій ШІ для покращення якості звуку.

Важливим аспектом успішного захисту є поєднання декількох систем. Наприклад, комбінація пасивних методів, таких як звукоізоляція та екранування приміщень, з активними методами, такими як генерація ультразвукового білого шуму, забезпечує багаторівневий захист від несанкціонованого прослуховування. Це дозволяє мінімізувати ризики витоку інформації з обмеженим доступом та забезпечити високий рівень безпеки під час проведення важливих переговорів або нарад.

Висновки

Таким чином, проведене дослідження підтверджує ефективність використання ультразвукового білого шуму як дієвого методу захисту мовної інформації в умовах зростаючих загроз несанкціонованого прослуховування. Нелінійні властивості апаратного забезпечення сучасних мікрофонів, особливо MEMS-систем, роблять їх вразливими до впливу ультразвукових перешкод, що унеможливорює якісний запис мовлення. Попри розвиток технологій штучного інтелекту для покращення якості звуку та шумозаглушення, ультразвуковий білий шум залишається надійним засобом протидії акустичному шпигунству.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yuxin Chen, Huiying Li, Steven Nagels, Zhijing Li, Pedro Lopes, Ben Y. Zhao, and Haitao Zheng. 2019. Understanding the Effectiveness of Ultrasonic Microphone Jammer. 1, 1 (April 2019), 17 pages. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://people.cs.uchicago.edu/~huiyi ngli/publication/ultra.pdf> (дата звернення: 18.03.2025).
2. С.М. Нужний 2018. Удосконалена технологія оцінки ступеня захисту мовної інформації, 8 ст. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://journals.dut.edu.ua/index.php/dataprotect/article/download/1796/1706> (дата звернення: 18.03.2025).
3. Coldewey, Devin (December 10, 2018). "Krisp reduces noise on calls using machine learning, and it's coming to Windows soon". Електронний ресурс].Режим доступу: <https://techcrunch.com/2018/12/10/krisp-reduces-noise-on-calls-using-machine-learning-and-its-coming-to-windows-soon/>, вільний. – (дата звернення: 18.03.2025).

Соколовський Дмитро Сергійович – студент групи 2KITS-21б, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Dmytro.Sokolovskiy@vntu.net

Науковий керівник: Зоря Ірина Сергіївна – ас. каф. Менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: iryna.zoria03@gmail.com

Sokolovskiy Dmytro S. – student of the 2KITS-21b group, Faculty of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Dmytro.Sokolovskiy@vntu.net

Supervisor: Zoria Iryna Serhiivna – assistant of the Department of Management and Security of Information Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: e-mail: iryna.zoria03@gmail.com