

УДК 004.056.5:699

DOI: 10.31673/2412-9070.2022.031215

Л. П. КРЮЧКОВА, доктор техн. наук, професор;

Ю. А. ПЛІС, студентка;

І. П. ОВСІЙЧУК, студент;

Д. О. ТАРАСЕНКО, аспірант,

Державний університет телекомунікацій, Київ

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ МОВЛЕННЄВОЇ ІНФОРМАЦІЇ У ВИДІЛЕНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

З огляду на невинний розвиток методів і засобів перехоплення акустичної інформації актуальною задачею залишається забезпечення технічної захищеності такої інформації від витоку технічними каналами. Завдання захисту від витоку полягає в перекритті всіх можливих каналів та нейтралізації засобів перехоплення. Високі вимоги до рівня інформаційної безпеки на об'єктах інформаційної діяльності зумовлюють потребу в оцінюванні ефективності систем захисту.

У статті розглянуто необхідність удосконалення методики оцінювання технічної захищеності мовленнєвої інформації з форсованим звучанням у виділених приміщеннях. Досліджено відмінності спектра спокійного мовлення від форсованого, наведено результати досліджень щодо визначення ширини частотного спектра форсованої мови. Ґрунтуючись на здобутих даних, запропоновано методичний підхід до оцінювання технічної захищеності мовленнєвої інформації з форсованим звучанням від витоку технічними каналами.

Ключові слова: мовленнєвий сигнал; технічний канал витоку; розбірливість мови; захист інформації; оцінювання технічної захищеності мовленнєвої інформації.

Вступ

Основним способом комунікації для людей є мовлення. Мовленнєва інформація — це одне з основних джерел отримання даних щодо фінансової, науково-дослідної, виробничої діяльності організації або особистого життя людини, тобто відомостей, котрі не підлягають широкому розголосу. Важливою є інформація, виголошувана під час проведення конфіденційних переговорів у виділених приміщеннях.

Зважаючи на безупинний розвиток методів і засобів перехоплення акустичної інформації, забезпечення технічної захищеності такої інформації від витоку технічними каналами залишається актуальною задачею. Завдання захисту від витоку полягає в перекритті всіх можливих каналів та нейтралізації засобів перехоплення (мікрофонів, спрямованих мікрофонів, диктофонів, стетоскопів, закладних пристроїв, лазерних або інфрачервоних систем) [1].

Високі вимоги до рівня інформаційної безпеки на об'єктах інформаційної діяльності зумовлюють потребу в оцінюванні ефективності систем захисту. Це складне організаційно-технологічне завдання, розв'язання якого здійснюється комплексно і потребує системного підходу.

У процесі підготовки приміщень для проведення нарад особливо увагу приділяють оцінюванню можливості витоку мовленнєвої акустичної інформації технічними каналами. Оцінювання захищеності таких каналів розглядає наявність умов перехоплення інформації за межами приміщення, в якому ведуться переговори. Витік інформації акустичними і віброакустичними каналами можливий через огорожувальні та інженерні кон-

струкції приміщення (стіни, підлога, стеля, вікна, вентиляції, системи водопостачання та опалення тощо). Для того, аби гарантувати відсутність витоку інформації зазначеними каналами, потрібно здійснити низку вимірювань і розрахунків, за результатами яких робиться висновок щодо захищеності інформації або потреби в застосуванні додаткових засобів чи заходів стосовно захисту (активних, пасивних, організаційних).

Слід зазначити, що завчасні перевірки виділених приміщень на наявність підслухувальної апаратури та технічних каналів витоку інформації можуть виявитися марними, оскільки цілком імовірно, що підслухувальна апаратура потрапила до приміщення напередодні проведення конфіденційних переговорів або її буде занесено безпосередньо учасниками цих переговорів. Отже, існує нагальна потреба в розробленні досконалого методу оцінювання захищеності мовленнєвої інформації у виділених приміщеннях. При цьому метод має бути незалежним від структури і принципів роботи систем технічного захисту мовленнєвої інформації з обмеженим доступом та враховувати можливості сучасних методів цифрового оброблення фонограм [2].

Загальноприйнятим підходом в оцінюванні захищеності мовленнєвої інформації є методика визначення розбірливості мовлення [3], заснована на експериментально-розрахунковому формантному методі Н. Б. Покровського [4]. Потрібно зазначити, що цю методику було розроблено для оцінювання якості ліній зв'язку, а не для завдань захисту інформації, а отже, їй притаманна низка істотних недоліків, які активно обговорювалися

© Л. П. Крючкова, Ю. А. Пліс, І. П. Овсійчук, Д. О. Тарасенко, 2022

багатьма авторами у спробах знайти шляхи адаптації вибраного підходу до реалій забезпечення інформаційної безпеки [5-9]. В ЄС прийнято стандарт ISO 9921:2003, який установлює вимоги до систем постановки активної акустичної та віброакустичної завади [10].

Аналітичний огляд методів оцінювання рівня захищеності мовленнєвої інформації, застосованих в Україні, ЄС, США та Канаді, виконано в [5]. Як головний критерій порівняння було взято вимоги до рівня захищеності мовленнєвої інформації та можливості перехоплення її частин зловмисником за певний період.

З метою визначення ступеня захищеності мовленнєвих сигналів у технічних каналах витоку широко застосовується гармонічний вимірювальний сигнал, обґрунтований кореляційною теорією розбірливості мовлення, який має низку переваг порівняно з іншими сигналами [2].

Досить часто в процесі дискусій під час нарад інформація висловлюється емоційно, з посиленою напругою голосових зв'язок (так званий ефект форсування мовлення). При цьому, окрім підвищення загального рівня мовлення, відбувається також перерозподіл енергії в межах спектра, максимум енергії зміщується в діапазон високих частот, що впливає на внесок частотних смуг у сумарну розбірливість [4].

Метою статті є формування методичного підходу до оцінювання технічної захищеності мовленнєвої інформації з форсованим звучанням у виділеному приміщенні від витоку технічними каналами.

Основна частина

Для коригування методики [3] в разі виникнення ефекту форсування потрібно визначити залежності розбірливості формант від частоти звучання, а також амплітудний склад мовлення, за яким можна буде обґрунтувати достатній рівень тестового сигналу.

Існує чимало способів розбиття частотного діапазону: октавний (5-ти і 7-ми), третинно-октавний, рівноартикуляційний тощо. Доведено, що завади з різними спектрами по-різному впливають

на захищеність мовленнєвої інформації за однакових інтегральних рівнях, тому зменшення кількості частотних смуг в одному й тому самому діапазоні буде призводити до зниження вірогідності визначення ефективності впливу завад.

Оптимальним вважається розбиття частотного діапазону на «ключові смуги» [7]. Таке розбиття істотно знижує ймовірність виникнення помилок під час вимірювань, а можливе ускладнення методики розрахунку легко компенсується використанням для обчислення програмних методів.

Для спектральної характеристики в акустичній фонетиці виокремлюють три зони частот: низькі (50...400 Гц), середні (200...4000 Гц), високі (1000...10 000 Гц). Низькі частоти пов'язані з характеристиками приголосних звуків за ознакою дзвінкості-глухості. Середні частоти притаманні формантному складу голосних, а високі визначають переважно приголосні. Диференційною акустичною ознакою для голосних української мови виявився їхній тональний спектр, за яким мовець реалізує та ідентифікує звукову одиницю [11].

Математично поділ спектра на частотні складники найчастіше здійснюється за допомогою так званого швидкого перетворення Фур'є, алгоритм якого наявний у багатьох комп'ютерних програмах з опрацювання звуків (Sound Forge, Speech Analyzer, Praat, Above Audition, Wavesurfer, Sonic Visualiser тощо). Аналізувати можна як загальну спектральну картину звуків (spectrum) у площині «частота-інтенсивність», так і динаміку спектральних складників, тобто їх спектрограму (sonogram/spectrogram) у площині «час-частота». Отже, форманти можна фіксувати як на загальній (статичній) спектрограмі, так і на динамічній спектрограмі (сонограмі, або відеограмі), де їх виділено більш насиченим кольором.

Для експериментального визначення ширини частотного діапазону, потрібної для оцінювання розбірливості мовлення, було взято програму Speech Analyzer. Текст зачитувався у звичайному розмовному стилі без підвищення голосу чи виразності і тривав 28 с.

Було здобуто характеристики (рис. 1 – рис. 4), які збігаються з висновками [12]. Спектр звуків

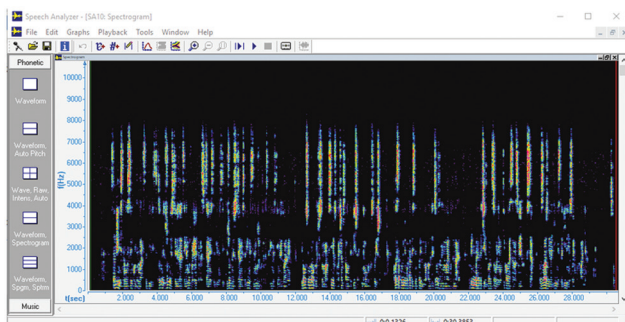


Рис. 1. Спектрограма спокійної мови, повний діапазон (0...11 кГц)

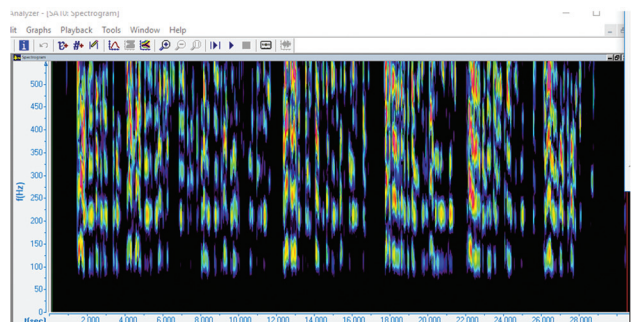


Рис. 2. Спектрограма спокійної мови, нижній діапазон

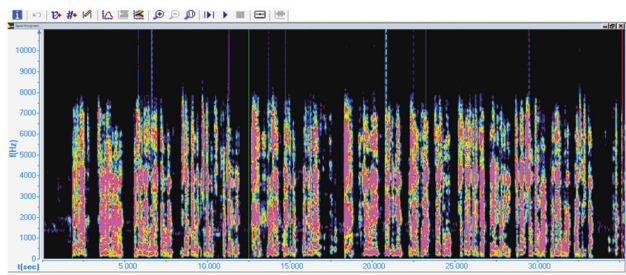


Рис. 3. Спектрограма форсованої мови, повний діапазон (0...11 кГц)

мовлення людини охоплює діапазон від 50 до 10 000 Гц. Зокрема, частоти чоловічого мовлення найчастіше лежать у межах 70...6000 Гц, а жіночого — у межах 80...7000 Гц. Отже, для максимального покриття мовленнєвого діапазону потрібно використовувати частотний діапазон від 70 Гц до 10 кГц.

Залежності словесної розбірливості від відношення сигнал/шум, побудовані за класичною методикою [3] (для максимального ступеня форсування $\Delta V_p = 14$ дБ), наведено на рис. 5 – рис. 7.

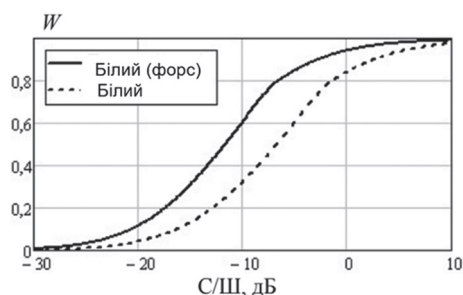


Рис. 5. Залежність словесної розбірливості від відношення сигнал/шум для білого шуму під час використання стандартного спектра мовлення та форсованого

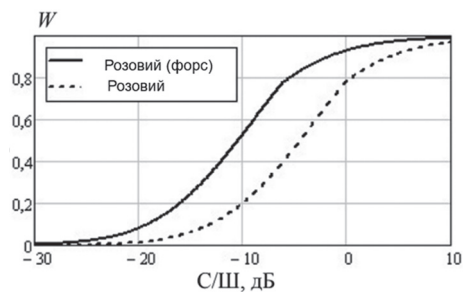


Рис. 6. Залежність словесної розбірливості від відношення сигнал/шум для рожевого шуму під час використання стандартного спектра мовлення та форсованого

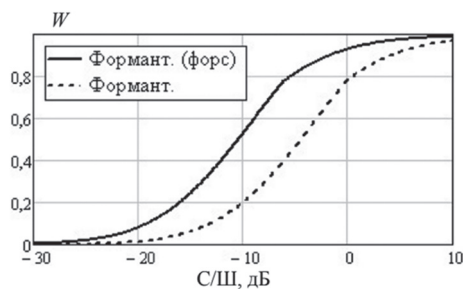


Рис. 7. Залежність словесної розбірливості від відношення сигнал/шум для формантоподібного шуму під час використання стандартного спектра мовлення та форсованого

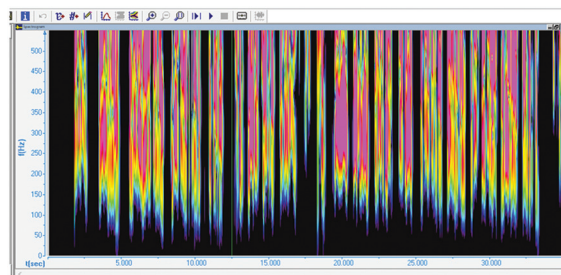


Рис. 4. Спектрограма форсованої мови нижній діапазон

З наведених залежностей випливає, що в усіх випадках зміна спектра мовленнєвого сигналу зумовлює значне збільшення показника розбірливості мовлення.

Результати дослідження амплітудного складу мовлення викладено в [8]. Дослідження було здійснено авторами за методикою, наведеною у Покровського Н. В. [4, с. 148]. Зведені залежності ймовірності амплітудних рівнів спокійного і форсованого мовлення дикторів (чоловічий спокійний, жіночий спокійний, чоловічий форсований, жіночий форсований) наведено на рис. 8.

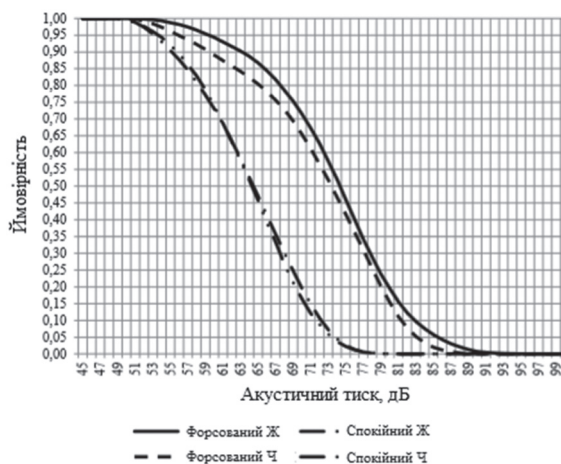


Рис. 8. Зведені залежності ймовірності амплітудних рівнів спокійного і форсованого мовлення дикторів (чоловіків і жінок)

З огляду на результати експерименту можна дійти висновків, що для забезпечення довірчої ймовірності 0,95 потрібно вибирати рівні тестового акустичного сигналу 74 дБ для спокійного мовлення і 85 дБ для форсованого.

Висновки

Найвну методику оцінювання захищеності мовленнєвої інформації у виділених приміщеннях [3] не може бути повною мірою застосовано для випадків форсованого мовлення, що зумовлює потребу в її вдосконаленні.

Проведені дослідження з визначення ширини частотного спектра форсованої мови довели, що частотний спектр, який використовується в сучасних методиках оцінювання захисту мовленнєвої інформації, не відповідає характеристикам фор-

сованої мови. У процесі досліджень визначено, що має використовуватися спектр 70 Гц...10 кГц.

Рівні тестового акустичного сигналу, що забезпечують довірчу ймовірність 0,95, становлять 74 дБ для спокійного мовлення і 85 дБ для форсованого.

Розглянутий підхід може використовуватися за потреби оцінювання захищеності об'єкта в разі підвищених вимог безпеки.

Список використаної літератури

1. ТЗІ. Захист мовної інформації [Електронний ресурс]. URL:

https://tzi.ua/ua/zahist_movno_nformac.html (дата звернення: 03.10.2022).

2. Железняк В. К. Защита информации от утечки по техническим каналам. СПб.: ГУАП, 2006. 188 с.

3. Железняк В. К., Макаров Ю. К., Хорев А. А. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации // Специальная техника. 2000. № 4. С. 39–45.

4. Покровский Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи. М.: Связьиздат, 1962. 390 с.

5. Blintsov V., Nuzhnyy S. Improving the method of assessing the level of protection speech information // Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies. 2019. 6 (9 (102)).

6. Нужный С. М. Удосконалена технологія оцінки ступеня захисту мовної інформації // Сучасний захист інформації. 2018. №1(33). С. 66–73.

7. Железняк В. К., Бураченко И. Б., Рябенко Д. С. Критерии оценки защищенности от утечки речевых сигналов // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. 2017. №1. С. 122–128. (Серія фізіка-тэхнічных навук).

8. Иванов А. В., Трушин В. А., Хиценко В. Е. О выборе модели тестового сигнала при оценке защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам // Труды СПИИРАН. 2015. Вып. 40. С. 122–133.

9. Trushin V. A. The analysis of the formant method of speech intelligibility estimation as a method of performing indirect measurements // Nauchnyi vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Science bulletin of the Novosibirsk state technical university. 2019. No. 4 (77). P. 135–146.

10. ISO 9921:2003 Ergonomics – Assessment of speech communication. URL:

<https://www.iso.org/standard/33589.html> (дата звернення: 03.10.2022)

11. Іщенко О. С. Голосні звуки української мови залежно від темпу мовлення: монографія. Київ: Інститут української мови НАН України, 2012. 220 с.

12. Fastl H., Zwicker E. Psychoacoustics. Facts and Models. Springer-Verlag, 2007. 471 p.

L. Kriuchkova, Yu. Plis, I. Ovsichuk, D. Tarasenko

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSING TECHNICAL SECURITY SPEECH INFORMATION IN DESIGNATED PREMISES

Taking into account the continuous development of methods and means of interception of acoustic information, ensuring the technical protection of such information from leakage through technical channels remains an urgent task. The task of protection against leakage is to block all possible channels and neutralize means of interception.

Quite often, in the process of discussions during meetings, information is expressed emotionally, with increased tension of the vocal cords (the so-called effect of forcing speech). At the same time, in addition to increasing the overall speech level, there is also a redistribution of energy within the spectrum, the energy maximum is shifted to the high-frequency region, which affects the contribution of frequency bands to overall intelligibility.

Thus, there is an urgent need to develop a perfect method for assessing the security of speech information in dedicated premises. At the same time, the method should be independent of the structure and principles of operation of systems of technical protection of speech information with limited access, and take into account the possibilities of modern methods of digital processing of phonograms.

The purpose of the publication is the formation of a methodical approach to the assessment of the technical security of speech information with forced sounding in a dedicated room against leakage through technical channels.

The need to improve the methodology for assessing the technical security of speech information with forced sounding in designated premises is substantiated. A study of the difference between the spectrum of calm and forced speech was conducted, and the results of research on determining the width of the frequency spectrum of forced speech were given. In the course of research, it was determined that the spectrum of 70 Hz...10 kHz should be used during testing. The levels of the test acoustic signal, providing a confidence probability of 0,95, are 74 dB for quiet speech and 85 dB for forced speech.

This approach can be used if it is necessary to assess the object's security according to increased security requirements.

Keywords: speech signal; technical leakage channel; speech intelligibility; information protection; assessment of technical security of speech information.