



Ликов Ю. В.,  
Морозова Г. Д.,  
Кукуш В. Д.

## ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ КАНАЛІВ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ НА РОЗБІРЛИВІСТЬ ПЕРЕХОПЛЕНИХ МОВНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ

*Досліджено захищеність акустичних каналів витоку інформації. Побудована залежність словесної розбірливості мови від відношення сигнал/перешкода і сигнал/білий шум. В якості перешкод виступали характерні для офісного приміщення акустичні сигнали. Виявлено вплив на розбірливість мови семантичної складової в повідомленні і можливість її багаторазового прослуховування. Встановлено, що для гарантованого захисту мовної інформації повинно бути реалізовано відношення сигнал/білий шум не більше 20 дБ.*

**Ключові слова:** розбірливість мови, семантичний текст, витік інформації.

### 1. Вступ

Захисту інформації постійно приділяється величезна увага. Незважаючи на розвиток і широке використання засобів обчислювальної техніки та використання інформації в цифровому вигляді, на мовну акустичну інформацію припадає значна частка всіх інформаційних ресурсів, що підлягають захисту.

Говорячи про мовну інформацію, перш за все, йдеться про проведення переговорів, нарад і т. п. При підготовці приміщень для проведення подібних заходів особлива увага приділяється оцінці можливості витоку мовної акустичної інформації по технічним каналам.

Оцінка захищеності технічних каналів розглядає можливість отримання інформації за межами приміщення, в якому ведуться переговори. Витік інформації по акустичному і віброакустичному каналам можлива через огорожувальні та інженерні конструкції приміщення (стіни, підлога, стеля, вікна, вентиляції, системи водопостачання та опалення тощо). Для того, щоб гарантувати відсутність витоку інформації по даним каналам, необхідно провести цілий ряд вимірювань і розрахунків, за результатами яких робиться висновок щодо захищеності інформації, або про необхідність застосування додаткових засобів або заходів захисту (активних, пасивних і організаційних).

Канал витоку інформації вважається захищеним якщо на границі контрольованої зони відношення інформативний сигнал/шум не перевищує нормативного значення [1]. У зв'язку з цим актуальними є дослідження, присвячені оцінці захищеності акустичних каналів витоку інформації і вибору об'єктивного значення нормативного значення параметра захищеності. Для цього необхідно врахувати особливості акустичного каналу витоку інформації.

### 2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єкт дослідження – процес достовірної оцінки захищеності мовної інформації від витоку по акустичному каналу. Одним з найбільш проблемних місць в даному

процесі є те, що в якості критерію оцінки захищеності мовної інформації прийнято використовувати коефіцієнт словесної розбірливості мови ( $W$ , %), якому було приділено увагу в роботах [2–4] та в зарубіжних версіях АІ (індекс артикуляції) [5–11]. Однак головним недоліком використовуваної розрахунково-експериментальної методики оцінки розбірливості мови є те, що ці дослідження здійснювалися за допомогою артикуляційних випробувань з використанням спеціально розроблених таблиць. При цьому, для досягнення максимальної об'єктивності випробувань і відсутності «людського фактору», таблиці склалися так, щоб слова в них були не пов'язані між собою, а аудиторі їх прослуховували одноразово. Але в задачах захисту мовної інформації інший випадок – в акустичних каналах витоку інформації перехоплюється насамперед семантична мова – тобто текст, що має смислове значення – є значний зв'язок між словами (висока кореляція). Більш того, є можливість записати розмову на диктофон з подальшим багаторазовим прослуховуванням і навіть фільтрацією. Це дозволяє підвищити фактичну розбірливість мови щодо оцінки, отриманої за існуючими методиками і в деяких роботах [12–15] цьому було приділено увагу, але необхідно відзначити, що не всі нюанси були враховані.

Тому основним напрямком удосконалення об'єкта дослідження є врахування особливостей акустичного каналу витоку інформації, що дозволить об'єктивніше отримати значення нормативного параметра захисту каналу.

### 3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є аналіз акустичного каналу витоку інформації та визначення мінімального рівня маскуючого шуму, що забезпечує необхідну захищеність перемов, з урахуванням особливостей та можливостей процесу перехоплення та умов застосування. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні актуальні задачі:

1. Отримати залежність розбірливості мови від відношення сигнал/білий шум при однократному та багаторазовому прослуховуванні семантичних текстів.

2. Отримати залежність розбірливості мови від типу (білий шум, перешкода типу «Принтер», перешкода типу «Фонові музика») та рівня перешкод.

3. Отримати залежність розбірливості мови від рівня кліпування мовного сигналу.

#### 4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Проведено порівняльний аналіз існуючих методів оцінки розбірливості мови. Виділено чотири різновиди формантного підходу: експериментально-розрахункові методи [2–4], а також індекс артикуляції – AI (Articulation Index) [5–11]. Відмінності між окремими методами полягає в тому, що обираються різні характеристики мови і форми їх взаємозалежностей. Так, мова людини характеризується або середнім рівнем формант в смугі частот, або середнім рівнем енергії мови, відрізняються трактування спектру формант, відрізняється форма коефіцієнтів сприйняття, не збігаються думки авторів з приводу функцій розподілу ймовірності формант. Відмінність же українських формантних методів від закордонного підходу в тому, що замість експоненційної залежності коефіцієнтів сприйняття використовується лінійна функція.

Роботи [2–11] орієнтовані на оцінку якості каналів зв'язку. Для отримання базових залежностей було поставлено артикуляційні випробування, суть яких полягала в суб'єктивній оцінці розбірливості мови. Артикуляційні таблиці були складені таким чином, щоб слова були максимально не семантичні.

У завданнях захисту інформації ситуація цілком протилежна. Всі розмови, переговори, наради являють собою осмислені семантичні тексти. Якщо зловмисник не розчув якісь окремі слова, то він може легко відновити їх, виходячи з суті розмови. Крім того, не складає труднощів записати мовну інформацію на диктофон і потім піддати вже багаторазовому прослуховуванню. У роботах [12–15] це було враховано. Оцінка словесної розбірливості проводиться за методикою, розробленою в [13] на базі формантного методу [2]. Експериментальне дослідження для семантичної мови проводилося за допомогою акустичних колонок, що відтворювали мовлення, попереднє записане на цифровий диктофон, генератором створювали шум, рівень якого контролювали за допомогою шумоміра. За результатами експерименту [13] можна зробити висновок про збільшення словесної розбірливості при використанні семантичних текстів. При відношенні сигнал/білий шум –10 дБ словесна розбірливість змінюється на 10 %, в той час як в роботі [12] на 20 %.

У роботі [15] вказується на недостатність рівня тестового сигналу рівного 70 дБ (середній рівень мови). Даний рівень можливо визначити знаючи функцію розподілу амплітудного складу мови. Відома залежність амплітудного складу мови, наведена в [2], була отримана в умовах, що відрізняються від умов проведення вимірювань в задачах захисту інформації: відстань до мікрофона було 8 см (в задачах захисту інформації – 1 м).

В роботі [14] досліджено виникнення ефекту форсування голосу – збільшення рівня мови, викликане посиленою напругою голосових зв'язок [2]. Поправка, що вноситься за допомогою методики [14] може досягати до 80 %.

#### 5. Методи досліджень

У ході експериментального дослідження застосовувалися тестові тексти, в якості яких застосовувалися аудіокнижки з різними дикторами (чоловічий і жіночий голоси). За допомогою програмного забезпечення MathCad кожен з відрізків аудіокнижки тривалістю близько 1 хвилини (110–130 слів) були оброблені відповідно до мети експерименту (кліпування запису, зашумлення та неоднократне прослуховування).

Проведено експериментальне дослідження впливу кліпування на розбірливість мови. В програмному забезпеченні MathCad була розроблена підпрограма, за допомогою якої отримана можливість обмежити тестовий аудіофайл за необхідним рівнем.

При імітації характерних для офісних приміщень аудіозаписів, до мовного сигналу додавалися наступні типи перешкод:

- перешкода типу «Принтер»: було створено суміш акустичних сигналів з шумом від трьох працюючих принтерів (лазерного, струменевого та матричного);
- перешкода типу «Фонові музика»: було зміксовано аудіо композиції з різними музичними стилями (класика, поп-музика, рок і реп) та тестові тексти при різних співвідношеннях сигнал/перешкода (музика).

Оцінка розбірливості сформованих аудіофайлів проводилася по [2, 12] (тобто групою аудиторів, від меншого відношення с/ш до більшого тощо), проте на відміну від даної стандартної методики в деяких експериментах при прослуховуванні була можливість зупинки, повтору і уповільнення звукової доріжки. Для порівняння в деяких експериментах застосовувалося однократне прослуховування. Кількість аудиторів в залежності від експерименту варіювалась від 5 до 22.

#### 6. Результати досліджень

**6.1. Результати експериментального дослідження розбірливості мови в акустичному каналі витоку.** В роботі проведено експериментальне дослідження оцінки залежності розбірливості мови від відношення сигнал/білий шум для семантичного тексту з однократним та багаторазовим (рис. 1) прослуховуванням. На рис. 1 також наведено границі довірчого інтервалу при довірчій ймовірності 0,9. Зазначимо, що при багаторазовому прослуховуванні аудитор мав можливість перемотувати і прослуховувати записи кілька разів. Кількість аудиторів, що приймали участь в дослідженні, – 22.

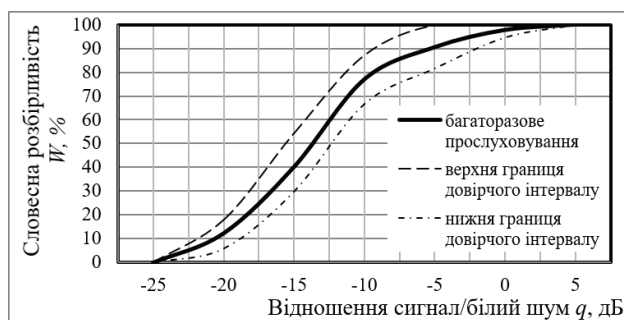


Рис. 1. Залежність розбірливості мови  $W$ , % від відношення сигнал/білий шум  $q$ , для семантичного тексту з багаторазовим прослуховуванням

Аналізуючи рис. 1, видно, що в залежності від підготовленості аудитора розбірливість мови близька к 100 % при відношенні с/ш  $-5..5$  дБ. Якщо рівень шуму перевищує рівень корисного сигналу на 25 дБ, то можливо лише встановлення факту ведення розмови, оскільки присутні окремі вигуки, але зрозуміти хоча б одне слово не вдалося.

На рис. 2 зображено залежність середньоквадратичного відхилення вимірювань (невизначеність типу А) від відношення сигнал/білий шум для багаторазового прослуховування семантичного тексту, що прослуховувався різними аудиторами.

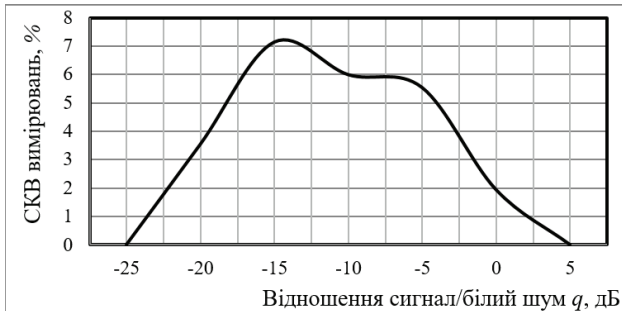


Рис. 2. СКВ вимірювань (невизначеність типу А) між різними аудиторами

Рис. 2 показує, що максимальне СКВ розбірливості мови між різними аудиторами лежить в діапазоні співвідношення с/ш  $-17...-5$  дБ і складає 7 %. При відношенні сигнал/білий шум 5 дБ розбірливість мови становить 100 % не залежно від кількості прослуховувань.

На рис. 3 наведені усереднені по аудиторам залежності словесної розбірливості мови від відношення сигнал/білий шум для трьох випадків:

- для не семантичного тексту з одноразовим прослуховуванням (по Покровському);
- для семантичного тексту з одноразовим прослуховуванням;
- для семантичного тексту з багаторазовим прослуховуванням.

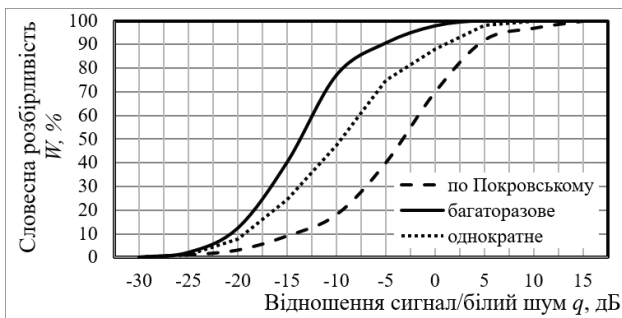


Рис. 3. Порівняння результатів експериментального дослідження розбірливості семантичної мови і не семантичної мови

З рис. 3 видно, що розбірливість мови в технічних каналах витoku (семантичний текст, багаторазове прослуховування) більше ніж для систем оперативного зв'язку з короткими командами (не семантичний текст, однократне прослуховування). При відношенні сигнал/білий шум  $-15..0$  дБ ця різниця складає до 60 %. При відношенні с/ш до  $-20$  дБ, в незалежності від кількості прослуховувань, розбірливість мови

становить дуже низький відсоток і зрозуміти про що йдеться мова неможливо. В діапазоні відношення с/ш від  $-15$  дБ до  $-5$  дБ багаторазове прослуховування семантичного тексту, на відміну від одноразового, дає можливість краще розібрати текст. Зазначимо, що під час дослідження використовувались відрізки тексту з чоловічими та жіночими голосами, значних відмінностей в розбірливості мови не виявлено.

### 6.2. Експериментальне дослідження розбірливості мови при спотвореннях, що вносяться пристроями звукозапису.

Кліпування – обмеження сигналу по амплітуді, тобто в граничному випадку подання мовного сигналу у вигляді послідовності біполярних прямокутних імпульсів. На рис. 4 наведено результати дослідження впливу кліпування на словесну розбірливість мови (кількість аудиторів, залучених до експерименту, дорівнювало 5).

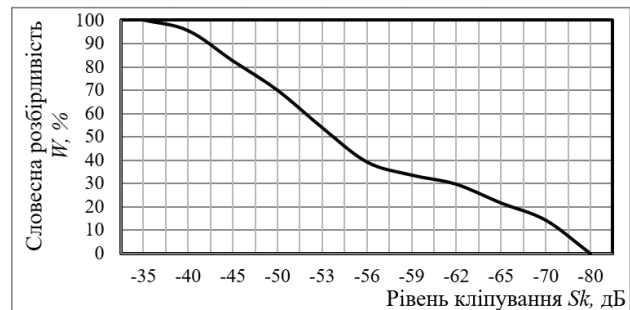


Рис. 4. Вплив рівня кліпування на словесну розбірливість мови

При високому рівні кліпування від  $-80$  до  $-60$  дБ рівень словесної розбірливості мови знаходиться в діапазоні 5–30 %, що не дає аудитору зрозуміти сенс розмови. Зрозуміти загальний зміст тексту можливо при рівні кліпування від  $-50$  дБ і вище.

### 6.3. Експериментальне дослідження розбірливості мови при дії акустичної перешкоди типу «Принтер».

На рис. 5 наведені результати експериментального дослідження розбірливості мови від рівня перешкоди у вигляді акустичного сигналу від різних типів принтерів (лазерний, струменевий та матричний). Кількість аудиторів, залучених до експерименту, дорівнювала 6.

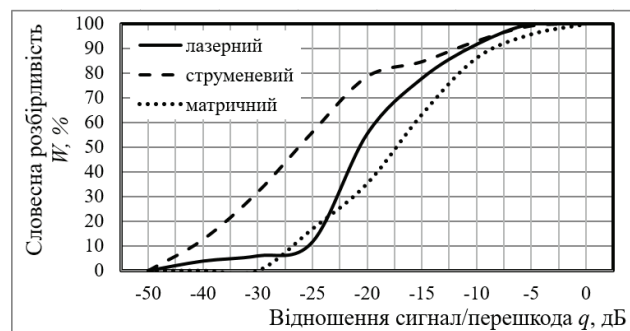


Рис. 5. Залежність розбірливості мови  $W$ , % від відношення сигнал/перешкода типу «Принтер»  $q$ , дБ

Аналізуючи результати дослідження (рис. 5), видно, що при с/п більше  $-10$  дБ розбірливість близька до 100 %.

### 6.4. Експериментальне дослідження розбірливості мови при дії акустичної перешкоди типу «Фонова музика».

На рис. 6 наведено усереднені значення розбірливості мови в діапазоні сигнал/перешкода для різних стилів музики.

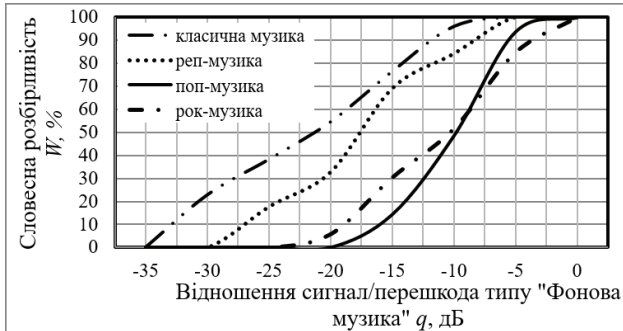


Рис. 6. Порівняння розбірливості мови від відношення сигнал/перешкода для різних стилів музики

При прослуховуванні аудіозаписів з музичною перешкодою вокалізовані ділянки композиції ускладнюють процес розбірливості. З рис. 6 видно, що найгірший відсоток розбірливості мови маємо при заваді у вигляді поп- та рок-музики. З графіка видно, що розбірливість мови при заваді у вигляді класичної музики досить висока.

На рис. 7 наведено залежності словесної розбірливості мови при дії перешкод типу «Фоновая музыка», типу «Принтер» і білий шум.

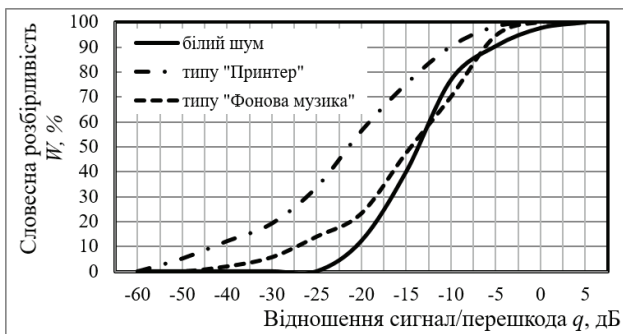


Рис. 7. Порівняння впливу різних типів перешкод («Фоновая музыка», «Принтер» і білий шум) на словесну розбірливість мови

З рис. 7 видно, що найбільшу розбірливість мають аудіозаписи з перешкодою типу «Принтер». Різниця розбірливості мови становить до 40 % при відношенні сигнал/шум від  $-60$  дБ до  $-15$  дБ. Найбільш ефективною є перешкода типу білий шум та «Фоновая музыка» (зокрема типів поп та рок).

## 7. SWOT-аналіз результатів дослідження

*Strengths.* Серед сильних сторін проведених досліджень необхідно навести те, що значно покращилась об'єктивність оцінки розбірливості мови (отже і захищеності інформації), за рахунок того, що враховані особливості акустичного каналу витоку, а саме:

- враховано можливість запису сигналу та подальше його багатократне прослуховування;
- враховано те, що здебільш по каналу витоку передається саме семантична інформація;
- враховані типи завод, які притаманні офісному приміщенню;
- враховано недосконалість апаратури зловмисника, що може привести до кліпування запису.

*Weaknesses.* Серед слабких сторін проведених досліджень необхідно виділити те, що при застосуванні

для захисту інформації рекомендованого рівня маскуючого шуму його значення може перевищити санітарні норми.

*Opportunities.* Додаткові можливості, що забезпечують досягнення мети дослідження, полягають в дослідженні ефективності методів та апаратури шумоочистки аудіозаписів. Так як цей аспект також може підвищити фактичну розбірливість мови в акустичному каналі витоку. А також дослідження впливу на розбірливість мови інших маскуючих сигналів, наприклад, розовий та коричневий маскуючий шум, маскуючий додатковий діалог інших осіб, маскуючий сигнал, що є спотвореним сигналом, що підлягає захисту, та ін.

*Threats.* Складнощі у впровадженні отриманих результатів дослідження пов'язані із закритістю існуючих нормативних документів в галузі технічного захисту інформації, що стосуються норм протидії технічній розвідці в акустичному каналі витоку мовної інформації та методик контролю захищеності мовної інформації від витоку акустичним каналом, що з однієї сторони значно ускладнює порівняння отриманих результатів, а з другої ускладнює їх провадження в існуючі та нові нормативні документи в галузі технічного захисту інформації.

Таким чином, SWOT-аналіз результатів досліджень дозволяє позначити основні напрямки для успішного досягнення мети досліджень. Серед них:

- виявити більш ефективний маскуючий сигнал, що дасть змогу не перевищити санітарні норми;
- дослідити інші види заводових сигналів що притаманні офісному приміщенню, дослідити ефективність методів та апаратури шумоочистки аудіозаписів.

## 8. Висновки

1. Проведене експериментальне дослідження словесної розбірливості мови з використанням семантичних текстів, тобто таких, які передаються в реальних умовах по акустичним каналам витоку інформації. Показано, що розбірливість мови для семантичного тексту при багаторазовому прослуховуванні більше ніж для не семантичного тексту з одноразовим прослуховуванням. При відношенні сигнал/білий шум  $-15..0$  дБ ця різниця складає до 60 %. Для гарантованого захисту мовної інформації, при застосуванні перешкоди типу білий шум повинно бути реалізовано відношення сигнал/шум не більше  $-20$  дБ.

2. Отримано залежність розбірливості мови від типу (білий шум, перешкода типу «Принтер», перешкода типу «Фоновая музыка») та рівня перешкод. Для маскування (приховування змісту розмови) можна застосовувати перешкоду типу «Фоновая музыка», але рівень перешкоди повинен бути з рівнем на  $5..10$  дБ вище ніж при використанні перешкоди у вигляді білого шуму. Найбільшу ефективність, якщо не застосовувати постобробку записів (шумоочищення, фільтрації), має перешкода білий шум.

3. Отримано залежність розбірливості мови від рівня кліпування мовного сигналу. При високому рівні кліпування від  $-80$  до  $-60$  дБ рівень словесної розбірливості мови знаходиться в діапазоні  $5..30$  %, що не дає аудитору зрозуміти сенс розмови. Зрозуміти загальний зміст тексту можливо при рівні кліпування від  $-50$  дБ і вище.

На основі проведених експериментальних досліджень встановлено, що при словесній розбірливості менш 20–30 % важко встановити навіть предмет ведення розмови, а при розбірливості мови менше 10 % – це неможливо. Надійне маскування досягається в тому випадку, коли отримана зашумована мова має словесну розбірливість не більше 20 % (на практиці це відповідає сприйняттю окремих вигуків і окремих «знайомих» слів).

### Література

1. НД ТЗІ 3.7-001-99. Методичні вказівки відносно розробки технічного завдання на створення комплексної системи захисту інформації в автоматизованій системі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: \www/URL: <http://www.dssz.gov.ua/dssz/doccatalog/document?id=106349>
2. Покровський, Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи [Текст] / Н. Б. Покровський. – М.: Связьиздат-М, 1962. – 390 с.
3. Биков, Ю. С. Теория разборчивости и повышения эффективности радиотелефонной связи [Текст] / Ю. С. Биков. – М.: Госэнергоиздат-М, 1959. – 352 с.
4. Сапожков, М. А. Речевой сигнал в кибернетике и связи [Текст] / М. А. Сапожков. – М.: Связьиздат-М, 1963. – 452 с.
5. Kryter, K. D. Methods for the calculation and use of the articulation index [Text] / K. D. Kryter // The Journal of the Acoustical Society of America. – 1962. – Vol. 34, № 11. – P. 1689–1697. doi:10.1121/1.1909094
6. Kryter, K. D. Validation of the articulation index [Text] / K. D. Kryter // The Journal of the Acoustical Society of America. – 1962. – Vol. 34, № 11. – P. 1698–1702. doi:10.1121/1.1909096
7. Rankovic, C. M. Factors governing speech reception benefits of adaptive linear filtering for listeners with sensorineural hearing lossa) [Text] / C. M. Rankovic // The Journal of the Acoustical Society of America. – 1998. – Vol. 103, № 2. – P. 1043–1057. doi:10.1121/1.423106
8. Turner, C. W. Benefits of amplification for speech recognition in background noise [Text] / C. W. Turner, B. A. Henry // The Journal of the Acoustical Society of America. – 2002. – Vol. 112, № 4. – P. 1675–1680. doi:10.1121/1.1506158
9. Musch, H. Using statistical decision theory to predict speech intelligibility. II. Measurement and prediction of consonant discrimination performance [Text] / H. Musch, S. Buus // The Journal of the Acoustical Society of America. – 2001. – Vol. 109, № 6. – P. 2910–2920. doi:10.1121/1.1371972
10. Brungart, D. S. Informational and energetic masking effects in the perception of two simultaneous talkers [Text] / D. S. Brungart // The Journal of the Acoustical Society of America. – 2001. – Vol. 109, № 3. – P. 1101–1109. doi:10.1121/1.1345696
11. Dubno, J. R. Recovery from prior stimulation: Masking of speech by interrupted noise for younger and older adults with normal hearing [Text] / J. R. Dubno, A. R. Horwitz, J. B. Ahlstrom // The Journal of the Acoustical Society of America. – 2003. – Vol. 113, № 4. – P. 2084–2094. doi:10.1121/1.1555611
12. Рева, І. Л. Организация эксперимента по оценки разборчивости речи со связными текстами [Текст] / І. Л. Рева // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. – 2010. – № 4 (62). – С. 127–132.
13. Железняк, В. К. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации [Текст] / В. К. Железняк, Ю. К. Макаров, А. А. Хорев // Специальная техника. – 2000. – № 4. – С. 39–45.
14. Иванов, А. В. Методика оценки защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам с учетом форсирования речи [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А. В. Иванов. – Новосибирск, 2015. – 136 с.
15. Авдеев, В. Б. Расчет коэффициента ослабления побочных электромагнитных излучений [Текст] / В. Б. Авдеев, А. Н. Картуша // Специальная техника. – 2013. – № 2. – С. 18–27.

### ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КАНАЛОВ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ НА РАЗБОРЧИВОСТЬ ПЕРЕХВАЧЕННЫХ РЕЧЕВЫХ СООБЩЕНИЙ

Исследована защищенность акустических каналов утечки информации. Построена зависимость словесной разборчивости речи от отношения сигнал/помеха и сигнал/белый шум. В качестве помех выступали характерные для офисного помещения акустические сигналы. Выявлено влияние на разборчивость речи семантической составляющей в сообщении и возможность её многократного прослушивания. Установлено, что для гарантированной защиты речевой информации должно быть реализовано отношение сигнал/белый шум не более 20 дБ.

**Ключевые слова:** разборчивость речи, семантический текст, утечка информации.

*Ликов Юрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра основ радиотехники, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: yusik@3g.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7120-3276>*

*Морозова Ганна Дмитрівна, кафедра основ радиотехники, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: ancho.morozova.94@bk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9514-5709>*

*Кукуш Віталій Дмитрович, кандидат технических наук, доцент, кафедра основ радиотехники, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна, e-mail: K.Vitalii@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7116-1747>*

UDC 004.986

DOI: 10.15587/2312-8372.2017.92513

Zharikova M.

## DEVELOPING THE MODEL OF ECOSYSTEM IN NATURAL DISASTERS CONDITIONS

Розроблено динамічну просторову модель екосистеми в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру, призначену для вирішення задач підтримки прийняття рішень. Описано формальну модель динаміки надзвичайних ситуацій природного характеру у вигляді нечітко динамічного топологічного простору. На основі розроблених моделей створено географічну веб-орієнтовану систему підтримки прийняття рішень.

**Ключові слова:** територіальна система, відношення нерозрізненості, топологічний простір, клас еквівалентності, надзвичайна ситуація природного характеру.

### 1. Introduction

At present the problem of studying and forecasting the natural disaster situations has taken center stage. It's

connected with increasing their intensity and frequency as a result of population and industrial-production growth, urban extension, environmental degradation, global warming, etc. Involving new territories in property development,