

Криміналістика

УДК 343.98

Домбровський Леонід Вікторович

старший судовий експерт

Харківський науково-дослідний

експертно-криміналістичний центр МВС України

Домбровский Леонид Викторович

старший судебный эксперт

Харьковский научно-исследовательский

экспертно-криминалистический центр МВД Украины

Dombrovskiy Leonid

Senior Forensic Expert

Kharkiv Research Forensic Center of the

Ministry of Internal Affairs of Ukraine

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТІ МОВНИХ СИГНАЛІВ ТА ВПЛИВ
ЗАВАД ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕКСПЕРТИЗИ ЗВУКОЗАПИСУ
ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ И
ВЛИЯНИЕ ПОМЕХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРТИЗЫ
ЗВУКОЗАПИСИ
INVESTIGATION OF PROPERTIES OF SPEECH SIGNALS AND
INFLUENCE OF INTERFERENCE DURING THE EXAMINATION OF
SOUND RECORDING**

Анотація. В даній статті аналізуються особливості, властивості і характеристики мовних звукових сигналів. Розглядаються види шумів акустичних завад і спотворень, а також особливості їх впливу на мовленнєві сигнали.

Ключові слова: мовного сигналу, завади, шум, кольори шуму, розбірливості мови.

Аннотація. В данній статъе анализируются особености, свойства и характеристики языковых звуковых сигналов. Рассматриваются виды шумов акустических помех и искажений, а также особенности их влияния на речевые сигналы.

Ключевые слова: речевого сигнала, помехи, шум, цвета шума, разборчивости речи.

Summary. This article analyzes the features, properties and characteristics of speech audio signals. Types of noise of acoustic interferences and distortions, and also features of their influence on speech signals are considered.

Key words: speech signal, interference, noise, noise colors, speech intelligibility.

Голос і мова є основним засобом комунікації в усіх сферах людської діяльності, а передана з їх допомогою інформація може мати виняткову цінність в забезпеченні безпеки, наприклад, розкритті та запобіганні злочинів.

Людська мова являє собою шумоподібний акустичний сигнал, який має амплітудну і частотну модуляцію.

Амплітудна модуляція (АМ) – модуляція, при якій незгасаючі коливання змінюються по амплітуді відповідно до модулюючих їх коливань більш низької частоти, а частотна модуляція (ЧМ) – модуляція, при якій несуча частота сигналу змінюється відповідно до модулюючих коливань [1].

Акустичні коливання вище і нижче цих частот несуть інформацію про емоції і особистість людини, що говорить, сприяють впізнаваності і дещо підвищують розбірливість мови в умовах підвищених шумів [2].

Основною причиною низької якості і розбірливості записаних мовних сигналів є присутність в ній спотворень і завад.

Спотвореннями називають видозміни корисного мовного сигналу, що призводять до зниження його якості. При спотворенні власні складові частини мовного сигналу змінюються по відношенню до свого первісного вигляду, набувають нового, іноді неприпустимого звучання.

Завадою називається будь-який випадковий вплив на сигнал, який погіршує вірність відтворення переданих повідомлень [1].

Джерела завад можуть перебувати як зовні, так і всередині самої системи передачі.

Залежно від виду інформації завади проявляються:

- у вигляді помилок при передачі даних;
- у вигляді шерехів, тріску, в поганій розбірливості мови і чутності розмов, що ведуться по сусідніх каналах, при телефонному зв'язку.

Вплив завад залежить від безлічі причин і, як правило, носить випадковий характер.

Завади можна розділити на дві групи – неадитивні та адитивні.

До неадитивної відносяться завади, що викликають паразитну модуляцію сигналу. Вони виникають через нелінійні залежності характеристик каналу зв'язку від параметрів сигналу і від часу та суттєво впливають на передачу сигналів в основному в каналах дротового зв'язку великої протяжності.

До адитивних відносять завади, які підсумовуються з сигналом лінійно. Адитивну заваду часто називають шумом.

Шум – звучання, відповідне сприйняттю незалежного від корисного сигналу заважаючого джерела звуку [1-3].

Іншими словами, шум – звук небажаного додаткового джерела, як правило, доданий до корисного сигналу під час його запису або його передачі по каналах зв'язку. Поява в звуковому сигналі шумів обумовлена роздільною або, частіше, одночасною дією цілого ряду чинників процесу запису або передачі сигналу: додаткове джерело звуку, що знаходиться поблизу від корисного джерела мови, а також електромагнітних наведень і власних «технічних» шумів різних компонентів каналу запису-відтворення.

Шум буває стаціонарний і нестаціонарний. Стаціонарний шум характеризується постійністю середніх параметрів: інтенсивності (потужності), розподілу інтенсивності по спектру (спектральна щільність потужності). Ідеальним стаціонарним шумом є так званий «білий шум» - шум з абсолютно рівномірним спектром. В реальності такий шум не може існувати, тому що його спектр і потужність були б нескінченними.

Нестаціонарний шум – це шум, що триває короткі проміжки часу (менші, ніж час усереднення у вимірювачах) [4].

Класифікація шуму:

- а) за джерелом утворення: механічний (робота машин і механізмів), аеро- і гідродинамічний (в результаті турбулентності газового або рідкого середовища), електродинамічний (електрична дуга, коронні розряди);
- б) за частотою: низькочастотний – до 300 Гц, середньочастотний – від 300 до 800 Гц, високочастотний – більше 800 Гц.
- в) за спектром.

Виділимо деякі типи шумів або завад:

Білий шум – це шум з постійною спектральною щільністю в звуковому діапазоні частот, який має однакову розподіл потужності для

всіх частот. Прикладом білого шуму може бути звук неналаштованого телевізора або шум водоспаду.

Рожевий шум має однаковий розподіл енергії для кожної октави (октавні смуги – частотні діапазони, в яких верхня частота вдвічі більше нижньої частоти) замість однакової енергії для кожної частоти подібно білого шуму.

Він являє собою психоакустичний еквівалент білого шуму. У рожевого шуму на кожен октаву припадає однакова кількість енергії.

У рожевого шуму енергія, яка припадає на одиницю частоти, зменшується кратно частоті, але на кожен октаву енергії припадає порівну. Згідно психоакустичній моделі слухової системи, найкращою маскуючою завадою є комбінація білого шуму і рожевого шуму.

Відомо, що білий або рожевий шум, який застосовується в якості маскуючого сигналу в пристроях захисту мовної інформації, за своєю структурою має значні відмінності від мовного сигналу. На знанні і використанні цих відмінностей засновано багато алгоритмів очищення від шуму мовних сигналів.

Одним з напрямків підвищення ефективності захисту мовної інформації є використання в якості завади, що застосовується для зашумлення каналів витоку мовної інформації, таких мовоподібних сигналів (мовних сигналів низької розбірливості): забарвлений шум, шумова мовоподібна завада і комбінована мовоподібна завада.

Забарвлений шум – це шум з обвідної амплітудного спектра, подібний мовному сигналу, що формується з білого шуму відповідно до обвідної амплітудного спектра приховуваного мовного сигналу.

Для формування пофарбованого шуму в п'ятиоктавних смугах діапазону 100 – 6000 Гц проводиться оцінка параметрів мовного сигналу і здійснюється коригування рівня шуму в тих же смугах за допомогою вбудованих еквайзерів.

Мовоподібні завади формуються шляхом мікшування в різних поєднаннях відрізків мовних сигналів і музичних фрагментів, а також шумових завад, або з фрагментів приховуваного мовного сигналу при багаторазовому накладенні з різними рівнями.

- шумова мовоподібна завада – це завада, яка формується як з приховуваного сигналу, так і з некорельованих із прихованим сигналом мовних фрагментів;
- комбінована мовоподібна завада, яка використовується в системі акустичної маскуванню, формується шляхом багаторазового накладення зміщених на різний час затримок різнорівневих сигналів, одержуваних шляхом множення і ділення частотних складових приховуваного мовного сигналу.

Таким чином, найбільш потужними, що погіршують розбірливість мовного сигналу є завади типів рожевий шум, комбінація білого і рожевого шуму і мовоподібна завада. Завада типу білого шуму в порівнянні з завадами типу рожевий шум і шумова мовоподібна завада характеризується дещо меншими маскуючими властивостями, програючи по енергетиці. Значно нижчими маскуючими властивостями характеризується шумова завада зі спадом спектральної щільності 6 дБ на октаву в бік високих частот (т.зв. коричневий шум). У порівнянні з рожевим шумом і мовоподібною завадою вона програє по енергетиці, а при однаковій потужності призводить до більшої розбірливості мови [5].

Література

1. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов. М.: Радио и связь, 1981. 496 с.
2. Чучупал В.Я., Чичагов А.В., Маковкин К.А. Цифровая фильтрация зашумлённых речевых сигналов. М.: Вычислительный центр РАН, 1998. 52 с.

3. Шелухин О.И., Лукьянцев Н.Ф. Цифровая обработка и передача речи. М.: Радио и связь, 2000. 456 с.
4. Электроакустика и звуковое вещание: Учебное пособие для вузов / И.А. Алдошина, Э.И. Вологдин и др.; Под ред. Ю.А. Ковалгина. М.: Горячая линия-Телеком, Радио и связь, 2007. 872 с.
5. Секунов Н.Ю. Обработка звука на РС. СПб.: БХВ–Петербург, 2001. 1248 с.