

УДК 621.397

Л. О. КОВТУН¹,
В. М. ТКАЧУК²,
С. О. САВЧУК¹

¹Хмельницький національний університет
²Вінницький технічний коледж

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПЕРЕДАЧІ АУДИОПОВІДОМЛЕНЬ В СУЧАСНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ ПРИСТРОЯХ

Проводиться аналіз факторів, які впливають на якість передачі звукового сигналу бездротовим зв'язком. Якість бездротового зв'язку досить висока, але має певні обмеження та недоліки порівняно з дротовим зв'язком. Для гарної якості сигналу, який потрібно передати по бездротовому протоколу, необхідно враховувати багато факторів, включаючи колізію та стабільність з'єднання. В бездротовому варіанті передачі даних, якщо з'єднання нестабільне, то погіршується і якість даних. За допомогою штучної нейронної мережі та приєднаних до сигналу метаданих стає можливим більш точно визначити заходи, що потрібно вжити для покращення якості зв'язку.

Ключові слова: бездротовий зв'язок, метадані, штучна нейронна мережа, звуковий сигнал.

L. KOVTUN¹,
V. TKACHUK²,
S. SAVCHUK¹

¹Khmelnitsky National University
²Vinnitsiya Technical College

METHOD OF IMPROVING THE CONFIRMATION OF AUDIO COMMUNICATION IN MODERN COMMUNICATION DEVICES

The analysis of the factors influencing the quality of the audio signal transmission by wireless communication is carried out. The kind of wireless communication is quite high, but has some limitations and shortcomings compared with wired communication. For a good signal quality that needs to be transmitted over a wireless protocol, many factors need to be taken into account, including the collision and the stability of the connection. In the wireless mode of data transmission, if the connection is unstable, then the quality of the data gets worse. With the help of an artificial neural network and attached metadata signals, it becomes possible to more accurately determine what steps need to be taken to improve communication quality. Signals in the modern world are around us all around. The quality of the transfer is influenced by a lot of factors. Signals are distorted and can be almost impossible to restore. The noise immunity of interference signals is an urgent task, because the signals are used not only for communication between people (mobile communication), but also in the military industry, satellite communications, etc., where the least disturbing, which leads to errors can lead to significant loss of information. This leads to false positives or system failures, to the perception of false commands, etc. The task of noise-free transmission of sound, especially in conditions of high noise, which can significantly distort the signal, is relevant. The article shows the possibility of automation of the processes of detecting and reducing interferences with the help of an artificial neural network. By using metadata attached to the signal, the artificial neural network will be able to more accurately determine what steps need to be taken to improve communication quality. Each time the artificial neural network will have more "experience" and will do its best.

Keywords: wireless communication, metadata, artificial neural network, sound signal.

Вступ. Сучасний стан проблеми. Найважливішим завданням розробників інформаційних мереж є підвищення рівня завадостійкості переданої інформації. Під час підготовки потоку даних до передачі по каналу зв'язку інформація піддається різним видам обробки, основними з яких є кодування і модуляція. У сучасних цифрових мережах і системах з радіоканалами для підвищення завадостійкості широко використовуються корегуючі коди в режимах виправлення помилок. Ці коди здатні виправляти найбільш правдоподібні комбінації помилок, що виникають в кодових словах в результаті впливу на них певного виду завад [1]. Крім того, широке поширення набули множинні методи кодування, що реалізуються застосуванням декількох коригувальних кодів, як правило, різних класів (каскадне кодування).

Для збільшення завадостійкості мереж з радіоканалами все частіше використовуються недвійкові коди. Однак використання таких кодів в ряді випадків ускладнено внаслідок обмежених можливостей елементної бази, що знаходиться в розпорядженні розробників.

Одним з основних способів підвищення завадостійкості цифрових мереж з радіоканалами є використання одночастотних мереж (SFN – Single Frequency Network), перевагою яких є можливість передачі сигналу декількома або багатьма передавачами передавальних терміналів на одній частоті, що дозволяє економити наданий радіочастотний ресурс. Застосування COFDM модуляції (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing – кодоване ортогональне частотне мультиплексування) в подібних системах одночасно дозволяє зменшити і вплив ехосигналів, що виникають через відбиття і перевідбиття сигналу в радіоканалі [2].

Ключовим завданням при передачі і прийомі сигналів в одночастотній мережі є забезпечення синхронної роботи передавачів. Синхронізація є основним засобом забезпечення коректної роботи мережі. Завдання забезпечення надійної синхронізації в мережах з послідовним інтерфейсом є однією з найбільш важливих і складних при синтезі і побудові цифрових мереж.

Радіосигнали можуть передаватись та прийматись у всіх можливих діапазонах радіохвиль з використанням широкого спектру видів модуляції. Для передачі радіосигналів використовуються радіопередавальні пристрої, для приймання — радіоприймачі.

Радіосигнали використовуються для вирішення цілого ряду технічних та наукових задач, найпоширенішими з яких є: телекомунікації; керування; радіогеодезія; радіолокація; радіоастрономія; радіосигнал SHGb02+14a, телеметрія і т. ін. Радіосигнали також є незамінними для організації зв'язку між мобільними об'єктами, або об'єктами, між котрими технічно неможливо встановити провідний зв'язок.

Мобільний зв'язок дозволяє абоненту бути завжди мобільним і не прив'язаним до будь-якої географічної точки. В першу чергу, це можливо завдяки особливій структурі мережі доступу, а саме через те, що на крайній до абонента ділянці мережі використовується не провідне, а радіоз'єднання.

Як і в будь-якій іншій системі радіозв'язку, сигнали стільникового зв'язку поширюються не в ідеальному середовищі і зазнають ряд негативних впливів на шляху від базової станції до мобільної станції абонента. Деякі з даних проблем можна вирішити простим збільшенням потужності сигналу, а деякі вимагають впровадження складних алгоритмів в роботу приймачів і встановлення додаткових пристроїв.

Можна виділити наступні основні завади, які виникають при передачі GSM сигналів:

- загасання сигналу;
- мертві зони;
- багатопроменеве поширення сигналу;
- завмирання GSM сигналу;
- часові затримки.

Джерелами завад є зовнішні впливи і внутрішні шуми, що виникають в колах і апаратурі передачі радіосигналів. До внутрішніх шумів відносяться теплові шуми, які виникають в результаті неупорядкованого руху вільних електронів в дротах і резисторах передавача та шуми, обумовлені дробовим ефектом у напівпровідникових приладах. Внутрішні шуми існують завжди і є джерелами флуктуаційних завад. Вони принципово не підлягають відлагодженню, можна лише якимось обмежувати їх.

Найбільший вплив на канал зв'язку мають зовнішні завади, найголовнішими з яких є промислові (штучні) і атмосферні (природні) завади. Промислові завади створюються різними пристроями: електричним транспортом, електрозварюванням, системами запалювання автомобілів, медичним електроустаткуванням і ін. Основною причиною цих завад є іскроутворення, пов'язане з різким перериванням струму в електричних колах в процесі їх комутації. Завади створюються також лініями електропередачі, які при відсутності екранування є свого роду антенами. Промислові завади можуть носити флуктуаційний або імпульсний характер; вони проникають в телемеханічні пристрої через антену, ланцюги живлення, ємнісний і індуктивний зв'язок. Також до зовнішніх завад відносяться і космічні завади, які створюються радіовипромінюванням Сонця і Галактик.

За своєю природою завади мають мультиплікативний (результуючий сигнал рівний добутку завади і сигналу, який надсилається) і адитивний (результуючий сигнал рівний сумі завади і сигналу, який надсилається) характери. Класифікація адитивних завад наведена на рис. 1.

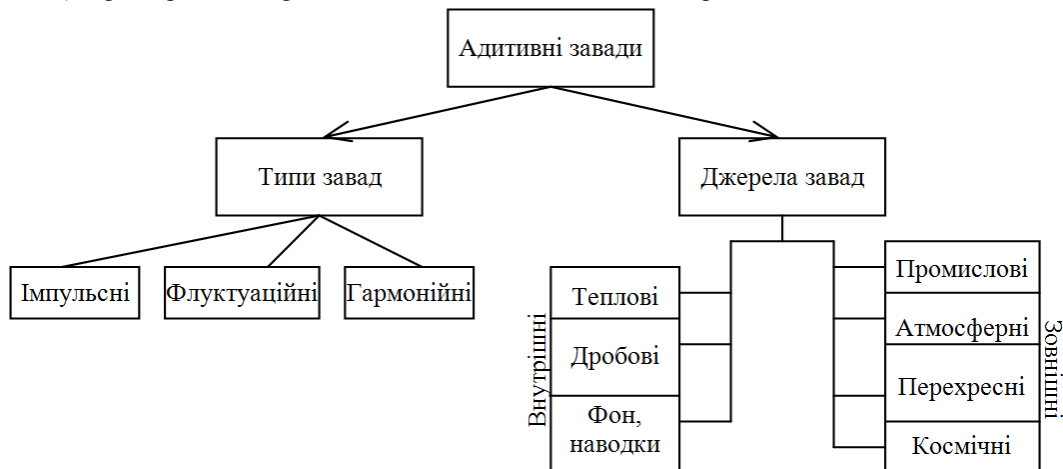


Рис. 1. Класифікація адитивних завад та їх джерел

Атмосферні завади обумовлені переміщенням електричних зарядів в атмосфері. Блискавки створюють струмові розряди в десятки тисяч ампер, і завади від них носять імпульсний характер. Однак якщо кількість грозових розрядів в одиницю часу велика і приймальний пристрій реагує на досить далекі розряди, завади на виході вузькосмугового приймача можуть мати флукуаційний характер.

Основна енергія промислових і атмосферних завод укладена в низькочастотному діапазоні хвиль. Зі збільшенням частоти рівень цих завод падає [3, 4].

Основна частина. Деякі із зазначених проблем проявляються практично в будь-якій системі радіозв'язку (загасання сигналу, тіньові зони) і, отже, вже існують варіанти вирішення даних проблем. Однак інші (завмирання, багатопроменеве поширення сигналів) вимагали від розробників стандарту впровадження нових методів боротьби. Проблемою ще також стає те, що в системах стільникового зв'язку передається трафік реального часу (голос), який не допускає тривалих затримок.

Найбільше число різних алгоритмів боротьби з проблемами поширення сигналів були розроблені в стандарті GSM (Global System for Mobile Communications), тому що це перша повністю цифрова система зв'язку. Велика частина методів поліпшення якості сигналу, які вперше введені в цьому стандарті, використовуються і в наступних системах (UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), LTE (Long Term Evolution) і ін.)

Запропонованим варіантом зменшення завод є приєднання до сигналу метаданих. Метадані, у загальному випадку, — це дані, що характеризують або пояснюють інші дані. В нашому випадку, метаданими є додаткова інформація, що характеризує умови та стан середовища, через яке буде передаватися сигнал. Це дозволить спеціально налаштованій штучній нейронній мережі, яка знаходиться у постійному зв'язку із серверами, визначити оптимальні умови для збереження хорошої якості зв'язку на мобільному пристрої.

Наприклад, якщо у певного абонента спостерігається погіршення якості сигналу, буде прийнята спроба посилити сигнал, розширити діапазон сигналу чи змінити довжину хвилі, опираючись на інформацію, взяту з метаданих. У метаданих можна передавати інформацію про рівень атмосферного тиску, рівень електромагнітної активності, інформацію про погодні умови, тощо. На рис. 2 показано спрощену схему розповсюдження сигналу в бездротовому середовищі.

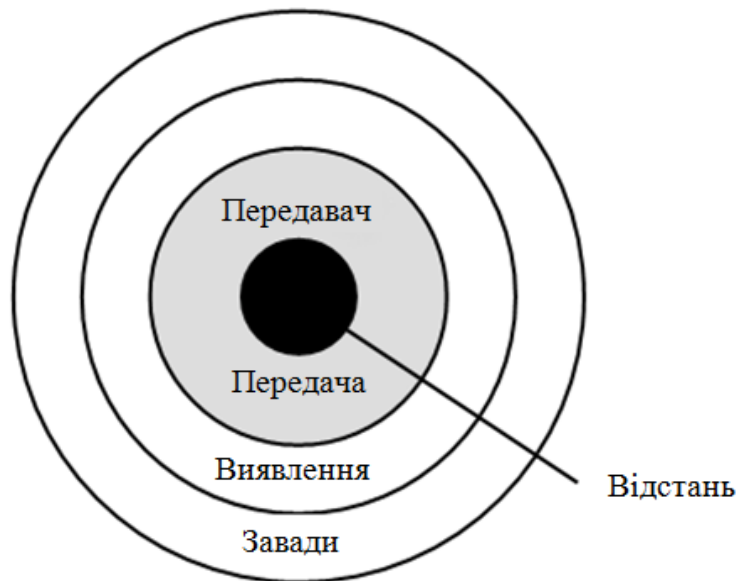


Рис. 2. Спрощена схема розповсюдження сигналу в бездротовому середовищі

В межах зони зв'язку передача можлива, тобто прийом сигналу здійснюється з досить малою кількістю помилок. В межах зони виявлення передана потужність досить велика (виділяється з фонового шуму), однак, для встановлення зв'язку кількість помилок може виявитись занадто великою.

Всередині третього (ще більшого радіуса) передавач фактично перешкоджає іншим передавачам, створюючи фоновий шум. Тому вони лише створюють завади іншим сигналам. В реальності необхідно враховувати такий вплив умов поширення сигналів, як екранування радіосигналів великими перешкодами, відображення і розсіювання сигналів. Все це, а також і багато іншого є причиною багатопроменеве поширення сигналу.

Одним із наслідків такого багатопроменеве поширення є більш швидке зниження інтенсивності сигналу. Цей ефект викликає розширення початкового сигналу через те, що він поширюється по різних траєкторіях. Сигнали досягають антени приймача в різний час. Система GSM допускає розширення сигналу

внаслідок запізнювання до 16 мкс, тобто більш ніж трикілометрову різницю ходу окремих променів. В результаті, окремий імпульс при прийомі виглядає слабше інших імпульсів. Деякі з прийнятих імпульсів можуть бути занадто слабкі і проявлятися у вигляді шуму, тобто відбувається завмирання і спотворення результуючого сигналу.

Розглянемо інший ефект від багатопроменевого поширення. Імпульси різних символів настільки відрізняються по різниці ходу, що символи одного сигналу «налазять» на сусідні символи іншого. Цей ефект називається міжсимвольною інтерференцією. Чим вище швидкість передачі, тим гіршими будуть наслідки міжсимвольної інтерференції, так як символи в процесі передачі будуть ближчими один до одного. Через ці завади накладаються обмеження на пропускну здатність радіоканалу.

Якщо приймачу відомі затримки різних шляхів поширення сигнал, він може компенсувати спотворення, внесені каналом. Можна, наприклад, спочатку передати налаштовальну послідовність сигналів, відому приймачу. Потім в приймачі виробляється порівняння прийнятого сигналу з вихідною налаштовальною послідовністю і корекція спотворень за допомогою пристрою компенсації – еквалайзера. Якщо зміни характеристик каналу відбуваються занадто швидко (як, наприклад, на автомагістралі), приймач не встигає до них пристосуватися, змінюючи параметри еквалайзера, і число помилок передачі зростає.

Висновки. Сигнали в сучасному світі нас оточують повсюди. На якість передачі впливає досить багато факторів. Сигнали спотворюються і відновити їх може бути практично неможливим. Завадостійкість сигналів до завад є актуальною задачею, оскільки сигнали застосовуються не лише для створення зв'язку між людьми (мобільний зв'язок), а й у військовій галузі, супутниковому зв'язку і т.д., де найменша завада, яка призводить до помилок, може призводити до значних втрат інформації. Це призводить до помилкових спрацювань або не спрацювань системи, до сприйняття помилкових команд і т.ін.

Задача завадостійкої передачі звуку, особливо в умовах високих завад, які можуть значно спотворити сигнал, є актуальною. У статті показана можливість автоматизація процесів виявлення та зменшення завад за допомогою штучної нейронної мережі. За допомогою приєднаних до сигналу метаданих штучна нейронна мережа зможе більш точно визначити які заходи потрібно прийняти для покращення якості зв'язку. З кожним разом штучна нейронна мережа буде мати більше «досвіду» та виконувати свою роботу все краще.

Література

1. Питерсон У. Коды, исправляющие ошибки / У. Питерсон, Э. Уэлдон ; пер. с англ. ; под ред. Р.Л. Добрушина и С.И. Самойленко. – М. : Мир, 1976. – 593 с.
2. Стеклов В.К. Теорія електричного зв'язку : [підручник для ВНЗ] / В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман ; за ред. В.К. Стеклова. – К. : Техніка, 2006.
3. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп ; перевод с английского. – М. : Лаборатория базовых знаний, 2003. – 1104 с.
4. Панфілов І.П. Теорія електричного зв'язку : [підручник для вузів першого та другого рівнів акредитації] / І.П. Панфілов, В.Ю. Дирда, А.В. Капацін – К. : Техніка, 1998.

References

1. Piterson U. Kodyi, ispravlyayushchie oshibki / U. Piterson, E. Ueldon ; per. s angl. ; pod red. R.L. Dobrushina i S.I. Samoylenko. – M. : Mir, 1976. – 593 s.
2. Steklov V.K. Teoriia elektrychnoho zviazku : [pidruchnyk dlia VNZ] / V.K. Steklov, L.N. Berkman ; za red. V.K. Steklova. – K. : Tekhnika, 2006.
3. Dorf R. Sovremennyye sistemyi upravleniya / R. Dorf, R. Bishop ; perevod s angliyskogo. – M. : Laboratoriya bazovyih znaniy, 2003. – 1104 s.
4. Panfilov I.P. Teoriia elektrychnoho zviazku : [pidruchnyk dlia vuziv pershoho ta drugoho rinviv akredyatsii] / I.P. Panfilov, V.Iu. Dyrda, A.V. Kapatsin – K. : Tekhnika, 1998.