МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

ТУЧАПСЬКИЙ ЛЮБОМИР ЛЮБОМИРОВИЧ

УДК 621.373

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЦИФРОВОГО ФІЛЬТРА В КАНАЛАХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

172 Телекомунікації та радіотехніка

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2019

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук,
завідувач кафедри радіотехнічних систем
Дунець Василь Любомирович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри біотехнічних систем
Хвостівський Микола Орестович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о $10^{.00}$ годині на засіданні екзаменаційної комісії №26 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-612.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Завдання виявлення сигналів на тлі завад залишається однією з найважливіших завдань цифрової обробки сигналів і є актуальною у багатьох прикладних областях. Проблема ефективного аналізу і визначення характеристик сигналів, в тому числі і апріорно невідомих, в присутності завад різної природи на сьогоднішній день являє собою не тільки один з найважливіших напрямків досліджень теорії виявлення сигналів, але і область активних розробок для численних технічних. Різні критерії при проектуванні оптимальних пристроїв обробки сигналів, а також різний характер завад зумовили велике число застосовуваних для вирішення цих завдань підходів. Для вирішення багатьох теоретичних і практичних завдань обробки сигналів в присутності завад фундаментальне значення мають роботи Д.В. Агєєва, П.С. Акімова, Л.С. Гуткина, В.А. Котельникова, Б.Р. Левіна, Ю.С. Лёзіна, Ю.Г. Сосуліна, В.І. Тихонова, Н. Вінера, Б. Гоулда, А. Оппенгейма, Л. Рабінера і багатьох інших вчених.

У відомих радіотехнічних системах для аналізу сигналів при їх виявленні у суміші із завадами застосовують частотний аналіз спостереження шляхом аналогової або цифрової фільтрації. Зокрема, ефективним методом є цифрова фільтрація. При аналоговій фільтрації коефіцієнт передачі, центральна частота і смуга пропускання абсолютно нестабільні, що неможна сказати про цифрову фільтрацію (ЦФ).

Тому розроблення методу оптимального виявлення сигналу у суміші із завад на базі цифрової фільтрації із підвищеною достовірністю прийнятого рішення є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. **Метою дослідження** є розроблення методу оптимального виявлення сигналу у суміші із завад із підвищеною достовірністю прийнятого рішення.

Досягнення цієї мети вимагає розв’язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів виявлення сигналів у суміші із завадами для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Побудувати математичну модель сигналу для задачі його оптимального виділення у суміші із завадами.
3. Розробити метод оптимального виявлення сигналу у суміші із завадами та метод визначення достовірності прийнятого рішення.
4. Розробити програмне забезпечення оптимального виявлення сигналу у суміші із завадами та метод визначення достовірності прийнятого рішення
5. Провести експериментальні дослідження над реалізаціями сигналів у суміші із завадим.

Об'єкт дослідження*:* процес оптимального виявлення сигналу у суміші із завадами із застосуванням узгодженої цифрової фільтрації.

Предмет дослідження*:* математична модель сигналу у вигляді адитивної суміші корисного сигналу та завади.

Методи дослідження. Математична статистика, теорія прийняття рішення, цифрова обробка сигналі, програмне забезпечення MATLAB.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше на основі поєднання статистичного критерію Неймана-Пірсона та цифрової узгодженої фільтрації розроблено метод оптимального виявлення сигналу у суміші із завадами.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що комп'ютерна програма уможливлює дослідження процедури виявлення корисних сигналів на фоні завад на базі узгоджено цифрової фільтрації у складі програмного забезпечення радіотехнічних систем.

Апробація. Викладені в дипломній роботі результати доповідалися і обговорювалися на V міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2016р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 106 сторінках, списку використаних джерел з 37 назв на 3 сторінках, додатків на 18 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 125 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих методів виявлення сигналів на тлі завад обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Методи виявлення сигналів при їх виявленні у суміші із завадами» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

В результаті аналізу літературних джерел встановлено, що відомі методи виявлення сигналу на тлі завад потребують великої кількість реалізацій сигналу, що призводить до перенавантаження радіотехнічної техніки та збільшення впливу дестабілізуючих факторів на результати вимірювань. Фільтрація сигналів на базі вейвлет-перетворень, усереднення накопичених результатів реєстрації із розпізнаванням і відкиданням аномальних реалізацій дає можливість виявити інформативну складову сигналу за мінімальну кількість повторів реєстрації. Оскільки відомі методи потребують мінімальну тривалість прийому/передачі сигналу, тому розроблення методу фільтрації, який дасть змогу за однією реалізацією оперативно і точно із заданою достовірністю виявити сигнал у суміші із завадами є актуальною науковою задачею.

У другому розділі «Математична модель сигналу при їх виявленні у суміші із завадами» обґрунтовано математичну модель сигналу для задачі його виявлення у суміші із завадами у вигляді адитивної суміші корисного сигналу та завади типу білого гаусівського шуму.

У третьому розділі «Цифрова фільтрація сигналу для його оптимального виявлення у суміші із завадами» побудовано структуру

цифрового узгодженого фільтра, який дає можливість виявити сигнали у суміші із завадами із заданою достовірністю прийнятого рішення.

На базі теорії цифрової узгодженої фільтрації та статичного критерію прийняття рішення Неймана-Пірсона розроблено загальну структуру оптимального виділення корисного сигналу на фоні завад.

У четвертому розділі «Програмна реалізація методу виявлення сигналів із використанням програмного забезпечення MATLAB» Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab, зокрема інтегрованій утиліті GUIDE, із графічним інтерфейсом користувача для автоматичного виявлення корисного сигналу на тлі завад на базі цифрової узгодженої фільтрації.

Із отриманих результатів випливає, що корисний сигнал присутній в експериментальному із достовірностями pd=0,72374;0,74474;0,7465 при різних помилках за pf=0,1; 0,01; 0,001.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано програму MATLAB як програмне середовище для проведення експериментальних досліджень.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 50645,20 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,717 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» У підрозділі з охорони праці сформульовано рекомендації щодо вимог безпеки до лабораторних приміщень та обладнання для наукових досліджень, органи державного нагляду за охороною праці та завдання страхування від нещасного випадку. У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях розглянуто питання електробезпеки користувачів персональних комп'ютерів.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто вплив радіолокаційних станцій на навколишнє середовище, та методи захисту від нього та проблему утилізації використаних антен..

У **додатках** наведено тексти програм, розроблені для ПК (ОС Windows 7,10).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі магістра розв'язано актуальну наукову задачу обґрунтування вибору цифрового фільтра в каналах радіозв'язку із підвищеною достовірністю прийнятого рішення.

При цьому отримано результати:

1. Із проведеного порівняльного аналізу відомих методів виявлення сигналів у суміші із завадами встановлено, що виникає необхідність

обґрунтування вибору цифрового фільтру, який би дав змогу виявити сигнал.

2. Розроблено модель сигналу для задачі виявлення та фільтрації у вигляді адитивної суміші корисного сигналу і завади у вигляді білого гаусівського шуму.

3. Розроблено метод адаптивного виявлення сигналу у суміші із завадами та критерій достовірності прийнятого рішення на базі цифрової узгодженої фільтрації.

4. Розроблено програмне забезпечення адаптивного виявлення сигналу у суміші із завадами та на базі цифрової адаптивної фільтрації.

5. Проведено експериментальні дослідження з метою тестування розробленого методу та обґрунтованого фільтру для виявлення корисного сигналу.

АНОТАЦІЯ

Тучапський Любомир Любомирович. Обґрунтування вибору цифрового фільтра в каналах радіозв'язку. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі магістра застосовано адаптивний цифровий фільтр для аналізу сигналів при його достовірному виявленні у суміші із завад. Поєднання цифрової фільтрації із статистичним критерієм Неймана-Пірсона дало змогу побудувати метод достовірного виявлення корисного сигналу на базі його математичної моделі у вигляді адитивної суміші дискретного корисного сигналу та завади типу білого гаусівського шуму.

Засобами програмного забезпечення Matlab розроблено програму із графічним інтерфейсом, яка дає змогу провести процес узгодженої фільтрації із метою їх виявлення корисного сигналу у суміш із завадами типу білого гаусівського шуму.

Ключові слова: сигнал, завада, цифровий фільтр, узгоджена фільтрація, критерій Неймана-Пірсона, виявлення, білий гаусівський шум, математична модель, моделювання.

ANNOTATION

Tuchapskyi Liubomyr Liubomyrovych. Rationale for choosing a digital filter in radio channels. Manuscript.

Master's diplom work on specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering, Ternopil National Technical University Pulyy, Ternopil, 2019.

In the Master's thesis work coordinated digital filter used to analysis the signal when it is detected in authentic mix of noise. The combination of digital matched filtering of statistical criteria Neyman-Pearson made it possible to build a reliable detection method signal based on its mathematical model as a mixture of additive discrete signal type white noise and Gaussian noise.

Software tools developed Matlab GUI application that allows you to hold a matched filtering process in order to identify their signal into a mixture of hurt type of white Gaussian noise.

Keywords: signal, noise, digital filter, matched filtering, criterion Neyman-Pearson, detection, white Gaussian noise, mathematical model, simulation.