

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

ЛАКОЦЬКИЙ СТЕПАН ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 519.2:629.1

**ОПТИМАЛЬНА ФІЛЬТРАЦІЯ РАДІОСИГНАЛІВ З АПРІОРНО
НЕВІДОМИМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ФОНІ ЗАВАД**

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2018

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

Керівник роботи: доктор технічних наук,
старший науковий співробітник кафедри
радіотехнічних систем
Юрченко Олег Миколайович,
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 21 лютого 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №25 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. Задача виявлення радіосигналів з апріорно невідомими параметрами на фоні завад залишається однією з найважливіших завдань цифрової обробки радіосигналів у радіотехнічних системах. Проблема ефективної обробки і визначення характеристик радіосигналів в умовах апріорної невідомості на фоні завад різного роду їх походження є однією з найважливіших напрямів досліджень теорії виявлення радіосигналів. Різні критерії при проектуванні оптимальних пристроїв обробки радіосигналів, а також різний характер завад зумовили велике число застосовуваних для вирішення цих завдань підходів. Для вирішення багатьох теоретичних і практичних завдань обробки радіосигналів в присутності завад фундаментальне значення мають роботи В.І.Тихонова, П.С.Акімова, Л.С.Гуткіна, В.А.Котельникова, Б.Р.Левіна, Ю.С.Лезіна, Ю.Г.Сосуліна, Н.Вінера, Б.Гоулда, А.Оппенгейма, Л.Рабінера і багатьох інших науковців.

Завдання виявлення радіосигналів на фоні завадами у сучасних радіотехнічних системах вирішують шляхом застосування методів усереднення та частотного аналізу (аналогова та цифрова фільтрація). Метод усереднення потребує великої кількості реалізацій радіосигналу, що призводить до перенавантаження радіотехнічної системи та збільшує вплив дестабілізуючих факторів на результати вимірювання. Серед методів частотного аналізу ефективним методом є цифрова фільтрація у порівнянні із аналоговою фільтрацією, якій притаманні нестабільність смуги пропускання та коефіцієнта передачі. Проте загальним недоліком, що прийнятий більшістю методів та алгоритмів виявлення радіосигналів з апріорно невідомими параметрами у сучасних радіотехнічних системах, є низька достовірність результатів щодо прийняття рішення про присутність чи відсутність сигналу на фоні завад.

Тому розроблення методу оптимального виявлення радіосигналів з апріорно невідомими параметрами у суміші із завадами на базі цифрової фільтрації із підвищеною достовірністю прийнятого рішення є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення методу оптимальної фільтрації для виявлення радіосигналів з апріорно невідомими параметрами у суміші із завадами із підвищеною достовірністю прийнятого рішення.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів виявлення радіосигналів у суміші із завадами для обґрунтування напряму наукового дослідження.
2. Побудувати математичну модель радіосигналу для задачі його оптимального виявлення у суміші із завадами.
3. Розробити метод оптимального виявлення радіосигналів з апріорно невідомими параметрами у суміші із завадами на базі оптимальної фільтрації та метод визначення достовірності прийнятого рішення.
4. Розробити програмне забезпечення оптимального виявлення радіосигналів у суміші із завадами та метод визначення достовірності прийнятого рішення
5. Провести дослідження над радіосигналами у суміші із завадим.

Об'єкт дослідження: процес оптимальної фільтрації радіосигналів з апріорно невідомими параметрами у суміші із завадами із застосуванням оптимальної фільтрації.

Предмет дослідження: математична модель радіосигналів з апріорно невідомими параметрами

Методи дослідження: теорія прийняття рішення, теорія випадковості, програмне забезпечення MATLAB.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше на основі поєднання узгодженої цифрової фільтрації та критерію Неймана-Пірсона розроблено метод достовірного та оптимального виявлення радіосигналів з апріорно невідомими параметрами на фоні завад.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблене програмне забезпечення уможливує дослідження процедури виявлення радіосигналів з апріорно невідомими параметрами на фоні завад у складі радіотехнічних систем.

Апробація. Викладені в дипломній роботі результати доповідалися і обговорювалися на IV науково-технічній конференції тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (м. Тернопіль, 2018р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 119 сторінках, списку використаних джерел з 37 назв на 3 сторінках, додатків на 15 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 137 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих методів виявлення радіосигналів на фоні 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 конференції.

У першому розділі «Методи виявлення радіосигналів на фоні завад» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

В результаті аналізу літературних джерел встановлено, що відомі методи виявлення радіосигналів на фоні завад потребують великої кількості реалізацій сигналу, що призводить до перенавантаження радіотехнічної техніки та збільшення впливу дестабілізуючих факторів на результати вимірювань. Фільтрація сигналів на базі Вейлет-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 підвищеною достовірністю виявити радіосигнал на фоні завад є актуальною науковою задачею.

У другому розділі «Математична модель радіосигналу при його виявленні на фоні завад» обґрунтовано математичну модель радіосигналу для задачі його виявлення на фоні завад у вигляді адитивної суміші корисного радіосигналу та завади типу білого гаусівського шуму.

У третьому розділі «Оптимальна фільтрація радіосигналу з апріорно невідомими параметрами для його оптимального виявлення на фоні завад» розроблено алгоритм достовірного виявлення корисного радіосигналу на фоні завад за допомогою цифрового узгодженого фільтру та статичного критерію прийняття рішення Неймана-Пірсона.

У четвертому розділі «Програмна реалізація методу оптимальної фільтрації радіосигналів в середовищі 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.

Результат виявлення радіосигналу зображено на рис.1.

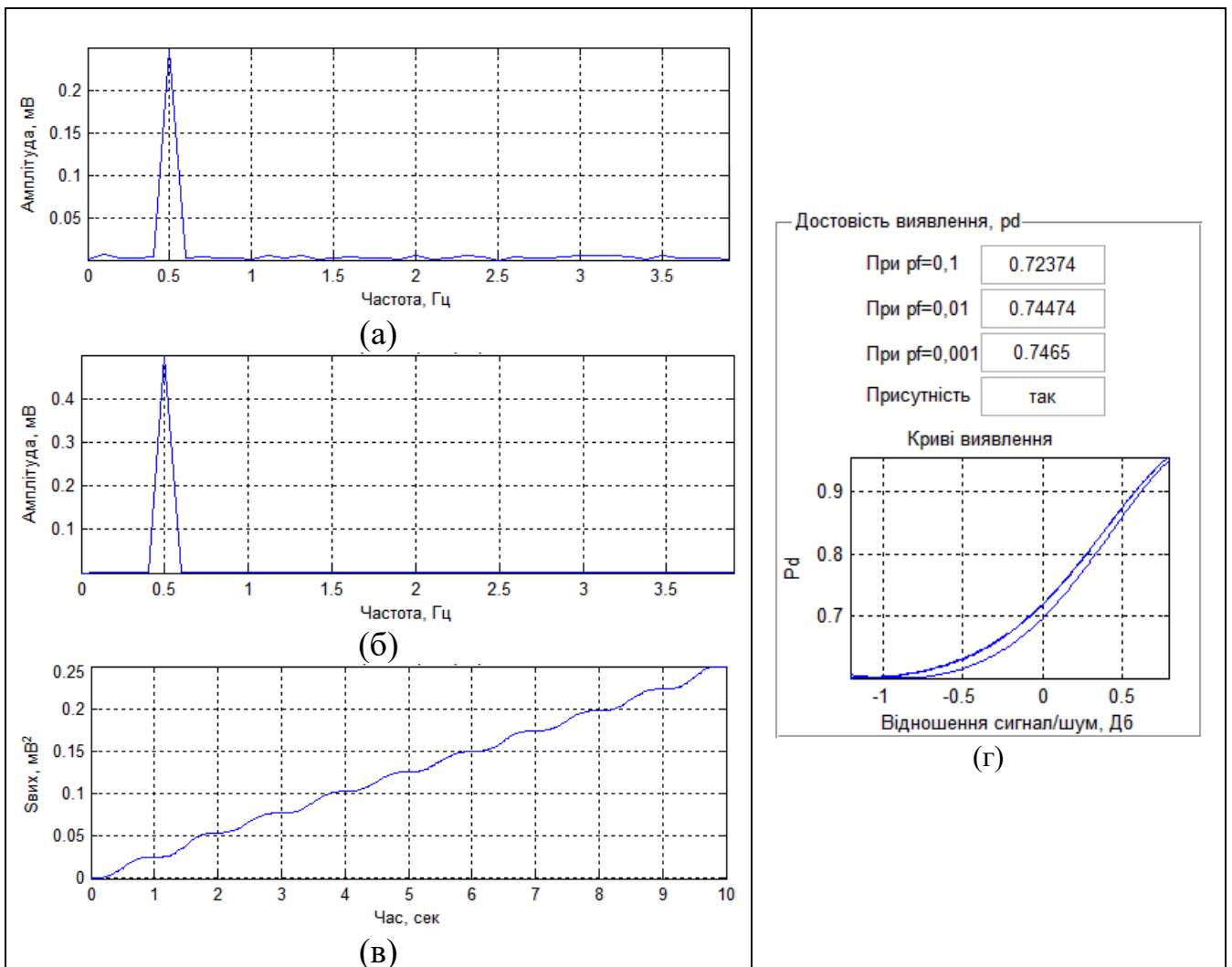


Рис. 1. Результат виявлення корисного сигналу у суміші із завадами: а – АЧХ радіосигналу на фоні завад; б – АЧХ узгодженого фільтру; в – сигнал на виході фільтру; г – достовірність виявлення та криві виявлення

Із отриманих результатів (рис.1) можна сказати, що корисний радіосигнал присутній на фоні завад із достовірностями $p_d=0,72374; 0,74474; 0,7465$ при помилках $p_f=0,1; 0,01; 0,001$.

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 40273,08 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 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» з охорони праці проаналізовано негативний вплив шкідливих і небезпечних факторів під час роботи з персональним комп'ютером при виконання науково-дослідної роботи. У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано оптимальні комфортні умови у виробничих приміщеннях по виготовленню системи радіозв'язку та проаналізовано вимоги інженерно-технічних заходів цивільного захисту до лінії споруд зв'язку радіомовлення і телебачення.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання системи радіозв'язку застосовано технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище.

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

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методу оптимальної фільтрації для виявлення радіосигналів з апіорно невідомими параметрами у суміші із завадами із підвищеною достовірністю прийнятого рішення.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного порівняльного аналізу відомих методів виявлення радіосигналів у суміші із завадами встановлено, що виникає необхідність побудови оптимального фільтру, який би дав змогу за однією реалізацією достовірно виявити корисний радіосигнал.

2. Обґрунтовано модель радіосигналу для задачі виявлення у вигляді адитивної суміші корисного сигналу та завади типу білого гаусівського шуму.

3. Розроблено метод оптимального виявлення радіосигналу у суміші із завадами та метод визначення достовірності прийнятого рішення на базі цифрової узгодженої фільтрації.

4. Розроблено програмне забезпечення оптимального виявлення радіосигналу у суміші із завадами та метод визначення достовірності прийнятого рішення на базі цифрової узгодженої фільтрації.

5. Проведено дослідження над реалізаціями радіосигналів у суміші із завадим з метою тестування розробленого методу оптимального виявлення корисного радіосигналу.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Лакоцький С. Метод верифікації алгоритмів опрацювання радіосигналів в телекомунікаційних системах / С Лакоцький, М.Винницький, Л.Хвостівська // Матеріали V Міжнародної науково-технічної конфції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 1 – 2 лютого 2018 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – С.5.

АНОТАЦІЯ

Лакоцький Степан Васильович. Оптимальна фільтрація радіосигналів з апріорно невідомими параметрами на фоні завад. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі магістра застосовано оптимальний узгоджений цифровий фільтр для достовірного виявлення радіосигналів з апріорно невідомими параметрами на фоні завад при його. Поєднання цифрової узгодженої 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: Оптимальна фільтрація, радіосигнали з апріорно невідомими параметрами на фоні завад, виявлення, білий гаусівський шум, математична модель, моделювання.

ANNOTATION

Lakotskyu Stepan. Optimal filtering of radio signals with a priori unknown parameters against the background of interference. - Manuscript.

Master's diplom work on specialty 172 "Telecommunication and Radio Engineering", Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

In master's diplom work the optimal coordinated digital filter is used for reliable detection of radio signals with a priori unknown parameters in the background of interference with it. The combination of digital coherent filtration with the statistical criterion of Neumann-Pearson made it possible to construct a method of reliable detection

of a useful signal based on its mathematical model in the form of an additive mixture of a discrete useful signal and noise type of white Gaussian noise.

Matlab software has developed a graphical user interface program that allows a coherent filtration process to be used to detect a useful signal in a mixture of noise such as White Gaussian noise.

Keywords: Optimal filtration, radio signals with a priori unknown parameters against the background of noise, detection, white Gaussian noise, mathematical model, modeling.