

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

Бенедюк Святослав Васильович

УДК621.376.24

**МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ КОРИСНОГО СИГНАЛУ У ШУМІ В
КОРОТКОХВИЛЬОВОМУ ДІАПАЗОНІ РАДІОХВИЛЬ**

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: доктор технічних наук,
професор
Яворський Богдан Іванович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук,
доцент кафедри біотехнічних систем
Яворська Євгенія Богданівна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. о 10⁰⁰ 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 роботи. З розвитком радіозв'язку все більше і більше з'являється вчених і експериментаторів, які займаються його покращенням. Яскравим прикладом таких дослідників є радіоаматори-короткохвильовики, котрі проводять зв'язок один з одним з допомогою купованого або саморобного обладнання, тим самим розробляючи нові або удосконалюють існуючі методи, пристрої для зв'язку, а також вивчають вплив різних чинників на якість сигналів і дальність їх розповсюдження.

На сьогоднішній день найбільш актуальними проблемами короткохвильового зв'язку є забезпечення стабільного зв'язку, розробка близької до ідеальної прийомо-передавальної апаратури і антен. Варто відмітити, що заняття радіоаматорством не є дешевим. Для хорошого і якісного зв'язку в короткохвильових діапазонах потрібне обладнання з хорошими параметрами яке коштує недешево, тому звідси з'являється ще потреба в дешевих пристроях з високими параметрами. Галузь радіоаматорства потребує нових розробок, які допоможуть вирішити основні проблеми. Короткі хвилі – це єдині хвилі, які можуть здійснювати зв'язок між будь-якими двома точками на Землі без додаткових ретрансляторів. Цю перевагу можна використати для порятунку людей в місцях, де важко чи взагалі неможливо проводити радіозв'язок будь-якими іншими пристроями.

Особливістю радіоаматорського зв'язку є також використання односмугової модуляції, яка має ряд переваг і недоліків. Самі радіолюбительські короткохвильові діапазони часто переповненні різними сигналами, які створюють завади один одному. Тому для прослуховування станцій потрібні приймачі з хорошими якісними показниками. Найбільше значення в цьому випадку відіграє такий параметр як селективність, яка визначається фільтрами радіоприймача. Конструкція фільтрів доволі довгий залишається майже незмінною – пасивною фільтруючою ланкою. Але оскільки науковий прогрес в галузі розробки нової елементної бази радіосхем не стоїть на місці, і зараз одна мікросхема дозволяє замінити сотні і тисячі транзисторів, причому володіючи не гіршими параметрами за транзисторні схеми, то є можливість покращення старих схем і створення нових на сучасній елементній базі. Теж саме стосується і фільтрів радіоприймачів.

Отже, обґрунтування методу виявлення сигналу з односмуговою модуляцією у шумі в короткохвильовому діапазоні шляхом фільтрування активними смуговими фільтрами є актуальною задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою цієї роботи дослідження й розроблення методів підвищення ефективності завадостійкості і селективності радіоприймачів для прийому односмугових сигналів. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження.
2. Обґрунтувати вибір адекватної математичної моделі для задачі виявлення корисного сигналу у шумі в короткохвильовому діапазоні радіохвиль.
3. Розробити метод виявлення сигналів на основі обґрунтованої

математичної моделі.

4. Провести аналіз отриманих результатів фільтрації досліджень.

Об'єкт дослідження. Процес фільтрації сигналів з використанням фільтрів Баттерворта і Чебишева (виявлення корисного сигналу серед завад, оцінка якості сигналу після фільтрування).

Предмет дослідження. Вивчення поведінки сигналів з односмуговою модуляцією після фільтрації, удосконалення методу виявлення сигналів шляхом їх фільтрації.

Методи дослідження. Побудовано на основі методів спектрально-кореляційного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше представлено телеграфний і радіотелефонний сигнали як математичні моделі періодично-корельованих випадкових сигналів.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані для конструювання і виготовлення радіоприймачів з вбудованими активними фільтрами замість пасивних.

Публікації. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів (Тернопіль 28-29 листопада 2019).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 113 сторінках, списку використаних джерел з 31 назв на 3 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 116 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі 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 «Односмугова модуляція і параметри приймачів, які визначають якість приймання односмугових сигналів» розглянуто метод формування сигналів з односмуговою модуляцією її переваги і недоліки, перераховано проблеми, що виникають при прослуховуванні радіосигналів. Проаналізовано залежність властивостей поширення радіохвиль 40-ка метрового діапазону від пори року і часу доби, вплив різних факторів на прийом сигналів (вимова диктора, параметри приймача). Наведено уже існуючі методи покращення якісних показників радіоприймача

У другому розділі «Обґрунтування математичної моделі телеграфного і радіотелефонного сигналів» проведено аналіз механізму походження телеграфного і радіотелефонного сигналів та обґрунтовано вибір імовірнісної математичної моделі телеграфного і радіотелефонного сигналів з односмуговою модуляцією, а також досліджено їх імовірнісні характеристики.

У третьому розділі «Опис методу виявлення сигналу в короткохвильовому діапазоні» описується які приймачі підходять для виявлення сигналу з односмуговою модуляцією в короткохвильовому діапазоні,

обґрунтовується вибір активних фільтрів для фільтрації сигналів з односмужовою модуляцією і включення їх у схеми радіоприймачів.

У четвертому розділі «Результати виявлення односмужових сигналів з використанням фільтрів» проведено опис виявлення корисних сигналів у шумі в короткохвильовому діапазоні з використанням фільтрів. Використовуючи комп'ютерне моделювання змодельовано смужово-пропускні фільтри, відфільтровано корисні сигнали із зашумлених сигналів. Результати фільтрування показано у вигляді рисунків.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» обґрунтовано вибір радіоприймача Wide-band WebSDR для запису сигналу із ефіру і використання пакету прикладних програм MATLAB для моделювання фільтрів, проведення фільтрації сигналу записаного з приймача Wide-band WebSDR, використання різноманітних функцій для проведення спектрального аналізу сигналів.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що доопрацювання схем приймачів шляхом встановлення активного смужового фільтра приймача є відносно дешевою, так як повна собівартість активного смужового фільтра становить 40,4 грн., при тому що витрата на матеріали становить з них 26,689 грн.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання існуючих випромінювань (електромагнітного, іонізуючого і випромінювання оптичного діапазону), види електротравм і їх вплив на організм людини, захисту від статичної електрики.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, забруднення довкілля, що виникають в результаті виготовлення друкованих плат приладів, заходи щодо зменшення забруднення довкілля.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра досліджено покращення селективності приймачів односмужових сигналів шляхом використання в якості фільтра активного смужового фільтра на операційному підсилювачі. За результатами досліджень можна сказати, що:

1. Внаслідок нестабільності поширення хвиль в КХ діапазоні і їх здатності поширюватися по всій земній кулі за рахунок багаторазового відбивання від іоносфери створюється багато завад від сусідніх радіостанцій. Частотні діапазони відведенні для радіоаматорського зв'язку стають переповненні сигналами.

2. В короткохвильових діапазонах також серйозні завади створюють атмосферні і індустриальні шуми.

3. Сигнали сусідніх радіостанцій, які представляють завади при прийманні, зазнають в тракці радіоприймача додаткових модуляцій, що створює додаткові паразитні канали приймання.

4. Існуючі селективні елементи приймачів вже довгий час залишаються незмінними, як правило це пасивні фільтруючі ланки. На теперішній час створенні активні підсилюючі елементи з майже прецензійними параметрами,

котрі дозволяють розробляти пристрої із набагато кращими параметрами.

5. З допомогою кореляційного аналізу вдалося виявити, що односмугові сигнали представляють за своєю природою періодично-корельовані випадкові процеси, це дозволило описати їх як стохастичну математичну модель.

6. Для прийому ОМ коливань підходять тільки певні типи приймачів.

7. Використання для фільтрації фільтрів Баттерворта і Чебишева дозволяє відфільтровувати корисний сигнал без втрат його частотних складових, оскільки характеристики цих фільтрів близькі до ідеальних характеристик селективних ланок приймачів.

8. Фільтрація смуговими фільтрами Чебишева і Баттерворта дає приблизно однакові результати, що для телеграфного так і для радіотелефонного сигналів.

9. При використанні активних фільтрів на операційних підсилювачах достатньо фільтрів другого порядку з мінімальним коефіцієнтом передачі 9дБ.

10. Введення активних смугових фільтрів в схеми радіоприймачів не потребує великих витрат і є економічно вигідним.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Бенедюк С.В. Метод виявлення корисного сигналу у шумі в короткохвильовому діапазоні радіохвиль / С.В. Бенедюк, Б.І. Яворський // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 28-29 листопада 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 2. — С. 8.

АНОТАЦІЯ

Бенедюк С.В. Метод виявлення корисного сигналу у шумі в короткохвильовому діапазоні радіохвиль. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Роботу присвячено розробленню методу виявлення корисного сигналу у шумі в короткохвильовому діапазоні радіохвиль. Проаналізовано вже існуючі методи фільтрації сигналів, та встановлено, що використання активних смугових фільтрів на операційних підсилювачах дозволить покращити якісні параметри радіоприймачів. Метод фільтрації з використанням фільтрів на операційних підсилювачах простіший у реалізації і стабільніший в роботі. В пакеті прикладних програм MATLAB змодельовано фільтри з потрібними характеристиками і проведено фільтрацію ними зашумлених сигналів.

Ключові слова: односмугова модуляція, радіоаматорський зв'язок, селективність, фільтрація.

ABSTRACT

Benediuk S.V. METHOD FOR DETERMINING USEFUL SIGNAL IN NOISE IN RANGE OF SHORT RADIO WAVES - Manuscript. Master's qualifying

work, Ternopil Ivan Puliuy National Technical University, Ternopil, 2019.

The work is devoted to the development of detection of a useful signal in noise in the shortwave range of radio waves. The existing methods of signals filtering have been analyzed, and it is found that the use of active bandpass filters on operational amplifiers will improve the quality of radio receivers. The filtering method using filters on operational amplifiers is easier to implement and more stable in operation. The application package MATLAB simulates filters with the desired characteristics and filters the noisy signals.

Keywords: single-sideband modulation, amateur radio, selectivity, filtering.