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

Дзяйло Василь Васильович

УДК 654:12

Покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням

8.05090103 – Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2017

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

Керівник роботи: кандидат технічних наук,
доцент кафедри радіотехнічних систем
Дедів Ірина Юріївна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри біотехнічних систем
Шадріна Галина Михайлівна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 лютого 2017 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. Радіозв’язок призначений для передачі інформації на відстані. Принципова відмінність радіосистем передачі інформації полягає в тому, що умови розповсюдження радіохвиль в радіолінії нестаціонарні, тобто можуть змінюватися залежно від часу та частоти при впливах різного роду джерел завад (взаємних, апаратних шумів, природніх завад тощо). Внаслідок таких впливів значна частина повідомлення, яке передається по радіолінії зв’язку, втрачається чи спотворюється, внаслідок чого знижується вірогідність виділення інформації, що попередньо була закодована і передана з допомогою цього повідомлення. Відповідно актуальною технічною задачею є розроблення каналів радіозв’язку з підвищеною завадостійкістю.

На сьогодні, при реалізації каналів завадостійкого радіозв’язку виникає необхідність запровадження нових технічних рішень кодування та наступного виділення корисних сигналів. При цьому поширення сьогодні набув метод частотного мультиплексування (Time Division Multiplexing, TDM), що полягає в розміщенні в межах смуги пропускання каналу декількох каналів з меншою шириною. Власне мультиплексування – це процес ущільнення і передачі двох або більше сигналів (каналів) через один і той же тракт (радіолінію) без взаємного впливу. Це досягається поділом сигналів в часі або по частоті, або за допомогою кодування сигналу таким чином, щоб його міг приймати тільки призначений одержувач. Важливим при цьому є обґрунтування вибору методу кодування для підвищення завадостійкості каналів передачі даних.

Використання методів частотного мультиплексування, а саме методу ортогонального частотного мультиплексування та поєднання його із методом кодового розділення каналів забезпечить більшу вірогідність передавання інформації в системах радіозв’язку. Однак необхідним є обґрунтування процедури такого типу кодування та декодування сигналів, що передаються по каналам радіозв’язку, що і визначає актуальність роботи.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження* є обґрунтування методів покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням. Досягнення цієї мети вимагає розв’язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження;
2. Провести аналіз принципів роботи систем радіозв'язку з кодовим розділенням сигналів та особливостей використання методу розширення спектру сигналів для підвищення завадостійкості переданих сигналів по каналу зв’язку;
3. Обгрунтувати доцільність поєднання методів частотного мультиплексування сигналів із кодовим розділенням для підвищення завадостійкості переданих сигналів по каналу зв’язку
4. Провести аналіз та обґрунтувати критерії вибору псевдовипадкови послідовностей при реалізації методу частотного мультиплексування;

5. Провести моделювання процесу передавання та прийому інформації в каналах зв’язку із ортогональним частотним мультиплексуванням та кодовим розділенням сигналів;

6. Обгрунтувати шляхи покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням

Об'єкт дослідження: процес покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням.

Предмет дослідження: метод покращення характеристик каналів радіозв'язку з використанням частотного мультиплексування та кодового розділення сигналів.

Методи дослідження побудовано на базі статистичної теорії прийняття рішення.

Наукова новизна отриманих результатів. Для забезпечення підвищення завадостійкості каналів передачі даних обґрунтовано доцільність поєднання методів методу частотного мультиплексування та кодового розділення сигналів.

Апробація результатів дисертації. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.)

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 107 сторінках, списку використаних джерел з 26 назв на 3 сторінках, додатків на 4 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 111 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих способів реалізації систем передачі даних по радіоканалу 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 кодового розділення каналів в радіозв’язку» проаналізовано стан проблеми розробки систем такого типу.

Проаналізовано принцип роботи систем радіозв'язку з кодовим розділенням сигналів, зокрема проаналізовано технологію множинного обміну даними CDMA.

Встановлено, що використання технології широкосмугового передавання сигналів характеризується підвищеною стійкістю до дії перешкод та шумів, що діють в радіотракті. Розглянуто особливості використання для передавання інформації сигналів з розширеним спектром та методи розширення спектра сигналів, зокрема метод псевдовипадкової перебудови робочої частоти, розширення спектра методом прямої послідовності та розширення спектра методом лінійної частотної модуляції. Встановлено, що використання другого методу дозволяє забезпечити підвищення ефективності передачі інформації за допомогою модульованих сигналів через канал з сильними лінійними спотвореннями (завмираннями).

Проаналізовано методи мультиплексування даних при кодуванні сигналів, та встановлено, що метод ортогонального частотного мультиплексування дозволяє реалізувати захищений багатоканальний обмін даними.

Для забезпечення підвищення завадостійкості каналів передачі даних обґрунтовано доцільність поєднання методів методу частотного мультиплексування та кодового розділення сигналів.

У другому розділі «Псевдовипадкові послідовності при реалізації методу ортогонального частотного мультиплексування» проведено аналіз характеристик поширених типів псевдовипадкових послідовностей та встановлено, що для забезпечення можливості прийому інформації послідовності, які використовуються для формування каналів радіозв’язку, повинні легко відрізнятися одна від одної. Крім того вони повинні володіти наступними статистичними властивостями: кількість “1” та “0” в послідовності повинна бути близькою або рівною, автокореляційна функція та взаємнокореляційнафункція послідовностей повинні забезпечувати оптимальну кореляційну обробку під час прийому.

Проаналізовано характеристики послідовностей Лежандра, Голда, Касамі, Уолша тащо,та встановлено, що основними критеріями вибору псевдовипадкових послідовностей є мінімум взаємної кореляції послідовностей, максимальна потужність ансамблю послідовностей та складність формування послідовностей.

Цим критеріям найкраще задовольняють псевдовипадкові послідовності Голда та Уолша.

У третьому розділі «Моделювання процесу передавання інформації» розглянуто методи формування, передавання та приймання сигналів з ортогональним частотним мультиплексуванням та проведено моделювання процесу передавання інформації. Змодельомано сигнал з ортогональним частотним мультиплексуванням і кодовим розділенням даних та процес прийому таких сигналів.

У четвертому розділі «Шляхи покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням» обґрунтовано застосування частотного мультиплексування та кодового розділення для організації каналів радіозв’язку на основі використання псевдовипадкових послідовностей Уолша та Голда. Запропоновано спосіб покращення характеристик каналу радіозв’язку.

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 56299,19 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» сформульовані рекомендації по питанням охорони праці пов’язані з екстремальними умовами та впливом шуму, освітленням виробничого приміщення та вентиляцію

виробничих приміщень. У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано заходи захисту від впливу електромагнітного випромінювання на персонал цехів, лабораторій по виготовленню електронної медичної апаратури

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, основні джерела забруднення довкілля, що виникають у результаті виготовлення каналів радіозв’язку, та заходи щодо зменшення забруднення довкілля

У **додатках** наведено приклади поліномів для формування псевдовипадкових послідовностей та коди послідовностей Голда.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв’язано актуальну задачу обгрунтування методів покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням.

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження та встановлено актуальність наукового дослідження;

2. Проаналізовано принцип роботи систем радіозв'язку з кодовим розділенням сигналів. Встановлено, що використання технології широкосмугового передавання сигналів характеризується підвищеною стійкістю до дії перешкод та шумів, що діють в радіотракті. Розглянуто особливості використання для передавання інформації сигналів з розширеним спектром та методи розширення спектра сигналів, зокрема метод псевдовипадкової перебудови робочої частоти, розширення спектра методом прямої послідовності та розширення спектра методом лінійної частотної модуляції. Встановлено, що використання другого методу дозволяє забезпечити підвищення ефективності передачі інформації за допомогою модульованих сигналів через канал з сильними лінійними спотвореннями;

3. Для забезпечення підвищення завадостійкості каналів передачі даних обґрунтовано доцільність поєднання методів частотного мультиплексування та кодового розділення сигналів;

4. Проведено аналіз характеристик поширених типів псевдовипадкових послідовностей та встановлено, що для забезпечення можливості прийому інформації послідовності, які використовуються для формування каналів радіозв’язку, повинні легко відрізнятися одна від одної, кількість логічних нулів та одиниць в послідовності повинна бути близькою або рівною, автокореляційна та взаємно кореляційна фінкції послідовностей повинні забезпечувати оптимальну кореляційну обробку під час прийому. Встановлено, що цим критеріям найкраще задовольняють псевдовипадкові послідовності Голда та Уолша;

5. Проведено моделювання процесу передавання та прийому інформації в каналах зв’язку із ортогональним частотним мультиплексуванням та кодовим розділенням сигналів. Змодельомано сигнал з ортогональним частотним мультиплексуванням і кодовим розділенням даних та процес прийому таких сигналів;

6. Запропоновано спосіб покращення характеристик каналу радіозв’язку шляхом введення в структуру системи передачі пристрою формування групових

сигналів з кодовим розділенням та ортогональним частотним мультиплексуванням, що передбачає використання пристрою формування послідовностей Уолша та Голда.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Дзяйло В.В. Покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням / В.В.Дзяйло, І.Ю.Дедів // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 27.

АНОТАЦІЯ

Дзяйло В.В. Покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 8.05090103 – Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси, Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2017.

Дипломну роботу магістра присвячено питанням покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням. Проаналізовано способи реалізації кодового розділення даних та методів частотного мультиплексування. Проведено математичне моделювання каналів радіозв’язку із частотним мультиплексуванням даних. Обгрунтовано спосіб покращення характеристик каналів радіозв'язку з частотним мультиплексуванням.

Ключові слова: радіозв’язок, сигнал, частотне мультиплексування, кодове розділення даних.

SUMMARY

Dziailo V. Improvements of characteristics of radio communication channels with frequency multiplexing. - Manuscript.

Master's thesis, specializing 8.05090103 - Radioelectronic equipment, systems and complexes, Ivan Pul'uj Ternopil State Technical University, Ternopil, 2017.

Master's thesis is devoted to the questions of improvements of characteristics of radio communication channels with frequency multiplexing. The ways of realization of data code division and frequency multiplexing methods where analyzed. The mathematical modeling of radio communication channels with frequency multiplexing data was done. The way to improve the characteristics of radio communication channels with frequency multiplexing was grounded.

Keywords: radio signal, frequency multiplexing, code division data.