

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Electronică și Telecomunicații

Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice

Admis la susținere

șef departament TSE:

Sava Lilia conf.univ., dr.

_____ 2020
„_____”

**Cercetarea imunitatii la zgomot a unui system de
transmisie de date cu semnale asemanatoare
zgomotului bazate pe coduri Barker compuse invers**

**Исследование помехозащищенности системы
передачи данных с шумоподобными сигналами
на базе обратных композитных кодов Баркера**

Teză de master

Masterand: _____ Cerniciuc Maxim, SCE-191M

Coordonator: _____(Sorochin Gh. Conf.univ.,dr)

Consultant: _____(Șestacova T. Conf.univ.,dr)

Consultant: _____(Gangan S.Conf.univ.,dr)

Chișinău 2020

АННОТАЦИЯ

Тема: “Исследование помехозащищенности систем передачи данных с шумоподобными сигналами на базе обратных композитных кодов Баркера)” представлена на 71 странице и содержит введение, 3 главы, заключение и список используемой литературы.

Ключевые слова: шумоподобный сигнал, псевдослучайная последовательность, код Баркера, автокорреляционная функция, взаимная корреляционная функция.

Анализ прототипа: В магистерской работе выполнен анализ характеристик шумоподобных сигналов: представлена классификация шумоподобных технологий; сделан анализ основных методов расширения спектра и особенности приема сигналов при кодовом разделении каналов.

Оценка полученных результатов: Показано, что в системах передачи данных качество приема и обработки входных сигналов в основном определяется корреляционными свойствами применяемых кодов расширения.

Основное внимание было уделено исследованию корреляционных характеристик ПСП, которые получены на базе кодов Баркера и их модификациях – композитных кодов Баркера заданной длины.

Наблюдения и рекомендации: Показано, что переход от узкополосного информационного сигнала к широкополосному, шумоподобному сигналу значительно увеличивает помехоустойчивость системы, защиту от несанкционированного доступа и улучшает электромагнитную совместимость системы.

Применяемые методы: Заданные ПСП модифицированных кодов Баркера и М – последовательностей были промоделированы в среде Матлаб с использованием библиотеки блоков Симулинк и программным способом. Результаты моделирования показали, что корреляционные характеристики исследованных ПСП совпадают с заданными. Сделаны рекомендации по использованию исследованных ПСП в системах передачи данных.

Экономическая составляющая: В экономическом разделе выполнены расчеты научного эффекта и сметы затрат на выполнение магистерской работы.

ADNOTARE

Tema: „ Cercetarea imunității la zgomot a sistemelor de transmisie a datelor cu semnale asemănătoare zgomotului bazate pe coduri Barker compuse invers_este prezentată la pagina 71 și conține o introducere, 3 capitole, concluzii și listă a literaturii utilizate.

Cuvinte cheie: semnal asemănător zgomotului, răspândirea spectrului, secvențe pseudo-aleatorii, cod Barker, cod Barker modificat, secvență M, funcția de autocorelare, funcția de corelație reciprocă.

Analiza prototipului: În această lucrare de masterului, se efectuează analiza caracteristicilor semnalelor de tip zgomot: se prezintă clasificarea tehnologiilor de tip zgomot; se face analiza principalelor metode de răspândire a spectrului și a caracteristicilor recepției semnalului cu divizarea codului canalelor.

Evaluarea rezultatelor: Se arată că în sistemele de transmisie a datelor calitatea recepției și procesării semnalelor de intrare este determinată în principal de proprietățile de corelație ale codurilor de răspândire aplicate.

Principala atenție a fost acordată studiului caracteristicilor de corelație ale SPA, care au fost obținute pe baza codurilor Barker și a modificărilor lor - coduri Barker compozite de o lungime dată.

Observații și recomandări: Se arată că trecerea de la un semnal de informații cu bandă îngustă la un semnal de bandă largă, asemănător zgomotului, mărește semnificativ imunitatea la zgomot a sistemului, protejează împotriva accesului neautorizat și îmbunătățește compatibilitatea electromagnetică a sistemului.

Metode aplicate: SPA-ul dat al codurilor Barker modificate și al secvențelor M a fost simulat în mediul Matlab folosind biblioteca de blocuri Simulink și în mod programatic. Rezultatele simulării au arătat că caracteristicile de corelație ale SPA studiate coincid cu cele specificate. Se fac recomandări cu privire la utilizarea lățimii de bandă studiate în sistemele de transmisie a datelor.

Componenta economică: În secțiunea economică, sunt efectuate calculele efectului științific și a estimărilor de costuri pentru executarea tezei de master.

ANNOTATION

The topic:“ Research of noise immunity of data transmission systems with noise-like signals based on inverse Barker codes is presented on page 71 and contains an introduction, 3 chapters, conclusion and list of used literature.

Key words: noise-like signal, spectrum spreading, pseudo-random sequence, Barker code, modified Barker code, M - sequences, autocorrelation function, cross-correlation function.

Analysis of the prototype: In this master's work, the analysis of the characteristics of noise-like signals is carried out: the classification of noise-like technologies is presented; the analysis of the main methods of spreading the spectrum and the features of signal reception with code division of channels is made

Evaluation of the results obtained: It is shown that in data transmission systems the quality of reception and processing of input signals is mainly determined by the correlation properties of the applied spreading codes.

The main attention was paid to the study of the correlation characteristics of the PRS, which were obtained on the basis of Barker codes and their modifications - composite Barker codes of a given length.

Observations and recommendations: It is shown that the transition from a narrowband information signal to a wideband, noise-like signal significantly increases the system's noise immunity, protection against unauthorized access, and improves the electromagnetic compatibility of the system.

Applied methods: The given PRS of the modified Barker codes and M - sequences were simulated in the Matlab environment using the Simulink block library and programmatically. The simulation results showed that the correlation characteristics of the studied PRSs correspond to the specified values. Recommendations are made for the use of the investigated PRSs in data transmission systems.

Economic component: In the economic section, calculations of the scientific effect and cost estimates for the master's work are made.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	6
1.	АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМОПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ.....	8
1.1.	Классификация шумоподобных технологий	8
1.2.	Сущность методов расширенного спектра – Spread Spectrum	9
1.3.	Анализ основных методов расширения спектра	10
1.4.	Особенности приема сигналов при кодовом разделении каналов	13
1.5.	Примеры цифровых систем связи с кодовым разделением каналов	15
2.	ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ШУМОПОДОБНЫМИ СИГНАЛАМИ (ОБРАТНЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ КОДЫ БАРКЕРА).....	21
2.1.	Анализ широкополосных сигналов, используемых в системах передачи данных	21
2.2.	Анализ квазиортогональных двоичных последовательностей	23
2.3.	Моделирование генераторов парных комбинаций кода Баркера в среде Matlab	34
2.4.	Расчет помехоустойчивости композитных кодов Баркера	50
2.5.	Охрана жизнедеятельности при выполнении магистерской работы	51
2.5.1.	Описание рабочего места разработчика РЭА	52
2.5.2.	Освещенность рабочего места	56
2.5.3.	Нормирование шума	57
3.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РАСХОДЫ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА	60
3.1.	Определение научного эффекта	60
3.2.	Расчет сметы затрат на выполнение магистерской работы	60
3.3.	Материальные затраты	61
3.4.	Прямые затраты на оплату труда	62

3.5.	Косвенные затраты	62
3.6	Общая сумма затрат	65
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
	БИБЛИОГРАФИЯ	70
	АНЕХА	

ВВЕДЕНИЕ

Новое перспективное направление в системах передачи данных - применение шумоподобных сигналов (ШПС) по сравнению с обычными узкополосными телекоммуникационными системами - обладает рядом преимуществ [1....5].

Шумоподобные сигналы получили применение в широкополосных системах связи, так как: обеспечивают высокую помехозащищенность систем связи; позволяют организовать одновременную работу многих абонентов в общей полосе частот при асинхронно – адресном принципе работы системы связи, основанном на кодовом разделении абонентов; позволяют успешно бороться с многолучевым распространением радиоволн путем разделения лучей; обеспечивают совместимость передачи информации с измерением параметров движения объекта в системах подвижной связи; обеспечивают электромагнитную совместимость (ЭМС) ШСС с узкополосными системами радиосвязи и радиовещания, системами телевизионного вещания, обеспечивают лучшее использование спектра частот на ограниченной территории по сравнению с узкополосными системами связи.

Приемник шумоподобных сигналов осуществляет дополнительную демодуляцию от расширяющего кода (псевдослучайной последовательности - ПСП) для того, чтобы выделить передаваемую информацию. Здесь и проявляются основные отличия приемника, предназначенного для приема ШПС. В обычной схеме, например, для приема дискретной информации типа телеграфного сигнала производится усиление в УРЧ и преобразование частоты (преобразований может быть несколько, это не меняет существа дела). После демодулятора передаваемая информация становится доступной для дальнейшей обработки - прием на слух или передача на печатающее устройство.

Теоретической основой метода приема сигналов с распределенным спектром является корреляция. Процесс корреляции осуществляется в главном узле приемника ШПС, называемом коррелятором. Принципиальная схема коррелятора состоит из балансного смесителя и следующего за ним интегратора или узкополосного фильтра ФНЧ для усреднения. В смесителе принимаемый сигнал умножается на копию ПСП, используемую в передатчике. Настройка заключается в согласовании параметров расширяющей спектр ПСП в передатчике с копией ПСП в приемнике. Главное условие нормальной работы аппаратуры ШПС - строгое согласование частотных и временных параметров, типов модуляции принимаемых и опорных сигналов. Только при этом условии в корреляторе широкополосная модуляция устраняется в полезном сигнале и сохраняется в других. Такое согласование обеспечивает система синхронизации и обнаружения.

В нее могут входить несколько следящих систем фазовой и частотной автоподстройки и система слежения за задержкой.

Корреляцию очень удобно представить как процесс перемножения двух двоичных последовательностей. Если значительное число нулей и единиц и порядок их следования в сравниваемых последовательностях совпадают, то на выходе перемножителя образуется длинная последовательность нулей или единиц, отражающая переданную информацию. Эта последовательность пропускается через узкополосный фильтр. При этом происходит улучшение отношения сигнал/шум на выходе коррелятора по отношению к входу в N раз. В идеальном случае, в условиях полной синхронизации, расширение спектра полностью снимается как есть и после коррелятора можно наблюдать обычную последовательность длинных информационных посылок, как в любой узкополосной системе связи после синхронного детектора.

Такой метод приема определяет основные достоинства применения ШПС. При умножении на опорную копию кода остальные сигналы, модулированные другим кодом, не совпадающим хотя бы по одному параметру (частоте следования битов ПСП, их взаимному расположению, сдвигу начала кодовой последовательности), превращаются в хаотическую последовательность коротких импульсов с широким спектром. В результате через узкополосный фильтр проходит лишь малая часть энергии несогласованных сигналов. Так реализуется механизм кодового разделения. Аналогично узкополосная помеха при таком методе приема также дробится на беспорядочную последовательность коротких импульсов и ослабляется фильтром.

Таким образом, в одном узле обеспечивается как кодовое разделение, так и запас помехоустойчивости по отношению к большому числу помех разного типа. Однако при этом возникает несколько серьезных проблем. Одна из них - точность синхронизации принимаемого сигнала и сигнала генератора кода в приемнике, а, кроме того, необходимо решение ряда других задач, связанных с обнаружением ШПС и вхождением в связь. Тем не менее, все эти проблемы решаются, что обеспечивает реализацию преимуществ применения ШПС.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Варакин, Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 348с. УДК 321.39: 621.391.82.
2. Ипатов, В. П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения: Пер. с англ. М.: Техносфера. 2007. 488 с. ISBN: 978-5-94836-128-4.
3. Solomon, W. Golomb and Guang, Gong. Signal Design for Good Correlation, Cambridge, Cambridge University Press, 2005, 458 p. ISBN: 978-0-51154-690-7.
4. Мазурков, М.И. Системы широкополосной радиосвязи. – О.: Наука и техника, 2009. – 344с. ISBN: 978-966-8335-95-2.
5. Феер, К. Беспроводная цифровая связь, методы модуляции и расширения спектра. Перевод с англ. / Под ред. В.И.Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. ISBN: 5-256-01444-7.
6. Волков, Л.Н., Немировский, М.С., Шинаков, Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учеб. Пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005 – 392 с. ISBN: 5-88405-071-2.
7. Гантмахер, В.Е., Быстров, Н.Е., Чеботарев, Д.В. Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез и обработка —Спб.: Наука и техника, 2005. —400 с. ISBN: 5-94387-158-6.
8. Галкин, В.А. Мобильные системы радиосвязи. Часть 1. Радиоканал: Уч. Пособие. – М.: МИЭТ, 2003. -300 с. ISBN: 5-7256-0333-4.
9. Волинская, А.В., Калинин, П.М. Новые помехоустойчивые сигналы для интеллектуального канала телемеханики // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11-4. – с. 922-926; УДК 656.25; 621.391.82. ISSN: 1812-7339.
10. Банкет, В.Л., Токарь, М.С. Композитные коды Баркера. – Одесса // Цифрові технології, 2007, № 2.- с.8 – 18. ISBN:9215-0365.
11. Максимов, В.В., Чуприна, Р.С. Обратные композитные коды Баркера // Наукові записки УНДІЗ, №1(21), 2012 г. – С.71-76. УДК 621.391.
12. Рахматуллин, А.Ф., Сперанский, В.С. Сравнительный анализ кодовых последовательностей для СШП сигналов //Т – Comm – Телекоммуникации и транспорт.2012. № 9. ISSN: 2072 - 8735.
13. Шестакова, Т., Сорокин, Г. Особенности корреляционных свойств шумоподобных сигналов, The 6thInternational Conference on Telecommunications, Electronics and Informatics. – Chisinau: Tehnica – UTM, 2018, pp. 194-199. ISBN: 978 -9975 – 45 – 540 – 4.
14. POPA, Cristina. Tehnici de modelare și simulare: Aplicații MATLAB / Cristina Popa, Bogdan Doicin. - Ploiești: Editura Universitatii PetrolGaze din Ploiești, 2018. - 161 p; fig., tab. - Bibliogr.: p. 161. ISBN: 978-973-719-729-0.

15. ЗАХАРОВ, С.Г., КАВЕРЗНЕВА, Т.Т. Влияние электромагнитного излучения на жизнедеятельность человека и способы защиты от него. Учебное пособие. – СПТТУ, 1992. УДК 577.346(075).
16. GANGAN, Silvia. Analiza eficienților economice și științifice în tezele de licență și de master. - Chisinau: Tehnica – UTM, 2019.