

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 imunității la perturbații a sistemelor de
transmisie a datelor cu semnale asemănătoare
zgomotului în baza derivatelor funcției Walsh**

**Исследование помехозащищенности систем
передачи данных с шумоподобными сигналами на
базе производных функции Уолша**

Teză de master

Masterand: _____ Antonov Alexandru, gr. 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 производных функций Уолша” представлена на 58 страницах и содержит введение, 3 главы, заключение и список используемой литературы.

Ключевые слова: шумоподобный сигнал, расширение спектра, псевдослучайная последовательность, функция Уолша, производная функция Уолша, автокорреляционная функция, взаимная корреляционная функция.

Анализ прототипа: В магистерской работе выполнен анализ принципов построения многоканальных систем передачи информации (СПИ): с временным, частотным и с разделением каналов по форме сигнала; рассмотрены основные свойства шумоподобных сигналов и сделан анализ методов их обработки; сделан анализ применения в широкополосных системах передачи данных производных функций Уолша в качестве шумоподобных сигналов.

Оценка полученных результатов: Показано, что в системах передачи данных и в системах с кодовым разделением каналов 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 производных функций Уолша 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 производных функций Уолша 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: Teza de master a lui A. Antonov pe tema „Cercetarea imunității la zgomot a sistemelor de transmisie a datelor cu semnale asemănătoare zgomotului în baza derivatelor funcției Walsh” este prezentată pe 58 de pagini și conține o introducere, 3 capitole, o concluzie și o listă a literaturii folosite.

Cuvinte cheie: semnal asemănător zgomotului, răspândirea spectrului, secvență pseudo-aleatorie, funcția Walsh, funcția Walsh derivată, funcție de autocorelare, funcție de corelație reciprocă.

Analiza prototipului: În lucrarea masterului, analiza principiilor construirii sistemelor de transmisie a informațiilor multicanal (STI) a fost efectuată: cu timp, frecvență și cu separarea canalelor în funcție de forma semnalului; se iau în considerare principalele proprietăți ale semnalelor asemănătoare zgomotului și se face analiza metodelor de procesare a acestora; se face analiza aplicării derivaților Walsh funcționează ca semnale asemănătoare zgomotului în sistemele de transmisie de date în bandă largă.

Evaluarea rezultatelor: Se arată că în sistemele de transmisie de date și în sistemele cu diviziune de cod a canalelor, calitatea recepției și procesării semnalelor de intrare este determinată în principal de proprietățile de corelație ale codurilor de răspândire aplicate.

Atenția principală a fost acordată studiului caracteristicilor de corelație ale PSP, care se obțin pe baza derivatelor funcțiilor Walsh 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 date de rețele binare perfecte au fost simulate 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 derivatives of Walsh functions” is presented on 58 pages and contains an introduction, 3 chapters, a conclusion and a list of used literature.

Key words: noise-like signal, spectrum spreading, pseudo-random sequence, Walsh function, derivative Walsh function, autocorrelation function, cross-correlation function.

Analysis of the prototype: In the master's work, the analysis of the principles of constructing multichannel information transmission systems (ITS) was carried out: with time, frequency and with separation of channels according to the signal shape; the main properties of noise-like signals are considered and the analysis of their processing methods is made; the analysis of the application of derivatives of Walsh functions as noise-like signals in wideband data transmission systems is made.

Evaluation of the results obtained: It is shown that in data transmission systems and in systems with code division of channels 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 PSP, which are obtained on the basis of the derivatives of the Walsh functions 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 derivatives of the Walsh functions 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 ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	7
1.1. Анализ принципа построения многоканальных систем с временным разделением каналов	7
1.2. Анализ принципа построения многоканальных систем с частотным разделением каналов	8
1.3. Анализ принципа построения многоканальных систем с кодовым разделением каналов	9
1.4. Принцип работы системы с кодовым разделением каналов	10
1.5. Энергетические соотношения в системах с кодовым разделением каналов	12
1.6. Анализ эффективности использования отведенной полосы частот в системах с кодовым разделением каналов	14
1.7. Преимущества систем с кодовым разделением каналов	16
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ШУМОПОДОБНЫМИ СИГНАЛАМИ НА БАЗЕ ПРОИЗВОДНЫХ ФУНКЦИЙ УОЛША	18
2.1. Анализ свойств широкополосных сигналов	18
2.2. Ортогональные и квазиортогональные двоичные последовательности	19
2.3. Анализ функций Уолша	21
2.4. Моделирование генераторов ПСП производных функций Уолша в среде Matlab	29
2.5. Оценка помехозащищенности производных функций Уолша	39
2.6. Охрана жизнедеятельности при выполнении магистерской работы	41
2.6.1. Защита от электромагнитных излучений	43
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РАСХОДЫ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА.....	47
3.1. Определение научного эффекта	47
3.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	47
3.3. Материальные затраты	48
3.4. Прямые затраты на оплату труда	49

3.5.	Косвенные затраты	49
3.6	Общая сумма затрат	53
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
	БИБЛИОГРАФИЯ	58
	АНЕХА	

ВВЕДЕНИЕ

Практика построения современных систем передачи информации показывает, что наиболее дорогостоящими звеньями каналов связи являются линии связи: кабельные, волноводные и световодные, радиорелейные и спутниковые и др. Поскольку экономически нецелесообразно использовать дорогостоящую линию связи для передачи информации между единственной парой абонентов, то возникает проблема построения многоканальных систем передачи, в которых одна общая линия связи уплотняется большим числом индивидуальных каналов. Этим обеспечивается повышение эффективности использования пропускной способности линии связи [1, 2, 4, 6].

Чтобы разделяющие устройства в приемных устройствах многоканальной системы могли различать сигналы отдельных каналов, для них должны быть определены соответствующие признаки, присущие только данному сигналу (каналу). Такими признаками в случае непрерывной модуляции могут быть частота, амплитуда, фаза, в случае дискретной модуляции еще и форма сигнала.

Многоканальные системы передачи информации (МСПИ), осуществляющие одновременную и независимую передачу сигналов по одной линии связи и использующие принцип ортогонального разделения сигналов - разделения по форме (МСПИ РФ), привлекли повышенное внимание разработчиков современной аппаратуры связи.

Новейшая аппаратура мобильной связи CDMA компании QUALCOMM Incorporated использует в качестве канальных сигналов функции Уолша и обеспечивает пропускную способность в 10-20 раз выше, чем у аналоговых систем AMPS (American Advanced Mobile Phonesystem) и втрое выше, чем у других технологий цифровой радиосвязи.

В настоящее время в многоканальных системах передачи информации, как правило действуют различные мешающие факторы – ненормированные и нестабильные во времени частотные характеристики канала передачи из-за многолучевого распространения и отражения радиоволн, аддитивные и мультипликативные помехи с неизвестными законами распределения.

По этим причинам высокоэффективные системы передачи должны обладать малой чувствительностью к неравномерности частотных характеристик канала связи и импульсным помехам, а также способностью адаптивно перераспределять энергию группового сигнала в полосе частот канала с целью исключения неблагоприятных для передачи участков полосы частот используемого канала связи. Этим требованиям лучшим образом отвечают МСПИ РФ, использующие системы сигналов, которые должны

обладать определенными корреляционными свойствами – шумоподобные сигналы (ШПС).

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Варакин, Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 348с. УДК 321.39: 621.391.82.
2. Мазурков, М.И. Системы широкополосной радиосвязи. – О.: Наука и техника, 2009. – 344с. ISBN: 978-966-8335-95-2.
3. Solomon, W. Golomb, Guang, Gong. Signal Design for Good Correlation, Cambridge, Cambridge University Press, 2005, 458 p. ISBN: 978-0-51154-690-7.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Бессарабова, А.А., Венедиктов, М.Д., Ледовских, В.И. Разделение каналов по форме в широкополосных системах передачи информации: Учеб.пособие. – 2-е изд., испр. и доп. [БЕССАРАБОВА, А.А., ВЕНЕДИКТОВ, М.Д., ЛЕДОВСКИХ, В.И. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2006. 102 с. УДК 621.396.49.
8. Галкин, В.А. Мобильные системы радиосвязи. Часть 1. Радиоканал: Уч. Пособие. – М.: МИЭТ, 2003. -300 с. ISBN: 5-7256-0333-4.
9. Никитин, Г.И. Применение функций Уолша в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов. - С – Петербург.: СПбГУАП, 2003. – 86 с. УДК 62.391.2.
10. Беспалов, М.С., Скляренко, В.А. Функции Уолша и их приложения. – Владимир; Изд-во ВлГУ, 2012. – 35 с. ISBN: 978-5-9984-0310-1.
11. Popović, V. M. Optimum sets of interference-free sequences with zero autocorrelation zones // IEEE Transact. on Information Theory. 2018. Vol. 64, N 4. P. 2876—2882. DOI:10.1109 / TIT.2017.2780229
12. Сенин, А.И. Корреляционные свойства последовательностей, построенных на основе M-последовательностей и последовательностей Уолша. – М.: Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Сер.Приборостроение, №5, 2014, с.88-97. ISBN: 0236-3933.
13. Рахматуллин, А.Ф., Сперанский В.С. Сравнительный анализ кодовых последовательностей для СШП сигналов //Т – Comm – Телекоммуникации и транспорт.2012. № 9. ISSN: 2072 - 8735.

14. Шестакова, Т., Сорокин, Г. Особенности корреляционных свойств шумоподобных сигналов, The 6th International Conference on Telecommunications, Electronics and Informatics. – Chisinau: Tehnica – UTM, 2018, pp. 194-199. ISBN: 978 -9975 – 45 – 540 – 4.
15. POPA, Cristina. Tehnici de modelare și simulare: Aplicații MATLAB /Popa, Cristina., Doicin,Bogdan. - Ploiești: Editura Universitatii PetrolGaze din Ploiești, 2018. - 161 p; fig., tab. - Bibliogr.: p. 161. ISBN: 978-973-719-729-0.
16. ЗАХАРОВ, С.Г., КАВЕРЗНЕВА, Т.Т. Влияние электромагнитного излучения на жизнедеятельность человека и способы защиты от него. Учебное пособие. – СПИТУ, 1992. УДК 577.346 (075).
17. GANGAN, Silvia. Analiza eficiențelor economice și științifice în tezele de licență și de master. - Chisinau: Tehnica – UTM, 2019.