

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Лебедевич
Маргарита Анатольевна

Алгоритм обеспечения структурной скрытности информационного потока
на основе широкополосного сигнала

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 80 02 «Радиотехника, в том числе системы и устройства
радионавигации, радиолокации и телевидения»

Научный руководитель
Дубровский Василий Викторович
Доцент, канд. физ.-мат. наук

Минск 2017

Библиотека БГУИР

Нормоконтроль

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается стремительное развитие радиосистем передачи данных. Постоянно растущие требования к скорости и объему передаваемой информации склоняют разработчиков таких систем к использованию широкополосных каналов связи. Одновременно с этим растет потребность более эффективно использовать радиочастотный спектр для обеспечения возможности доступа к информационным ресурсам новых пользователей.

Системы на основе ШПС получили широкое распространение во многих областях радиотехники благодаря своим свойствам. Благодаря устойчивости к помехам и интерференциям эти системы применяются в сетях передачи информации, в том числе и со множественным доступом (*CDMA*, *WCDMA*, *Wi-Fi*). Снижения плотности энергии позволяют построить системы спутниковой навигации (*GPS* и ГЛОНАСС) на основе ШПС. Высокая разрешающая способность по времени делает возможным применение ШПС в системах точной локации и позиционирования. Эти системы получили широкое распространение в военных областях и коммерческих системах.

Толчком к развитию систем передачи, и в частности методов широкополосной передачи послужило повышение общего количества радиоэлектронных систем, занимающих определенный диапазон частот, ухудшение электромагнитной обстановки, ужесточение требований к радиоэлектронной аппаратуре систем передачи информации (СПИ).

В настоящее время к системам передачи информации предъявляются высокие требования к безопасности передаваемой по открытым каналам связи информации. Безопасность характеризует способность системы связи противодействовать уничтожению, изменению или несанкционированному получению информации. Термин «безопасность» касательно современных систем передачи информации (СПИ) принимается в широком смысле:

- Защита от несанкционированного доступа к передаваемым данным
- Структурная скрытность последовательности символов
- Спектральная и энергетическая эффективность сигнально – кодовой конструкции

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что одной из наиважнейших задач при разработке системы с расширением спектра является синтезирование алгоритма формирования и обработки сигнала, обеспечивающего вышеперечисленные требования.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель данной работы: синтезирование алгоритма генерации ансамбля последовательности с приемлемыми характеристиками; синтезирование квазиоптимального алгоритма обработки сигнала на фоне помех; выявление параметров нелинейной системы, при которых обеспечивается приемлемый коэффициент ВКФ.

Задачи исследования: повышение энергетической эффективности сигнально-кодовой конструкции, обеспечения малости взаимокорреляционной функции (ВКФ) нескольких последовательностей, обеспечения малости боковых лепестков автокорреляционной функции (АКФ).

Для выполнения поставленных задач необходимо провести обзор широкополосных сигналов, их преимущества по сравнению с другими видами сигналов, изучить виды кодовых последовательностей и их корреляционные свойства, синтезировать квазиоптимальное устройство приема и передачи на основе ШПС, рассмотреть характеристики широкополосной системы на основе помехоустойчивости для различных характеристик системы. По результатам исследований сделать выводы и сформировать рекомендации по улучшению характеристик.

Объект исследования: объектом исследования является телекоммуникационная система, функционирующая в условиях действия помех.

Предмет исследования: алгоритм оптимальной обработки ШПС.

Личный вклад автора выражен в самостоятельном исследовании:

- синтезировании алгоритма генерации ансамбля последовательностей с приемлемыми характеристиками;
- влияния различных параметров нелинейной системы на корреляционные свойства сигналов
- работы системы ШПС при разных уровнях помех.

Экономическая значимость результатов диссертации обуславливается потенциальным улучшением современных широкополосных систем и как следствие улучшением экономической составляющей таких систем.

Социальная значимость результатов диссертации состоит во внедрении результатов диссертации в учебный процесс БГУИР для студентов по дисциплинам: радиотехнические системы передачи информации, теория радиосистем.

Материалы диссертации выкладывались в тезисном виде на 53-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 2017 и на международной конференции, проводимой в Туркменском государственном институте транспорта и связи, Ашхабад, 2017.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показано, в чем заключается научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Системы связи с ШПС занимают особое место среди различных систем связи, что объясняется их свойствами. Во-первых, они обладают высокой помехозащищенностью при действии мощных помех. Во-вторых, обеспечивают кодированную адресацию большого числа абонентов и их кодовое разделение при работе в общей полосе частот. В-третьих, они обеспечивают совместимость приема информации с высокой достоверностью и измерения параметров движения объекта с высокими точностями и разрешающими способностями. Все эти свойства систем связи с ШПС были известны давно, но, поскольку мощности помех были относительно невысоки, а элементная база не позволяла реализовать устройства формирования и обработки в приемлемых габаритах, то долгое время системы связи с ШПС широкого развития не получали. К настоящему моменту положение резко изменилось.

В Главе 1 приводятся особенности ШПС, методы ШПС, основные свойства расширяющих последовательностей ШПС, основные свойства возможности ШПС, преимущества ШПС по сравнению с другими видами радиосигналов.

В Главе 2 исследованы основные методы расширения спектра сигналов, получены корреляционные, спектральные и статистические свойства сигналов, сделан вывод о более выгодном использовании метода прямого расширения спектра с практической точки зрения.

В Главе 3 синтезированы алгоритмы генерации М-последовательности, последовательности Голда, кода Касами, оценены качественные показатели расширяющих спектр последовательностей, синтезирован генератор хаос-последовательности, исследованы качественные показатели генерируемой им последовательностей при различных его параметрах.

В Главе 4 синтезирована структурно-функциональная схема квазиоптимального устройства демодуляции сигнала, получено семейство кривых помехоустойчивости при модуляции хаос-последовательностью при различных параметрах генератора.

В заключении описаны основные результаты, полученные в ходе выполнения работы, приведены достоинства и недостатки синтезированной структурно-функциональной схемы, сделан вывод о достижении поставленных в работе задач.

Библиотека БГУИР

ВЫВОДЫ

В результате проведенных диссертационных исследований получены следующие основные результаты.

Широкополосные системы передачи информации в радиосвязи играют одну из важнейших ролей, а их усовершенствование является острой необходимостью в свете вечно ускоряющегося роста технологий. В частности такой актуальной необходимостью является защита от несанкционированного доступа к передаваемым данным, структурная скрытность последовательности символов, а так же спектральная и энергетическая эффективность сигнально-кодовой конструкции в системах радиосвязи с ШПС. Поэтому для исследования изучались спектральные и энергетические свойства различных методов ШПС, корреляционные свойства псевдослучайных последовательностей и хаос-последовательностей, помехоустойчивость системы связи при расширении с помощью хаос-последовательности в однопользовательской и многопользовательской системе.

Наиболее выгодной с точки зрения практической реализации является фазоманипулированная ШПС. Это подтверждается ее высокой пропускной способностью, и поскольку данная система по результатам эксперимента требовала наименьшей спектральной плотности мощности, энергетической эффективностью. Хорошие характеристики АКФ и ВКФ свидетельствуют о легкости ее детектирования.

При исследовании ПСП было выявлено, что наилучшей АКФ обладает М-последовательность, а наилучшей ВКФ обладает код Касами. Это означает, что М-последовательность наиболее эффективна для упрощения синхронизации, а код Касами наиболее эффективен для избегания интерференции между пользователями и упрощения кодового разделения. В качестве альтернативы решено было использовать хаос-последовательность, поскольку она обладает качественными свойствами как АКФ, так и ВКФ. Эти свойства сохраняются при изменении параметров генератора хаос-последовательности.

По результатам исследования существующих теоретических данных о ШПС и результатам, полученным в ходе экспериментальной части, можно смело утверждать об их значительной помехоустойчивости. В первую очередь это проявляется в скрытности радиосигнала как структурной, так и энергетической. Сигнал как бы “размывается” по частотному спектру на фоне шумов и становится незаметен для постороннего наблюдателя. Чтобы выделить такой сигнал необходимо полностью достоверно знать закон, по которому передается ШПС, а именно – полную последовательность ПСП, использующуюся в модуляции. ШПС имеет хорошую устойчивость к белому шуму и шумоподобным помехам и может однозначно быть определен на приемной стороне посредством АКФ, поскольку на приемной стороне будет известен полный закон поведения радиосигнала. Эти свойства сохраняются и в многопользовательской среде.

Полученная система имеет свои достоинства и недостатки, описанные в выводах к работе, но полученная система имеет высокий потенциал по применению и использованию и заслуживает дальнейших исследований и разработки.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1 – А.] Лебедевич М.А., Алгоритм обеспечения структурной скрытности информационного потока на основе широкополосного сигнала / М.А. Лебедевич // Международная конференция Туркменского государственного института транспорта и связи – Ашхабад, 2017.

[2 – А.] Лебедевич М.А., Алгоритм обеспечения структурной скрытности информационного потока на основе широкополосного сигнала / М.А. Лебедевич // 53-я научно-техническая конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР – Минск, 2017.

[3 – А.] Лебедевич М.А., Алгоритм обеспечения структурной скрытности информационного потока на основе широкополосного сигнала / М.А. Лебедевич // XV Белорусско-российская научно-техническая конференция «Технические средства защиты информации» – Минск, 2017.