

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

УДК \_\_\_\_\_

Безрученко  
Дмитрий Александрович

Цифровые приемники радиостанций тактической связи

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии

по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

---

Научный руководитель

Матюшков А.Л.

---

---

Минск 2018

## ВВЕДЕНИЕ

При разработке современных систем передачи информации встает проблема обеспечения надежной связи в условиях организованных и непреднамеренных помех, многолучевого распространения радиоволн, а так же осуществления скрытности и конфиденциальности информации. Особенно это касается военной сферы, а именно, средств связи тактического назначения. Наилучшие результаты в указанных условиях могут быть получены при использовании в средствах передачи информации сигналов с расширением спектра.

Основные принципы известных методов расширения спектра сигналов, отражающие их физическую сущность, можно сформулировать так: расширение спектра есть способ передачи, при котором сигнал занимает полосу частот более широкую по сравнению с полосой, минимально необходимой для передачи информации. Расширение полосы частот сигнала обеспечивается специальным кодом, который не зависит от передаваемой информации. Для последующего сжатия полосы частот сигнала и восстановления данных в приемном устройстве также используется специальный код, аналогичный коду в передатчике средства передачи информации и синхронизированный с ним.

Одним из основных методов расширения спектра, широко применяемым в современных средствах передачи информации, является псевдослучайная перестройка рабочей частоты (ППРЧ). Системы радиосвязи с ППРЧ на сегодняшний день не обеспечивают необходимые параметры, сильно подвержены средствам радиоборьбы, так как существующие решения позволяют оперативно зафиксировать параметры ППРЧ, с последующим определением типов радиосредств и их расположения для дальнейшей постановки помех или нанесения удара. Так же сигнал с ППРЧ хорошо заметен по многочисленным мерцающим всплескам амплитуды. Поэтому наиболее перспективным направлением развития военной радиосвязи является развитие радиосвязи с шумоподобными сигналами. Использование шумоподобных сигналов обеспечивает безопасность передачи информации ввиду невозможности приема сигналов без знания структуры псевдослучайных последовательностей, используемых при генерации шумоподобных сигналов. Спектральная плотность мощности шумоподобного сигнала оказывается на уровне спектральной плотности мощности шума и ниже, что обеспечивает скрытность, что является критически важным параметром системы связи тактического назначения. Благодаря свертке по спектру частот шумоподобного сигнала на приеме по своему собственному псевдослучайному закону,

мешающие сигналы развертываются по спектру частот и слабо влияют на прием полезного. Таким образом, повышается помехоустойчивость.

В качестве примера радиостанций тактической связи можно привести разработки, входящие в состав радиосистемы JTRS (Joint Tactical Radio System).

Основным элементом радиостанции является приемник. Поэтому целью данной работы является разработка цифрового приемника радиостанций тактической связи, отвечающего всем вышеперечисленным требованиям.

Для достижения данной цели необходимо изучить существующие технические решения, провести имитационное моделирование, разработать структурную схему.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

*Цель данной работы:* разработка структурной схемы цифровых радиоприемников шумоподобных сигналов.

*Задачи исследования:* исследовать существующие реализации цифровых приемников радиостанций тактической связи. Провести имитационное моделирование системы связи с заданными параметрами в среде MATLAB. Дать сравнительную оценку энергетической скрытности систем тактической радиосвязи с применением шумоподобных радиосигналов и сигналов с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. Разработать структурную схему цифровых радиоприемников шумоподобных сигналов.

Для разработки новых решений, отвечающих современным требованиям тактической радиосвязи, необходимо проанализировать существующие реализации, определить их достоинства и недостатки.

*Объект исследования:* радиоприемный тракт цифрового приемника радиостанций тактической связи.

*Предмет исследования:* помехоустойчивость и энергетическая скрытность приемника шумоподобных сигналов цифровой радиостанции тактической радиосвязи при различных базах сигнала.

Личный вклад автора выражен в самостоятельном исследовании:

- исследование энергетического выигрыша при обработке шумоподобных сигналов.

Материалы диссертации выкладывались в тезисном виде на 54-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, г. Минск, 2018г.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении и актуальности темы диссертации показано, какие проблемы существуют на данный момент в исследуемой теме, ее актуальность и необходимость проведения исследований в данном направлении.

При разработке современных систем передачи информации встает проблема обеспечения надежной связи в условиях организованных и непреднамеренных помех, многолучевого распространения радиоволн, а так же осуществления скрытности и конфиденциальности информации. Особенно это касается военной сферы, а именно, средств связи тактического назначения.

Невозможно переоценить актуальность исследований и необходимость внедрения новейших разработок, касающихся военной сферы.

В главе 1 описываются и изучаются современные решения, их достоинства, недостатки. Так же, в рамках данной главы идет речь об ошибке пеленга, энергетической скрытности сигнала, алгоритме формирования и декодирования шумоподобных сигналов.

В главе 2 описываются параметры системы связи, осуществляется обзор используемого инструмента, а так же описание блоков, используемых в процессе моделирования. Далее, в данной главе осуществляется моделирование системы связи с заданными параметрами, по итогам которого делаются выводы о необходимости использования шумоподобных сигналов для систем тактической радиосвязи.

В главе 3 проводится сравнительная оценка энергетической скрытности систем тактической радиосвязи с применением шумоподобных сигналов радиосигналов и радиосигналов с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты.

В главе 4 описывается разработанная структурная схема цифровых радиоприемников шумоподобных сигналов. Происходит описание алгоритма работы схемы.

На основе полученных результатов делается их анализ. По итогам проведенной работы делается заключение.

## ВЫВОДЫ

Задачами данной работы было исследовать существующие реализации цифровых приемников радиостанций тактической связи, провести имитационное моделирование системы связи с заданными параметрами, провести сравнительную оценку энергетической скрытности системы тактической радиосвязи с применением радиосигналов с ППРЧ и ШПС. На основании полученных результатов разработать структурную схему цифровых приемников шумоподобных сигналов радиостанций тактической радиосвязи.

Для выполнения поставленных задач были изучены существующие реализации цифровых приемников тактической радиосвязи, показаны их недостатки, описаны достоинства систем связи с шумоподобными сигналами и алгоритм формирования и детектирования шумоподобных сигналов, приведены результаты имитационного моделирования и сравнительной оценки энергетической скрытности систем тактической радиосвязи.

Результаты проведенного имитационного моделирования системы связи с заданными параметрами и результаты, полученные в ходе сравнительной оценки энергетической скрытности систем тактической радиосвязи с применением шумоподобных сигналов и сигналов с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты, показывают эффективность использования шумоподобных сигналов для достижения энергетической скрытности и помехоустойчивости систем связи военного назначения.

В результате анализа существующих решений приемников тактической радиосвязи, обобщения их достоинств и недостатков, результатов, полученных в ходе проведения имитационного моделирования и результатов, полученных в ходе сравнительной оценки энергетической скрытности систем тактической радиосвязи, была разработана структурная схема цифровых приемников тактической радиосвязи и описан алгоритм ее работы.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[А-1.] Безрученко Д.А. Исследование энергетического выигрыша при обработке ШПС с разной базой. /Безрученко Д.А., Матюшков А.Л.// 54-я научно-техническая конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

[А-2.] Безрученко Д.А. Разработка структурной схемы приемника с ШПС. /Безрученко Д.А., Матюшков А.Л.// 54-я научно-техническая конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.