

Большая избыточность кода обеспечивает максимальное расширение спектральной плотности мощности сообщения, а использование кода с нулевой диспаратетностью – равномерное распределение спектральной плотности мощности по частотному спектру.

Использование широкой полосы частот передаваемого сигнала и равномерное его распределение по спектру позволяет значительно увеличить помехозащищенность и минимизировать уровень его. Сообщения передаются ниже уровня шума, что позволяет скрыть сам факт передачи информации и вхождения в связь. Также использование широкополосного сигнала позволяет успешно бороться с короткими замираниями в радио тракте.

Использование кодового уплотнения также увеличивает помехозащищенность и количество каналов связи. Информация при кодовом уплотнении передается в разных каналах одновременно и на одной частоте, что позволяет максимально расширить частотный спектр канала. Количество каналов связи зависит от разрядности модулируемой кодовой комбинации (разрядности псевдослучайной последовательности), также от разрядности псевдослучайной последовательности зависит и ширина частотного спектра канала. Система, в которой будет использоваться разрабатываемый приемник, использует в качестве псевдослучайной последовательности четверичнокодированную последовательность (ЧКП) значности 16. Это значит, что количество одновременно работающих каналов, которое может обеспечить система, равно  $2^{\frac{16}{2}} = 2^8 = 256$ . Также полоса частот увеличивается в 16 раз.

В настоящее время на вооружении в ВС РБ стоит система радиосвязи Nytera. Система новая и позволяет выполнять большой объем задач. В системе связи Nytera используются каналы с полосой частот 12,5кГц, а излучаемая мощность достигает 50В, а это достаточно много. В свою очередь система, в которой будет использоваться разрабатываемый передатчик, обеспечивает полосу канала 16МГц, что на порядок увеличивает помехозащищенность, и излучаемую мощность 0.266Вт, что значительно увеличивает энергетическую скрытность на той же дальности работы (30 км)

Таким образом был разработан передатчик для системы связи с высокой помехозащищенностью, оперативностью обмена информацией и энергетической скрытностью, что делает систему практически не уязвимой для подразделений РЭБ и РТР противника.

Список использованных источников:

1. Карпушкин, Э. М. Радиосистемы передачи информации / Э. М. Карпушкин // Уч. метод. пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по специальности "Радиоэлектронные системы". – Минск, 2008. – 62 с.
2. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б.Скляр. – Лос-Анджелес: Вильямс, 2003. – 1104 с

## КВАЗИНЕПРЕРЫВНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ РЛС

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Роля А.В.*

*Червяков П.С.*

Технические характеристики современных РЛС во многом определяются используемым зондирующим сигналом. Его выбор и обоснование структуры является сложной задачей поиска компромисса между большим количеством противоречивых требований. Например, обеспечение однозначности измерений в больших диапазонах дальностей и радиальных скоростей требует применения сложномодулированных сигналов с большой базой, обеспечивающей возможность получения сигнала с низким уровнем боковых лепестков функции неопределенности. В то же время, необходимость работы РЛС на одну приемо-передающую антенну не позволяет применять непрерывные сигналы с большой базой. Использование квазинепрерывного режима работы за счет ортогональной коммутации приемника и передатчика РЛС специальным сигналом развязки приводит к трансформации принимаемых отраженных сигналов и, соответственно, к изменениям их функции неопределенности.

Сопутствующие квазинепрерывному режиму работы РЛС возрастающие боковые лепестки функции неопределенности на частотах, кратных частоте повторения сигнала развязки, являются трудноустраняемыми, что фактически ограничивает рабочую зону по оси доплеровских частот. Целью данной работы является поиск, разработка и исследование методов обработки сигналов, обеспечивающих увеличение рабочей зоны РЛС по допустимому значению радиальных скоростей обнаруживаемых целей. Предметом исследования являются модельно-параметрические методы, обладающие высокой разрешающей способностью по частоте и допускающие многосегментную обработку без существенного ухудшения основных показателей качества. Проведенные в ходе дипломного проекта исследования позволяют сделать вывод о том, что многосегментный алгоритм обработки сигналов может рассматриваться как самостоятельный алгоритм совместного обнаружения и оценивания частотных параметров сигналов, отраженных от скоростных целей. Полученные характеристики позволяют считать его квазиоптимальным по отношению к согласованной обработке в задачах обнаружения. В то же время он обладает свойством высокого разрешения-обнаружения и высокой помехоустойчивостью к сосредоточенным по спектру и узкополосным помехам.

Список использованных источников:

1. Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. и др. Радиотехнические системы./Под ред. Ю.М. Казаринова.-М.: Высшая школа, 1990.
2. Винокуров В.И., Генкин В.А., Калениченко С.П. и др. Морская радиолокация./Под ред.В.И. Винокурова.-Л.: Судостроение, 1986.
3. Теоретические основы радиолокации. Под ред. Ширмана Я.Д. Учебное пособие для вузов. М., изд-во «Советское радио», 1970.
4. Ширман Я.Д. Разрешение и сжатие сигналов. М., «Сов. радио», 1974.
5. Ширман Я. Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. М.: Радио и связь, 1981.
6. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы.-М.: Сов. радио, 1971.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Савчик П.А.*

*Мачихо И.О. – начальник цикла кафедры связи*

Для того, чтобы в сложной динамичной боевой обстановке не стать легкой мишенью для противника, необходимо уметь метко стрелять. Однако этого еще недостаточно. Кроме того, что метко, необходимо уметь стрелять быстро, иногда не целясь, а навскидку, из различных положений. Вопрос жизни и смерти военнослужащего порой решают мгновения: в живых остается лишь тот, кто первым точно выстрелит. Накопленный отечественный и зарубежный опыт подтверждает, что в ходе обучения этому большим подспорьем может стать использование различных приспособлений и тренажеров, изготовленных на основе инновационных технологий. Одним из таких тренажеров является лазерный тир.

Принцип действия тренажера достаточно прост. В ствол стрелкового оружия вставляется миниатюрный лазерный излучатель. В момент удара курка срабатывает датчик. Лазерный луч попадает в светоотражающую мишень, и обучаемый видит на ней яркую вспышку красного цвета в месте поражения «световой пулей». В усложненных моделях тренажеров - лазерных стрелковых комплексах (ЛСК) - точка попадания на мишени фиксируется телевизионной камерой, подключенной к компьютеру, и отображается на экране монитора. Одновременно с помощью активных колонок происходит имитация звука выстрела. Камера фотоприемника служит для синхронизации работы комплекса.

Лазерная насадка может устанавливаться на ПМ, АК, АКМ, РПК, СВД или с помощью специальных узлов крепления на оружие другого калибра. Лазерный тир можно использовать на занятиях по тактико-специальной подготовке и рукопашному бою при отработке приемов против противника, вооруженного огнестрельным оружием. Одно из преимуществ автономных тренажеров еще и в том, что они позволяют организовать занятия по огневой подготовке в любом помещении или на улице, днем и ночью, используя самые различные методики.

В ходе практических занятий преподаватели контролируют правильность прицеливания в момент выполнения слушателем выстрела. Для этого используется возможность тренажера показывать реальное изображение мишени и точки попадания после произведенного выстрела. А чтобы контролировать и сам процесс прицеливания, применяем специальную лазерную насадку, дающую луч в невидимом человеческим глазом спектре. Преподаватель наблюдает, в какой части мишени стрелок начинает наводить оружие, какую траекторию описывает рука с оружием при прицеливании, в какой части мишени находится ствол оружия до «выстрела», во время него и после. С помощью лазерных тренажеров на 25-30 процентов ускоряется как процесс обучения слушателей первичным стрелковым навыкам, так и процесс их совершенствования. Они позволяют обеспечивать индивидуализацию обучения, способствуют качественному улучшению контроля над действиями обучаемых, значительно снижают материальные расходы, во многом упрощают организацию занятий.

В армиях наиболее развитых иностранных государств, особенно в армии США, в конце 1970-х годов приступили к оснащению подразделений сухопутных войск электронными тренажерами и различными имитаторами стрельбы в целях совершенствования учебной материально-технической базы войск. Причем разработчикам этих тренажеров ставились конкретные и довольно сложные технические задачи, главная из которых - обеспечить обучение военнослужащих применительно к реальным боевым условиям, чтобы каждый солдат, офицер имел возможность «почувствовать» свое оружие «в деле»: испытать отдачу пистолета или автоматической винтовки, услышать звук стрельбы. Важной задачей, которую удалось успешно решить, было и то, что разработчики тренажеров научились варьировать в ходе обучения сложностью учебно-боевых задач в зависимости от уровня подготовки личного состава и разъяснять ошибки в действиях военнослужащих, а при необходимости многократно воспроизводить ранее смоделированную обстановку. Причем после приобретения обучающимися необходимых навыков тренажерные комплексы должны были быть готовы создавать новые, более сложные боевые ситуации. Этим достигалась непрерывность в процессе обучения военнослужащих.

Конкретным примером тренажера может служить разработка отечественных инженеров – интерактивный лазерный тир «Рубин». Он основывается на подаче сигнала от лазерного излучателя, устанавливающего в любом оружии. При помощи проектора на экран проецируются как статистические, так и динамические цели. Главное достоинство данного интерактивного тира – широкий спектр возможностей для моделирования различных практических ситуаций, связанных с быстро изменяющейся обстановкой, расстояниями до цели и положениями стреляющего. Это позволяет отрабатывать различные тактические приемы и правила при