

летающих с любых направлений со скоростью до 700 м/с на дальности до 12 км и высоте до 10 км в любых погодных условиях, днем и ночью. Высокая боевая эффективность также достигается за счет совершенно нового алгоритма взаимодействия между машинами, работающими в паре. Они активно обмениваются боевой информацией, сами распределяют цели между собой. Системы полностью автоматизированы. Боевая машина комплекса базируется на колесном шасси, производимом на Минском заводе колесных тягачей.

Как показала практика проведения полевых выходов и боевых стрельб, в том числе и на полигонах Российской Федерации, этот комплекс способен выполнять все поставленные перед ним задачи. Стрельбы были выполнены на оценки «хорошо» и «отлично», что подтверждает те характеристики, которые в него заложены. Комплекс имеет колесное шасси, поэтому очень мобилен. А время развертывания боевой машины — всего несколько минут. Подготовка специалистов для ЗРК «Тор-М2» осуществляется в Военной академии Республики Беларусь.

Командующий ВВС и войсками ПВО Вооруженных Сил Беларуси генерал-майор Олег Двигалев сообщил, что наша страна продолжит закупку зенитного ракетного комплекса «Тор-М2».

На данный момент в республике создан полноценный дивизион на основе трех батарей. До 2020 года планируется закупить еще несколько образцов данного типа вооружения.

Список использованных источников:

1. Белорусская военная газета «Во славу Родины».

## ПРИЕМНИК УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ

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

*Грипич А.А.*

*Хоменок М.Ю. – канд. техн. наук, профессор*

На современном этапе ведения боевых действий управление воинскими частями либо подразделениями является решающим фактором успеха, количество и качество войск и оружия, и в значительной степени определяет успех в решении боевой задачи. Соотношение возможностей управления сторон – не менее важный показатель, чем соотношение боевых сил и средств. Повышение скрытности обмена сигналами боевого управления повышает живучесть управления в целом. Поэтому организация своевременной, достоверной и безопасной связи является первоочередной задачей развития войск связи.

При современном высоком техническом оснащении армий развитых государств средствами радиоэлектронной борьбы важное значение приобретает такое свойство связи, как ее безопасность. Противник обоснованно предпринимает усилия по доступу к процессу доставки сообщений и содержащейся в них информации в целях получения секретных и других важных сведений, по искажению или уничтожению передаваемой информации, вводу ложной информации. Достижение любой из этих целей, а тем более всех их в комплексе, позволяет противнику в значительной степени снизить эффективность управления войсками и тем самым поставить под сомнение успех боя в целом. Для того чтобы успешно противостоять этим действиям противника, связь должна отвечать требованиям по безопасности. Безопасность связи характеризует способность связи противостоять несанкционированному получению, уничтожению или изменению информации в ходе ее передачи, хранения и обработки в системе связи, а также вводу в систему связи ложной информации. Именно поэтому применение системы связи с расширенным спектром на основе технологии *UWB* рассматривается наиболее целесообразным.

Формирование сигнала на физическом уровне происходит на основе схемы импульсного радио, используя ограниченные по полосе частот импульсы.

Для передачи данных выделено три диапазона частот:

- от 249,6 до 749,6 МГц;
- от 3,1 до 4,8 ГГц;
- 6 – 10,6 ГГц.

Сверхширокополосный сигнал передаваемый узлом сети, построенной в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4a выражается формулой

$$S(t) = \sum_k S^{(k)}(t),$$

где  $S^{(k)}(t)$  - форма передаваемого сигнала в течение  $k$ -ого символического интервала.

В сверхширокополосной связи кодирование информации в последовательности ультракоротких импульсов можно осуществить несколькими способами:

- фазоимпульсной модуляцией;
- амплитудной импульсной модуляцией;
- двухпозиционной фазовой модуляцией.

При фазоимпульсной модуляции (*Pulse Position Modulation, PPM*) кодирование информации происходит за счет временного сдвига между импульсами. К примеру, нулевому биту может соответствовать импульс, передаваемый раньше опорного, а единичному биту — позже опорного. Пример показан на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Фазоимпульсная модуляция

При амплитудной импульсной модуляции (*Pulse amplitude modulation*) информация кодируется путем изменения амплитуды передаваемых импульсов. Пример показан на рисунке 1.2. При использовании большего количества возможных значений амплитуд импульсов возможно повышение информационной скорости передачи, то есть кодирование нескольких бит в одном передаваемом символе.



Рисунок 1.2 – Амплитудноимпульсная модуляция

При двухпозиционной фазовой модуляции (*Bi-phase modulation*) для кодирования используются два типа импульсов: прямой и инверсный. Пример показан на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Двухпозиционнофазовая модуляция

Поле данных делится на символы, структура символа изображена на рисунке 3. Символ состоит из целого числа временных интервалов, в течение которых передается пакет  $N_{burst}$  длительностью  $T_{burst}$ . Длительность символа  $T_{sym} = T_{burst} \cdot N_{burst}$ . В пределах длительности пакета может быть передано  $N_{cpb}$  импульсов длительностью  $T_c$ . Длительность пакета в соответствии с этим:  $T_{burst} = T_c \cdot N_{cpb}$ . Символьный интервал делится на два временных интервала, каждый длительностью  $T_{BPM} = \frac{T_{sym}}{2}$ , в одном из которых может передаваться пакет. Длительность пакетного интервала меньше чем  $T_{BPM}$ . Временной интервал длительностью  $T_{BPM}$  в свою очередь разделяется на два интервала: первый состоит из  $N_{hop} = \frac{N_{burst}}{4}$  позиций длительностью  $T_{burst}$ , в которых может передаваться пакет импульсов, второй интервал – защитный.

Сверхширокополосные импульсы передаются в одном из интервалов длительностью  $T_{BPM}$  в пределах сигнального интервала. Два информационных символа  $b_0^{(k)}$ ,  $b_1^{(k)}$  и код скачкообразной перестройки по времени определяют позицию пакета в пределах длительности символа.  $b_0^{(k)}$  определяет в первом или во втором символьном интервале расположен пакет, а код скачкообразной перестройки по времени определяет позицию пакета в пределах данного сигнального интервала, эта позиция может изменяться от символа к символу, в соответствии с кодом.  $b_1^{(k)}$  используется для фазовой модуляции пакета.

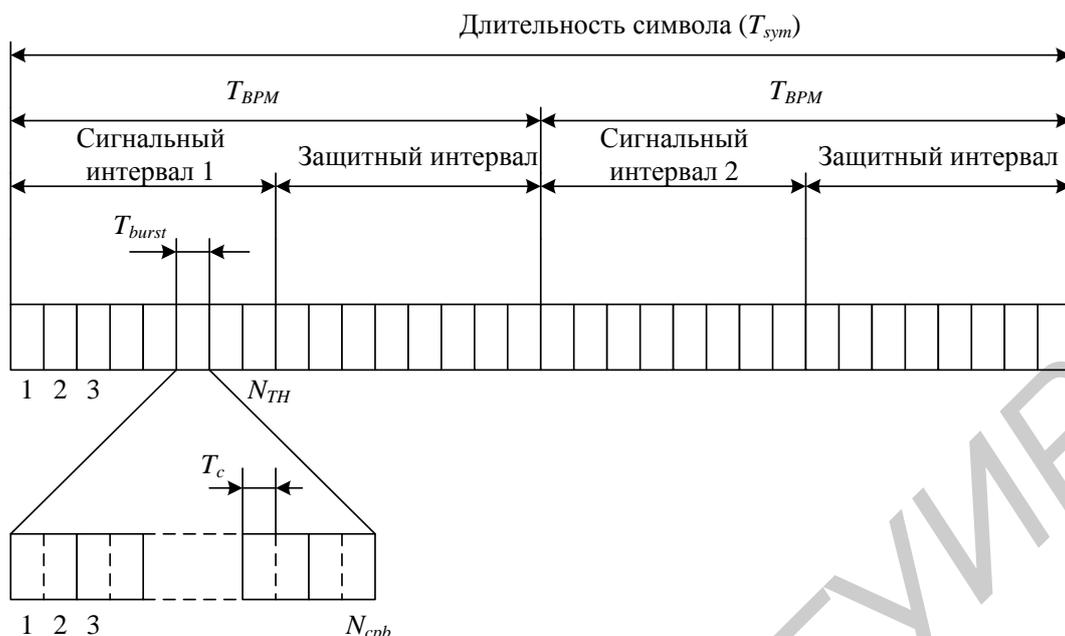


Рисунок 1.4 – Структура символа

Основное достоинство UWB-систем заключается в скорости передачи информации. Однако по причине низкой спектральной плотности сигналов скорость передачи данных в технологии *UWB* сильно зависит от расстояния между приемником и передатчиком и составляет порядка 400-500 Мбит/с на расстоянии до 5 м. Ограниченный радиус действия, сочетающийся с высокой скоростью передачи, определяет возможный круг использования технологии *UWB*. Прежде всего она может найти широкое применение в качестве средства передачи данных между компьютером и периферийными устройствами. В частности, высокая скорость передачи позволяет передавать цифровые изображения и даже видео в реальном времени между различными устройствами. Кроме того, технология *UWB* может использоваться для организации персональных беспроводных локальных сетей, в которых несколько радиоточек доступа обеспечат передачу данных между любыми узлами.

Для создания моделей был использован язык технических вычислений MatLab, а также встроенная в него система динамического моделирования Simulink.

В ходе разработки был проведен анализ технологий расширения спектра, произведен сравнительный анализ беспроводных технологий доступа, на основе которых возможна работа приемника, и разработаны структурная, функциональная и принципиальная схемы.

Можно сделать вывод, что использование данного типа приемника улучшает следующие параметры:

- уменьшение мощности передатчика;
- помехозащищенность;
- эффективное использование полосы частот;
- защита передаваемой информации.

Список использованных источников:

1. Скляр, Б. М. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б.М.. Скляр. // дом Вильямс, 2003 – 1106 с.
2. Варакин, Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л.Е. Варакин – М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТАКТИКИ ОБЩЕВОЙСКОВОГО БОЯ

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

Громов Д.О., Криштопчик Д.В.

Круглов С.Н. – начальник цикла кафедры ТиОВП

Тактика — это учение о бое. Она охватывает теорию и практику подготовки и ведения боевых действий подразделениями, частями и соединениями всех родов войск.

Тактика подразделяется на общую тактику и тактику родов войск.