

## ЦИФРОВАЯ РАДИОСИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ КОМАНД ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ ЭНЕРГЕТИКИ

И.И. ЗАБЕНЬКОВ, Н.Н. ИСАКОВИЧ, Д.А. ЕНЬКОВ, С.Л. ЖДАНОВ,  
А.И. ЗАБЕНЬКОВ, В.А. НЕЧАЕВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
zabenkov@bsuir.by*

Цифровая аппаратура передачи команд и данных предназначена для передачи и приема сигнала на радиочастоте по высоковольтным линиям электропередачи. Она обеспечивает прием команд релейной защиты, их передачу, прием и вывод принятых команд. Аппаратное обеспечение данной системы передачи является универсальным и спроектировано таким образом, что функциональность системы, алгоритм ее работы определяется полностью только используемым программным обеспечением, изменение которого может полностью изменить облик и структуру системы.

*Ключевые слова:* Цифровые приемники и передатчики, аппаратура передачи команд и данных.

Цифровая аппаратура передачи команд и данных по высоковольтным линиям предназначена для передачи и приема сигнала на радиочастоте по высоковольтным линиям электропередачи. Система обеспечивает режим работы, позволяющий осуществлять прием сигналов команд от внешних источников, передачу их по ЛЭП с помощью радиосигнала, прием и вывод принятых команд. Аппаратное обеспечение данной системы передачи является универсальным и спроектировано таким образом, что функциональность системы, алгоритм ее работы определяется полностью только используемым программным обеспечением, изменение которого может полностью изменить облик и структуру системы.

Разработанная модульная организация по принципу коммуникации через стандартные интерфейсы аппаратура состоит из следующих модулей: блока оптронов, блока реле, цифровых передатчика и приемника и микроконтрольного блока управления.

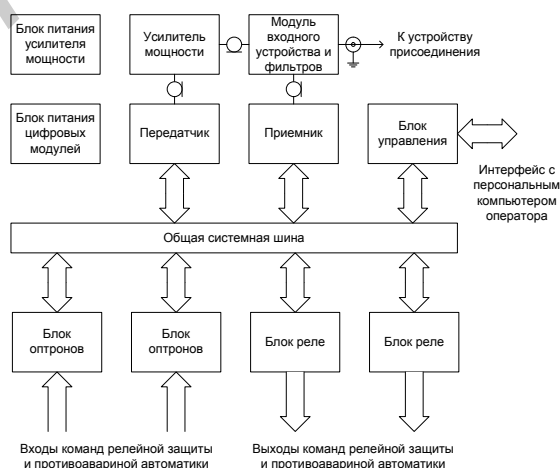


Рис. 1. Структурная схема радиосистемы

В состав аппаратуры входят модули, обеспечивающие аналоговую обработку сигнала, сопряжение с линией связи и не имеющие цифровых интерфейсов. Структурная радиосистемы изображена на рис. 1.

Передача системой команд осуществляется радиосигналом с ОБП модуляцией, а передача данных цифровой 8 PSK модуляцией. При использовании режима ОБП ширина спектра видеочастот модулирующего сигнала составляет 2 кГц. Минимальное число тонов, необходимых для передачи 32 команд при двухтональном кодировании составляет 9. Передача команд является самой важной функцией, к которой предъявляются жесткие требования по параметрам надежности передачи и времени передачи. Надежность передачи характеризуется двумя следующими показателями: вероятностью ложной тревоги; вероятностью пропуска команды, из которых первый является приоритетным. Под временем передачи команды понимается промежуток времени между фиксацией поступившей команды на входе системы и фиксацией переданной по каналу связи команды на выходе системы, которое для данной системы составило 17-20мсек. Команды передаются системой по каналу связи радиосигналом с аналоговой модуляцией тональными частотами, в отличие от данных, которые передаются радиосигналом с цифровой модуляцией 8PSK. При выборе способа надежной передачи команд учитывалось следующее: сигналы с цифровой модуляцией и символьной передачей по каналу связи требуют символьной и кадровой синхронизации, которая очень подвержена воздействию импульсных помех, представляющих наибольшую угрозу надежности передачи по ЛЭП. Можно показать, что при одинаковой мощности сигнала тональных частот и сигнала с любой другой модуляцией выигрыш в ОСШ составит 10 дБ.

Прием сигнала в цифровом приемнике системы ведется с помощью квадратурного преобразователя частоты вниз. Дальнейшая обработка в канале каждой тональной частоты выглядит следующим образом (рис. 2.)

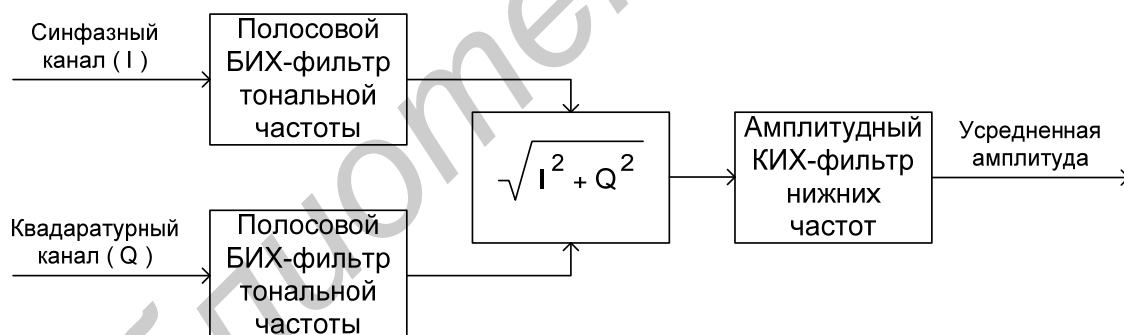


Рис. 2. Структура приемника тональной частоты

Важную роль в обеспечении безопасного и надежного приема команд играет алгоритм их демодуляции и декодирования. В приемнике используются подсистемы быстродействующей АРУ, ШОУ, цифровой децимации принимаемого радиосигнала и декодирования по Витерби.

Аппаратура выпускается серийно и установлена на многих электрических подстанциях республики.