

УДК 681.532

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ПУСКА ПРИ КОРРЕЛЯЦИОННОМ ДЕКОДИРОВАНИИ ПСЕВДОШУМОВОГО СИГНАЛА

Е. А. Храбров, В. Н. Гарбуз

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Применение псевдошумовых сигналов в системах синхронизации позволило по-новому решить задачу вхождения в синхронизм в случае смещения частоты принимаемого сигнала из-за нестабильности или высокого уровня шумов в канале передачи сигнала. Коэффициент автокорреляции одиночного псевдошумового сигнала, заданного на интервале  $0-T$ , имеет боковые лепестки, амплитуда которых не превышает  $\frac{1}{\sqrt{N}}$ , где  $N$  – число отсчетов псевдошумового сигнала ( $M$ -последовательности). Такие свойства  $M$ -последовательности используются в одном из основных принципов декодирования сигнала синхронизации – так называемом корреляционном декодировании последовательного действия. Сущность этого принципа в следующем: двоичная последовательность с выхода приемника сравнивается с эталонной, генерируемой в устройстве, и если число совпадений превысит заданный уровень, то выдается сигнал о приеме псевдослучайного сигнала. Ошибка измерения времени появления сигнала при его обработке рассмотренным методом пропорциональна длительности сигнала на выходе фильтра, т. е. интервалу корреляции сигнала  $\tau_k = \tau_u$ , иначе говоря она равна периоду следования отсчетов  $M$ -последовательности. В современных системах синхронизации символы  $M$ -последовательности модулируют фазу передаваемой частоты, частота следования символов  $M$ -последовательности обычно имеет порядок единиц килогерц, и поэтому несинхронность срабатывания устройств составляет десятые доли миллисекунд. Для уменьшения несинхронности срабатывания можно увеличить частоту следования символов  $M$ -последовательности, однако это удорожит приемник.

Для уменьшения несинхронности срабатывания авторами предлагается следующее. С выхода приемника передаваемый с сейсмической станции фазоманипулированный сигнал поступает на фазовый детектор, который работает следующим образом: при фазе сигнала на входе от  $0$  до  $180^\circ$  на выходе фазового детектора – логическая единица, и, соответственно, при фазе на входе от  $180^\circ$  до  $360^\circ$  – на выходе логический нуль. Сигнал с выхода фазового детектора по стробу выборки следующего отсчета псевдослучайной последовательности поступает на вход корреляционного декодирующего устройства. Стробы выборки следующего отсчета следуют с частотой в  $n$  раз больше частоты следования псевдослучайной последовательности. В случае, когда значения фазоманипулированного сигнала близки к нулю, соотношение сигнал – шум также будет близко к нулю, несмотря на значительный размах сигнала на выходе приемника, и вероятность искажения символов значительно возрастет. Отсчеты, соответствующие амплитудному значению сигнала фазового пуска, будут искажены шумом меньше и вероятность искажения в таком случае будет значительно снижена. Каждый принятый отсчет сохраняется в оперативной памяти, и затем производится цифровая корреляция отсчетов принятого сигнала и эталонной псевдослучайной последовательности, хранящейся в флэш-памяти устройства. При превышении числа совпадений над установленным порогом срабатывания декодер выдает на следующую ступень количество совпадений эталонной и приходящей последовательностей. Наибольшее число совпадений соответствует фазе сигнала  $90^\circ$ , и

именно момент прихода этой реализации служит началом фазового пуска и на приемной стороне и на передающей. Несинхронность данного способа декодирования в  $n$  раз меньше, чем обычного корреляционного декодирования, но требует в  $n$  раз более мощных вычислительных мощностей устройства при одинаковой частоте следования символов  $M$ -последовательности.