

разрядом первой буквы — функции Y_8 , затем за первым разрядом второй буквы закрепляется функция Y_9 и т. д.

В соответствии с таким закреплением отображение кодовой комбинации слова «код» в ортогональном базисе на множестве ортогональных кусочно-постоянных функций будет определено как:

$$\text{код} \rightarrow \mathbf{11101010 \ 11001110 \ 11000100} \rightarrow Y_8 Y_7 Y_6 Y_4 Y_2 Y_{16} Y_{15} Y_{12} Y_{11} Y_{10} Y_{24} Y_{23} Y_{19}$$

Далее ортогональные сигналы, отображенные множеством ортогональных кусочно-постоянных функций, поступают на сумматор, на выходе которого формируется сложный составной многоуровневый сигнал, форма которого однозначно определяет передаваемые символы естественного алфавита. Для примера рассмотрена передача только трех семантических символов, однако теоретически число таких символов неограниченно. На практике автором реализована система теледоступа, передающая в едином временном интервале одновременно 15 семантических символов естественного алфавита.

Для случая передачи слова «код» сложный составной суммарный сигнал будет определен как: $\sum Y_i \rightarrow -3; -3; -5; -1; -3; 1; -1; 7; 1; 1; -1; 3; 1; -3; 3; 3; 3; -3; 1; -1; -5; -3; -3; -5; -5; -3; 1; -1; 3; 5; 13$.

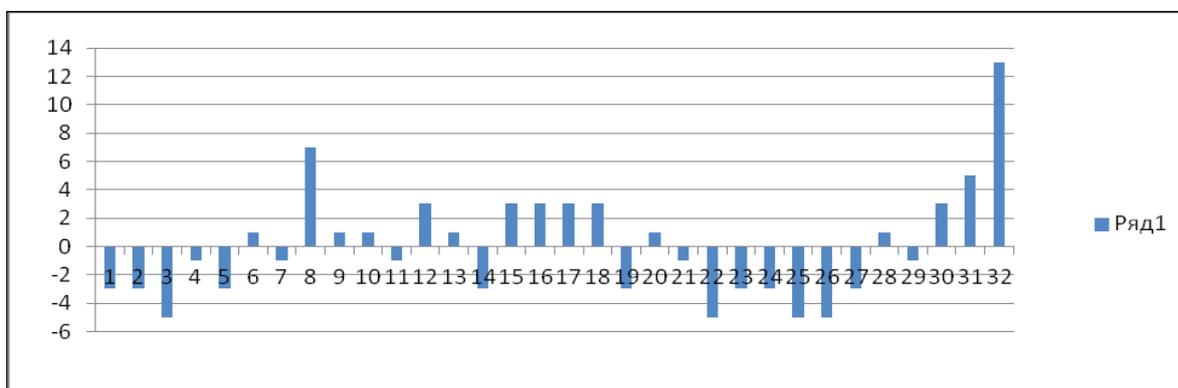


Рис. 1. Гистограмма формы сложного составного многоуровневого суммарного сигнала, отображающего слово «код»

На рис. 1 представлена форма сложного составного суммарного сигнала, отображающего Windows-код слова «код» в ортогональном базисе. В этом случае функция отображения сложного составного суммарного сигнала однозначно определяет параллельную кодовую комбинацию слова «код».

Таким образом, произошло преобразование параллельного кода вычислительного комплекса в ортогональное множество и на его основе формирование формы составного сигнала, отображающего множество передаваемых символов естественного алфавита в одном временном интервале. В последующем для передачи такого сигнала к получателю производится его преобразование с помощью аналого-цифрового преобразователя в двоичный код. Так как число уровней сложного составного суммарного сигнала, состоящего из множества кусочно-постоянных ортогональных сигналов, математическими моделями которых является кусочно-постоянное ортогональное множество Уолша, определяется удвоением числа ортогональных сигналов в системе теледоступа с уплотнением и разделением сигналов по форме $N = 2Y_n$, то для случая 31 ортогонального сигнала число уровней будет составлять 64, и значения этих уровней будут лежать в пределах от -31 до +31. Следовательно, для отображения каждого уровня в виде двоичной кодовой комбинации потребуется 6 бит, что связано с введением определенной кодовой избыточности. Для уменьшения кодовой избыточности предлагается осуществлять следующие преобразования [2, 3]:

- модифицировать ортогональное кусочно-постоянное множество Уолша за счет изменения пределов изменения ортогональных функций $\Delta = -1 \vee +1$ в пределы $\Delta = 0 \vee +1$ без нарушения условия ортогональности;



Для модифицированного множества Уолша семантическое слово «код» будет иметь отображение в виде сложного составного суммарного многоуровневого сигнала, представленного на рис. 3.

$$\sum Y_i \rightarrow 0\ 4\ 6\ 8\ 6\ 8\ 8\ 8\ 8\ 8\ 8\ 6\ 6\ 8\ 6\ 6\ 5\ 5\ 7\ 5\ 5\ 7\ 7\ 7\ 3\ 7\ 7\ 9\ 7\ 9\ 7\ 7$$

Для преобразования формы сложного составного суммарного сигнала модифицированного ортогонального кусочно-постоянного множества Уолша в двоичные кодовые комбинации необходимо составить таблицу преобразования «уровень — двоичный код» (аналогично преобразованию «аналог — цифра»).

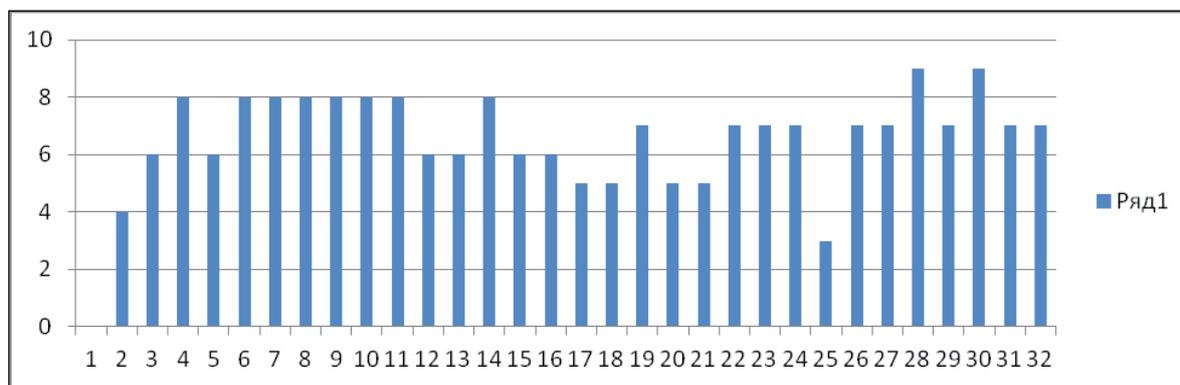


Рис. 2. Гистограмма формы сложного составного многоуровневого суммарного сигнала, отображающего слово «код», на основе модифицированного множества Уолша

Для примера примем последовательное закрепление двоичных кодовых комбинаций за уровнями сложного составного суммарного сигнала.

0 → 0000; 1 → 0001; 2 → 0010; 3 → 0011; 4 → 0100; 5 → 0101; 6 → 0110; 7 → 0111; 8 → 1000; 9 → 1001; 10 → 1010; 11 → 1011; 12 → 1100; 13 → 1101; 14 → 1110; 15 → 1111.

В этом случае семантическое слово «код» после преобразования в ортогональное множество, а затем в двоичный код будет иметь следующее отображение:

«код» → 0000 0100 0110 1000 0110 1000 1000 1000 1000 1000 1000 0110 0110
 1000 0110 0110 0101 0101 0111 0101 0101 0111 0111 0111 0011 0111 0111
 1001 0111 1001 0111 0111.

Полученная кодовая комбинация имеет определенную кодовую избыточность по отношению к Windows-кодировке, однако обладает высокой степенью устойчивости к разрушающему воздействию помех и несанкционированному восприятию и распознаванию, так как в этом случае каждый бит кодовой комбинации не принадлежит строго отдельному семантическому символу, а принадлежит одновременно всем передаваемым символам одного цикла.

Высокая степень помехоустойчивости определяется не только спектральными свойствами ортогональных сигналов, но и оптимальной обработкой по В. А. Котельникову таких сигналов приемными корреляционными устройствами.

В отличие от классической схемы корреляционной обработки сложного составного суммарного многоуровневого сигнала, состоящего из множества ортогональных сигналов, отображающих одновременно разрешенное количество символов естественного алфавита, при обработке модифицированного ортогонального множества операция интегрирования заменяется на операцию алгебраического суммирования. Операция умножения суммарного сигнала на каналные опорные сигналы, вырабатываемые генератором ортогональных опорных сигналов, выполняется со следующими ограничениями и допущениями:

$$0 \times 0 = 0; 0 \times a = -a; 1 \times 1 = 1; 0 \times 1 = 0.$$



На первом шаге преобразований приемник системы теледоступа производит преобразования двоичного кода в числовые значения суммарного многоуровневого сигнала в соответствии с заданной таблицей преобразования. Например, для принятого слова «код» $\rightarrow \sum Y_i \rightarrow 0\ 4\ 6\ 8\ 6\ 8\ 8\ 8\ 8\ 8\ 6\ 6\ 8\ 6\ 6\ 5\ 5\ 7\ 5\ 5\ 7\ 7\ 7\ 3\ 7\ 7\ 9\ 7\ 9\ 7\ 7$.

Затем числовые значения суммарного и опорных сигналов поэлементно перемножаются в соответствии с введенными ограничениями и допущениями. Например, при выделении восьмого разряда первого семантического символа «к» необходимо умножить суммарный сигнал на значение Y_8 , а затем полученные значения просуммировать.

$$\sum Y_i \rightarrow 0\ 4\ 6\ 8\ 6\ 8\ 8\ 8\ 8\ 8\ 6\ 6\ 8\ 6\ 6\ 5\ 5\ 7\ 5\ 5\ 7\ 7\ 7\ 3\ 7\ 7\ 9\ 7\ 9\ 7\ 7$$

$$Y_8 \rightarrow 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1$$

$$\sum Y_i \times Y_8 \rightarrow 0\cdot4\cdot6\cdot8\cdot6\cdot8\cdot8\cdot8\cdot8\cdot8\cdot6\cdot6\cdot8\cdot6\cdot6\cdot5\cdot5\cdot7\cdot5\cdot5\cdot7\cdot7\cdot7\cdot3\cdot7\cdot7\cdot9\cdot7\cdot9\cdot7\cdot7 = 16.$$

То есть если в суммарном сигнале присутствует сигнал, соответствующий значащему разряду «1» распознаваемого символа, то на выходе канального корреляционного устройства формируется сигнал, равный значению 16. В случае, если значение разряда распознаваемого символа будет равно «0», то на выходе канального корреляционного устройства сформируется «0».

Например, в символе «К» пятый разряд равен нулю, следовательно:

$$\sum Y_i \rightarrow 0\ 4\ 6\ 8\ 6\ 8\ 8\ 8\ 8\ 8\ 6\ 6\ 8\ 6\ 6\ 5\ 5\ 7\ 5\ 5\ 7\ 7\ 7\ 3\ 7\ 7\ 9\ 7\ 9\ 7\ 7$$

$$Y_5 \rightarrow 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0$$

$$\sum (\sum Y_i \times Y_5) \rightarrow 0\cdot4\cdot6\cdot8\cdot6\cdot8\cdot8\cdot8\cdot8\cdot8\cdot6\cdot6\cdot8\cdot6\cdot6\cdot5\cdot5\cdot7\cdot5\cdot5\cdot7\cdot7\cdot7\cdot3\cdot7\cdot7\cdot9\cdot7\cdot9\cdot7\cdot7 = 0.$$

Таким образом, производится распознавание элементов кодовых комбинаций семантических символов, отображенных в ортогональном базисе модифицированного ортогонального множества Уолша, что, в свою очередь, приводит к сокращению кодовой избыточности ортогонального кодирования в системах теледоступа к вычислительным ресурсам с уплотнением и разделением канальных сигналов по форме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Макаров В. Ф., Нечаев Д. Ю. Методы защиты информационной инфраструктуры экономических систем. Монография. М., 2011. — 196 с.
2. Макаров В. Ф. и др. Устройство для приема телевизионных сигналов. Патент на изобретение № 2144741. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ. 2000.
3. Макаров В. Ф. и др. Устройство для передачи телевизионных сигналов. Патент на изобретение № 2131646. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ. 2000.

REFERENCES:

1. Makarov V. F., Nechaev Yu. D. Methods of protection of information infrastructure and economic systems. Monograph. M., 2011. — 196 p.
2. Makarov V. F. et al. A device for transmission of television signals. Patent № 2144741. Registered in the state register of inventions of the Russian Federation. 2000.
3. Makarov V. F. et al. A device for transmission of television signals. Patent № 2131646. Registered in the state register of inventions of the Russian Federation. 2000.

