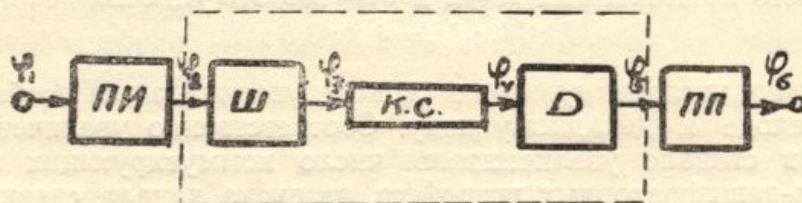


## СЕЛЕКЦИЯ ИСКАЖЕНИЙ КОДО-ИМПУЛЬСНОЙ ТЕЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Г. М. Бутаев

Кодо-импульсная телеизмерительная система состоит из элементов, через которые сигнал телеизмерения передается в приемный прибор.

На рисунке 1 приведена структурная схема кодо-импульсной телеизмерительной системы.



Структурная схема кодо-импульсной телеизмерительной системы.

Первичный измеритель ПИ преобразует измеряемую величину  $\varphi_1$  во входное воздействие  $\varphi_2$  на шифратор Ш. Шифратор Ш преобразует  $\varphi_2$  в кодированный сигнал  $\varphi_3$ , состоящий из ряда импульсов различных видов.

Кодированный сигнал подается на вход канала связи К. С. и далее — на вход дешифратора Д. В дешифраторе входной сигнал  $\varphi_4$  преобразуется в некодированный сигнал  $\varphi_5$ , удобный для воспроизведения приемным прибором ПП. Приемный прибор регистрирует принятые значения телеизмеряемой величины. В каждом из этих элементов передаваемый сигнал может быть искажен.

Рассматривая собственно телеизмерительные элементы системы, обведенные на рисунке 1 пунктирной рамкой, необходимо считаться с возможностью:

- а) неверного кодирования сигнала шифратором,
- б) искажения кодированного сигнала в канале связи,
- в) неверного декодирования сигнала дешифратором.

Во всех этих случаях искаженный сигнал, проходя в приемный прибор, вызовет погрешность телеизмерения.

В некоторых телеизмерительных системах на приемном пункте выделяют и исключают искаженные сигналы, применяя числовые и групповые защиты. Однако применение числовых и особенно групповых защит требует существенного ограничения числа кодовых комбинаций и увеличения вследствие этого числа импульсов в сигналах. Так, например, для селекции искажений числа импульсов в сигнале из всех

$$M_0 = (K + 1)^{N_0} \quad (1)$$

комбинаций, которые можно получить из  $N_0$  импульсов  $K$  видов, для телепередачи отбирают только

$$M_1 = K^{N_0} \quad (2)$$

комбинаций с числом импульсов в комбинации, равном  $N_0$ . Эти комбинации образуют комбинаторный код.

Для селекции видовых и части комбинационных искажений применяют декадный код, составленный из еще меньшего числа

$$M_2 = 10^{\frac{N_0}{10}} \quad (3)$$

комбинаций по  $N_0$  импульсов в сигнале, разбитых на  $\frac{N_0}{10}$  групп.

Увеличение числа импульсов в сигнале при передаче одного и того же числа  $M = M_0 = M_1 = M_2$  сигналов кодом на все комбинации, комбинаторным кодом и декадным кодом можно определить из следующего отношения<sup>1</sup>, полученного из (1), (2) и (3).

$$N_0 : N_1 : N_2 = \lg_{k+1} M : \lg_k M : 10 \lg M. \quad (4)$$

Для часто применяемых  $K=2$  и  $M=100$  это отношение

$$N_0 : N_1 : N_2 = 4,2 : 6,6 : 20.$$

Как видно, число импульсов в сигнале увеличивается особенно сильно при переходе к декадному коду. Соответственно увеличению числа импульсов в сигнале увеличивается число коммутирующих элементов шифраторно-дешифраторных устройств, загрузка канала связи и уменьшается скорость передачи сигналов телеизмерения. Кроме того, увеличение числа импульсов в сигнале ведет к уменьшению надежности работы шифраторно-дешифраторных устройств и увеличению вероятности искажения сигналов при телепередаче по каналу связи.

Для сравнительной оценки вероятностей неискаженной передачи сигналов различных кодов с числом импульсов в сигнале  $N_0$ ,  $N_1$  и  $N_2$  примем вероятность искажения одного импульса при передаче по заданному каналу связи при некоторых определенных условиях равным  $\beta$ .

Тогда вероятность неискаженной передачи того же импульса будет

$$\omega = 1 - \beta,$$

а вероятность неискаженной передачи  $N$  импульсов

$$W = (1 - \beta)^N = \omega^N. \quad (5)$$

Последняя зависимость строго справедлива только для случаев, когда искажения отдельных импульсов можно рассматривать как события равновероятные и независимые.

Принимая одинаковые условия телепередачи для сигналов с  $N_0$ ,  $N_1$  и  $N_2$  импульсами, можно характеризовать вероятность искажений их при телепередаче отношением

$$N_0 : N_1 : N_2 = \lg_{\omega} W_0 : \lg_{\omega} W_1 : \lg_{\omega} W_2. \quad (6)$$

Для рассмотренных кодов с  $N_0=4,2$ ,  $N_1=6,6$  и  $N_1=20$

$$\lg_{\omega} W_0 : \lg_{\omega} W_1 : \lg_{\omega} W_2 = 4,2 : 6,6 : 20$$

или

$$W_1 = W_0^{1,56}$$

$$W_2 = W_0^{4,8} = W_1^3.$$

<sup>1</sup> Здесь  $N_0$ ,  $N_1$  и  $N_2$  — соответственно число импульсов в сигналах кода на все комбинации комбинаторного и декадного кодов.

Особенно значительно уменьшается вероятность неискаженной передачи сигналов декадного кода  $W_2$ .

Таким образом, введение числовых защит хотя и обеспечивает селекцию части искажений, но при этом увеличивается и вероятность самих искажений и тем значительнее, чем выше уровень требований к селекции искажений.

Идя по пути усложнения кодовых сигналов, можно практически полностью селектировать все искажения, но при этом вероятность появления их становится значительной.

В телеизмерительных системах без повторения селектированных сигналов все они будут восприниматься приемным прибором как потерянные и регистрироваться в виде пропусков в записи показаний. Чем больше селектируемых искаженных сигналов, тем больше пропусков в записях приемного прибора. С этой точки зрения стремление получить более полную селекцию искажений ценой увеличения вероятности искажения сигналов не оправдывает себя при телеизмерении и должен быть применен иной метод выявления искаженных сигналов.

Из сравнения характеров передачи сигналов телеуправления и телеизмерения следует, что если при телеуправлении после сигнала  $k$  может быть передан любой из остальных  $M-1$  сигналов, то при телеизмерении после сигнала  $k$  может быть передан только один из ближайших к нему сигналов  $k \pm \Delta$ , где

$$\Delta = \frac{\varphi'_{1 \max}(t)}{\varphi_{1 \max}} M T_{\Pi}$$

Это следует из того, что за время  $T_{\Pi}$  между двумя передачами телеизмеряемая величина  $\varphi_1(t)$  не может измениться более, чем на

$$\varphi'_{1 \max}(t) T_{\Pi} = |\varphi_1(t) - \varphi_1(t + T_{\Pi})|,$$

если

$\varphi'_{1 \max}(t) = \left(\frac{d\varphi_1}{dt}\right)_{\max}$  максимальная скорость изменения измеряемой величины.

Следовательно, при телеизмерении после сигнала  $k$  не может быть передан сигнал, выходящий за зону  $k \pm \Delta$ .

Если после сигнала  $k$  на приемный пункт пришел сигнал, выходящий за зону  $k \pm \Delta$ , то он является несомненно искаженным. Этот отличительный признак может быть использован для выявления искаженных при телепередаче сигналов телеизмерения. При этом для телепередачи может быть применен код с малой вероятностью искажения его сигналов.

Кодо-импульсный сигнал  $k$  при телепередаче может быть в результате искажения преобразован в другой сигнал с одним из  $M_0$  возможных комбинаций импульсов. Вероятность того, что он будет при этом преобразован в один из неселектируемых сигналов зоны  $k \pm \Delta$ , зависит от величины  $\frac{2\Delta}{M-1}$  и невелика, так как обычно  $\Delta \ll M$ .

Малая вероятность малых искажений характерна только для кодо-импульсной телепередачи и обуславливает высокую эффективность применения рассматриваемой селекции<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Как известно, при амплитудно-импульсном, время-импульсном и фаза-импульсном передачах сигналов телеизмерения вероятность малых искажений больше вероятности больших искажений, вследствие чего применение селекции искаженных сигналов по разности 2-х сигналов мало эффективна.

Вероятность малых неселектируемых искажений может быть уменьшена еще более применением специальной градуировки шкалы кодовых сигналов шифратора, при котором взаимопреобразование сигналов в пределах зоны  $k \pm \Delta$  получается наименее вероятным.

Недостатками метода селекции искажений по разности значений сигналов являются: 1) увеличение трудности выявления непрерывно следующих искажений по мере удаления от последнего верного сигнала; 2) невозможность установления с полной достоверностью начала неискаженной передачи сигналов после группы непрерывно следующих искажений.

Если после верного сигнала  $k$  следует искаженный сигнал  $p$ , то о ложности или истинности следующего за ним сигнала можно судить только, сравнивая его с величиной последнего неискаженного сигнала  $k$ . Могут быть выявлены только такие искаженные сигналы, величины которых выходят за зоны:  $k \pm 2\Delta$ ,  $k \pm 3\Delta$ , ...  $k \pm n\Delta$  для 2-го, 4-го...  $n$ -го искаженного сигналов, если последним верным сигналом является сигнал  $k$ .

О начале неискаженной передачи судят по появлению первых двух ординат  $\varphi_m$  и  $\varphi_n$  в записи ПП, для которых

$$\varphi_m - \varphi_n \leq \varphi'_{\text{imax}}(t) T_{\text{ц}}$$

Сигналы  $m$  и  $n$ , соответствующие этим ординатам, могут быть:

1. Оба искаженные. Этот случай, при котором сигналы отличаются не более чем на  $\Delta$ , маловероятен.

2. Один искаженный, а второй верный. Вероятность получения этих сигналов будет равна  $B_m$  (или  $B_n$ ) — вероятности получения неселектируемого искажения (преобразование искаженного сигнала в один из  $2\Delta$  сигналов зоны  $m \pm \Delta$ ).

3. Оба верные. Вероятность получения одновременно 2-х неискаженных сигналов  $m$  и  $n$  может быть определена как  $1 - (1 - B_m)(1 - B_n)$  и будет близка к единице, если вероятности неселектируемых искажений  $B_m$  и  $B_n$  малы.

Таким образом, при обеспечении малой вероятности неселектируемых искажений обеспечивается и высокая достоверность определения начала неискаженной телепередачи после группы непрерывно следующих искажений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Жданов. Телеизмерения. Госэнергоиздат, 1952.