

образного изменения длительности (частоты повторения) импульсов требуется  $N$  регистрируемых импульсов, т. е. промежуток времени  $NT$ , то при умножении частоты повторения в  $l$  раз время регистрации с помощью избирательной системы равно  $NT/l$ , т. е. при  $l > N$  оно меньше периода повторения регистрируемых импульсов.

Экспериментальная проверка при изменении длительности импульсов подтвердила возможность уменьшения времени регистрации до интервала, меньшего периода исходных импульсов.

Проведенное исследование показывает, что для увеличения быстродействия регистрации изменений длительности или частоты повторения импульсов спектрально-импульсными преобразователями может быть использовано умножение частоты повторения импульсов с сохранением пропорциональности между изменениями параметров регистрируемого и преобразованного импульсных процессов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шевеленко В. Д., Абрамов В. В., Логинов Ю. А., Орлов И. П. Использование особенностей спектров импульсов для повышения чувствительности фазометров. — Измерительная техника, 1976, № 7.
2. Шевеленко В. Д., Кутузов В. И. Способ изменения сдвига фаз синусоидальных напряжений. (Автор. свид-во № 351178). — БИ, 1972, № 27.
3. Шевеленко В. Д. и др. Функциональный преобразователь. (Автор. свид-во № 449349). — БИ, 1974, № 41.
4. Харкевич А. А. Спектры и анализ. М.: ГИФМЛ, 1962, с. 26—30.
5. Заездный А. М. Гармонический синтез в радиотехнике и электросвязи. Л.: Энергия, 1972.
6. Шевеленко В. Д. Исследование динамических особенностей спектров импульсов. — Изв. высш. учебн. заведений. Радиоэлектроника, 1975, № 3.

Поступило в редакцию 6 июня 1978 г.;  
окончательный вариант — 2 января 1980 г.

УДК 681.142.01

М. А. ЛЫСАКОВ  
(Свердловск)

### УСТРАНЕНИЕ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ СЧИТЫВАНИЯ В ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ, ФОРМИРУЮЩИХ КОД В СИСТЕМЕ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ

**Постановка задачи.** Известны преобразователи угол — код, формирующие коды в системе остаточных классов (СОК) [1, 2]. Для реализации СОК в таких преобразователях предлагается коды по каждому из оснований формировать отдельной двоичной шкалой. При этом возникают трудности, связанные с устранением неоднозначности считывания информации на границе между соседними кодовыми комбинациями.

Устранять неоднозначность считывания предлагается «двойной щеткой» и «двойным кодированием» [1]. Оба способа приводят к тому, что дискретность отсчетов преобразователей снижается в два раза.

Для управления переключениями «двойной щетки» в преобразователе, формирующем коды в СОК, потребуется специальная (управляющая) кодовая шкала с одной дорожкой, риски на которой наносятся в два раза чаще, чем на дорожках младших разрядов основных шкал. Таким образом, на управляющей шкале риски могут быть нанесены с предельно возможной дискретностью, а на дорожках младших разрядов основных шкал — в два раза реже.

При способе «двойного кодирования» управляющая шкала не требуется, по каждому значению кодируемого угла соответствуют две соседние кодовые комбинации. В этом случае дискретность отсчета углов оказывается в два раза ниже, чем дискретность дорожек младших разрядов кодовых шкал. Получается, что дорожки младших разрядов всех кодовых шкал вообще излишни с точки зрения получаемой дискретности отсчета углов.

Задача построения преобразователя угол — код, формирующего код в СОК, может быть поставлена прямо [1, 2] или выведена из «зацепления» кодовых колец [3]. Код, формируемый «зацепленными» кольцами, рассматривается как неарифметический [3] объемом  $N$  с длиной комбинаций  $M$ :

$$N = n_1 n_2 \dots n_k,$$

где  $n_1, n_2, \dots, n_k$  — количество кодовых комбинаций 1, 2, ...,  $k$  колец соответственно;

$$M = m_1 + m_2 + \dots + m_k,$$

где  $m_1, m_2, \dots, m_k$  — длины кодовых комбинаций 1, 2, ...,  $k$  колец соответственно.

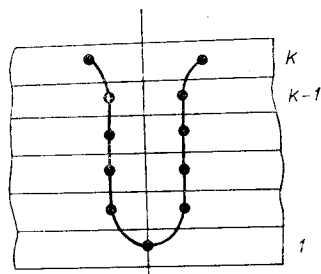
Однако проще рассматривать код, формируемый «зацепленными» кольцами, как код в СОК [4]. При этом каждое  $i$ -е кольцо представляет собой полный набор остатков по основанию  $n_i$ . В некоторый момент с  $i$ -го кольца считывается остаток  $\alpha_i$ , а со всей совокупности  $k$  колец — число  $A$  ( $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ ) в СОК. Как и во всех многоотсчетных преобразователях угол — код, в данном случае требуется решить вопрос о согласовании отсчетов отдельных шкал, устранении неоднозначности считывания информации на числовой границе. Можно предложить для этого два принципиально разных способа: выделение среди совокупности «зацепленных» колец опережающего и запаздывающего и модифицированную «двойную щетку».

**Устранение неоднозначности считывания по сигналам опережающего и запаздывающего кодовых колец.** Воспользуемся тем, что на каждой числовой границе имеет место смена кодовых комбинаций, считываемых с любого из «зацепленных» колец комбинаций  $\alpha_i$  и для прекращения считывания информации со всех колец, кроме первого и второго. Второе кольцо перейдет границу между числами  $A$  и  $A+1$  последним. Переключение в нем кодовой комбинации с  $\alpha_2$  на  $\alpha_2+1$  послужит сигналом для стирания запомненных ранее комбинаций  $\alpha_i$  и для считывания комбинации  $\alpha_i+1$  со всех «зацепленных» колец. Таким образом, ложные коды на числовой границе не считываются. Вместо них на числовой границе запоминается число  $A$ . Когда во всех «зацепленных» кольцах сменятся комбинации  $\alpha_i$  на  $\alpha_i+1$ , будет дана команда на считывание числа  $A+1$ . При вращении кодовых колец в обратную сторону кольца, управляющие процессом считывания информации, меняются местами: второе становится опережающим, первое — запаздывающим. Чтобы указанный порядок колец не нарушался, необходимо устранить зазоры в передачах между шкалами, реализующими зацепленные кольца.

Осуществление описанного алгоритма устранения неоднозначности считывания информации на числовой границе требует достаточно больших аппаратных затрат. На каждый считывающий элемент требуется устройство, запоминающее его состояние по командам от опережающего и запаздывающего колец. Кроме того, для считывающих элементов опережающего и запаздывающего колец нужно иметь устройства, регистрирующие их переключения и выдающие команды на запоминание и стирание сигналов всех считывающих элементов. Расчеты показывают, что объем аппаратных затрат растет примерно пропорционально числу считывающих элементов преобразователя угол — код. Число схемных элементов при этом на порядок больше числа считывающих элементов преобразователя.

**Модифицированная «двойная щетка».** При реализации СОК на основе «зацепления» кодовых колец делает невозможным использование для устранения неоднозначности считывания информации на числовой границе традиционного способа «двойной щетки». Действительно, при переходе от числа  $A$  ( $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ ) к числу  $A+1$  ( $\alpha_1+1, \alpha_2+1, \dots, \alpha_k+1$ ) происходит смена кодовых комбинаций во всех разрядах. Среди «зацепленных» колец не удается выделить такое, которое сыграло бы роль дорожки младшего разряда для переключений «двойной щетки». Чтобы управлять этими переключениями, потребуются сигналы от двух «зацепленных» колец и несколько иное, чем при обычной «двойной щетке», расположение считывающих элементов (см. рисунок).

С каждым кодовым кольцом взаимодействует несколько считывающих элементов. На каждой числовой границе происходит смена кодовых комбинаций во всех



кольцах, а следовательно, и переключение хотя бы одного считывающего элемента на любом из «зацепленных» колец. Для упрощения рассуждений заменим «зацепленные» кольца многодорожечной шкалой, каждая дорожка которой представляет собой одно из колец. С той же целью вместо группы считывающих элементов, взаимодействующих с каждым из колец, будем рассматривать по одному считывающему элементу, переключающемуся на каждой числовой границе.

Выберем управляющими 1-е и  $k$ -е кольца. На первом кольце имеется один считывающий элемент, на всех остальных — два, расположенных, как показано на рисунке. Пусть кодовая шкала движется слева на

право и считывание информации осуществляется левой группой. Тогда считывающий элемент  $k$ -го кольца первым достигнет границы между числами  $A$  и  $A+1$ . Его срабатывание будет сигналом на переключение «двойной щетки» с левой группы считывающих элементов на правую. Теперь к числовой границе первым (из действующих считывающих элементов) подойдет считывающий элемент 1-го кодового кольца. К этому времени все недействующие считывающие элементы из левой группы уже перейдут с числа  $A$  на число  $A+1$ , а правая группа будет считывать число  $A$ . Переключение считывающего элемента 1-го кольца дает команду на переключение «двойной щетки» с правой группы на левую, и число  $A$  будет сразу же заменено числом  $A+1$ .

Как видно из приведенного примера, для управления переключениями «двойной щетки» требуются сигналы от двух кодовых колец. При движении шкалы слева направо переключающие сигналы поступают от левого считывающего элемента  $k$ -го кольца и единственного считывающего элемента 1-го кольца. Если шкала будет двигаться справа налево, то потребуются управляющие сигналы от правого считывающего элемента  $k$ -го кольца и от того же считывающего элемента 1-го кольца. Поскольку в предлагаемой «двойной щетке» расположение считывающих элементов отлично от традиционного и управляющие сигналы поступают не от одного, а от двух считывающих элементов, мы условно называем такую «двойную щетку» модифицированной. Аппаратурные затраты для реализации ее те же, что и для реализации обычной «двойной щетки».

## ВЫВОДЫ

1. Применение для реализации СОК многодорожечных двоичных шкал затрудняет устранение неоднозначности и считывания информации на числовой границе. Предлагаемые [1] методы «двойной щетки» и «двойного кодирования» снижают дискретность отсчета углов в два раза.

2. СОК может быть реализована на основе «зацепления» кодовых колец. В этом случае оказывается возможным устранение неоднозначности считывания информации на числовой границе без снижения дискретности отсчета углов двумя способами: по сигналам опережающего и запаздывающего кодовых колец и модифицированной «двойной щеткой».

3. Оценка аппаратурных затрат показывает, что способ модифицированной «двойной щетки» предпочтительнее.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамсон И. Т., Лапкин Л. Я., Носиков О. В. Принципы построения преобразователей информации, работающих в системе остаточных классов.— *Автометрия*, 1969, № 2.
2. Абрамсон И. Т., Лапкин Л. Я. Многоотсчетные преобразователи угла в код вычетов.— *Автоматика и вычислительная техника*, № 6210—73, деп.
3. Панов Г. И. Об эффекте «зацепления» кодовых колец.— *Автоматика и телемеханика*, 1962, т. XXIII, № 2.
4. Шарин Ю. С., Лысаков М. А. Масштабное преобразование измеряемой величины в кодовых датчиках положения.— В кн.: *Информационное обеспечение, адаптация, динамика и прочность систем*. Куйбышев: Кн. изд-во, 1976.

*Поступило в редакцию 8 мая 1979 г.;  
окончательный вариант — 26 ноября 1979 г.*

УДК 519.583.6 : 681.3

А. С. ЗАГОРУЙКО  
(Новосибирск)

## О КОМБИНИРОВАННЫХ С ОБОБЩЕННЫМ МЕТОДОМ ХОРД СПОСОБАХ МНОГОМЕРНОЙ МИНИМИЗАЦИИ

В работе описываются алгоритмы комбинированных методов многомерной минимизации, включающие обобщенный метод хорд [1] и покоординатный или случайный спуск, на основе решения тестовых задач сравниваются их программные реализации с целью установления среди них иерархии по надежности получения