

Г. Г. МАТУШКИН
(Новосибирск)

ЗАВИСИМОСТЬ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ДВОИЧНЫХ НЕРАВНОМЕРНО СЛЕДЯЩИХ АЦП ОТ ДРЕЙФА ПОРОГОВ СРАБАТЫВАНИЯ УСТРОЙСТВА СРАВНЕНИЯ

В [1, 2] были описаны двоичные параллельно-последовательные АЦП неравномерно развертывающего уравнивания, использование в которых набора пороговых устройств дало возможность резко повысить быстродействие за счет применения ступеней компенсационной величины различных значений. В подобных устройствах стабильность первого наименьшего порога срабатывания определяет стабильность статической погрешности АЦП, а стабильность остальных порогов срабатывания влияет на его быстродействие. Использование пороговых устройств, реагирующих как на положительные, так и на отрицательные значения величины сигнала рассогласования, дало возможность создать неравномерно следящие параллельно-последовательные АЦП, быстродействие которых, даже в режиме одиночных измерений, увеличивается по сравнению с неравномерно развертывающими АЦП практически в два раза [3]. В общем случае, оптимальные значения порогов срабатывания неравномерно следящих АЦП, при которых прибор будет обладать максимальным быстродействием, могут быть получены из выражения

$$A_{\text{пор}_i} = \frac{\Delta_i A_k + \Delta_{i-1} A_k}{2},$$

где $\Delta_i A_k$ — значение i -й ступени компенсационной величины, т. е. той ступени, на которую изменяется компенсационная величина при срабатывании i -го порогового устройства [4].

В [3] показано, что изменение порогов срабатывания на 10% от их оптимальных значений не должно изменять быстродействия неравномерно следящих АЦП, т. е. максимальное число тактов не должно увеличиваться. С другой стороны, устройство сравнения является одним из основных узлов АЦП и представляет большой практический интерес исследование изменения быстродействия АЦП при изменении порогов срабатывания свыше этой 10% зоны, поскольку в реальных условиях удерживать дрейф порогов срабатывания в этих пределах довольно трудно.

Кроме того, в указанной работе рассматривался только тот вариант АЦП, в котором значения ступеней компенсационной величины равны весовым значениям разрядов. Однако практическое осуществление неравномерно следящих АЦП оказывается более простым при формировании компенсационной величины ступенями, равными суммам весовых значений разрядов. Поэтому целесообразно получить указанные зависимости и для этого случая, что даст возможность сравнить указанные две разновидности неравномерно следящих двоичных АЦП с точки зрения влияния дрейфа порогов срабатывания на их быстродействие.

В настоящем сообщении приводятся зависимости максимального числа тактов уравнивания неравномерно следящих двоичных АЦП от изменения порогов срабатывания устройства сравнения в пределах $\pm 30\%$ от их оптимальных значений, полученные путем моделирования работы АЦП на ЭЦВМ. Причем исследовались АЦП с числом двоичных разрядов от 6 до 14, т. е. все практически интересные случаи. 30% взяты из тех соображений, что они перекрывают весь приемлемый диапазон изменений порогов срабатывания устройства сравнения. Уменьшение порогов срабатывания более чем на 35%, как правило, ведет к автоколебаниям в АЦП, а увеличение их на 35% приводит к такому режиму работы АЦП, при котором совершенно не используется преимущество неравномерно следящего метода — возможность изменения направления уравнивания в процессе измерения.

На рис. 1 приведены полученные зависимости для случая, когда компенсационная величина формируется ступенями, равными весовым значениям разрядов, а на рис. 2 для случая, когда ступени компенсационной величины равны суммам весовых значений разрядов.

Анализируя полученные графики, можно видеть, что величина отклонений $A_{\text{пор}_i}$ от своих оптимальных значений, при которой максимальное число тактов уравнивания равно наименьшему, в первом случае больше, чем во втором. Кроме того, при отклонении на одинаковую величину максимальное число в первом случае всегда будет меньше или, в крайнем случае, равно максимальному числу тактов во втором случае. Однако следует учитывать, что и число пороговых устройств в первом случае

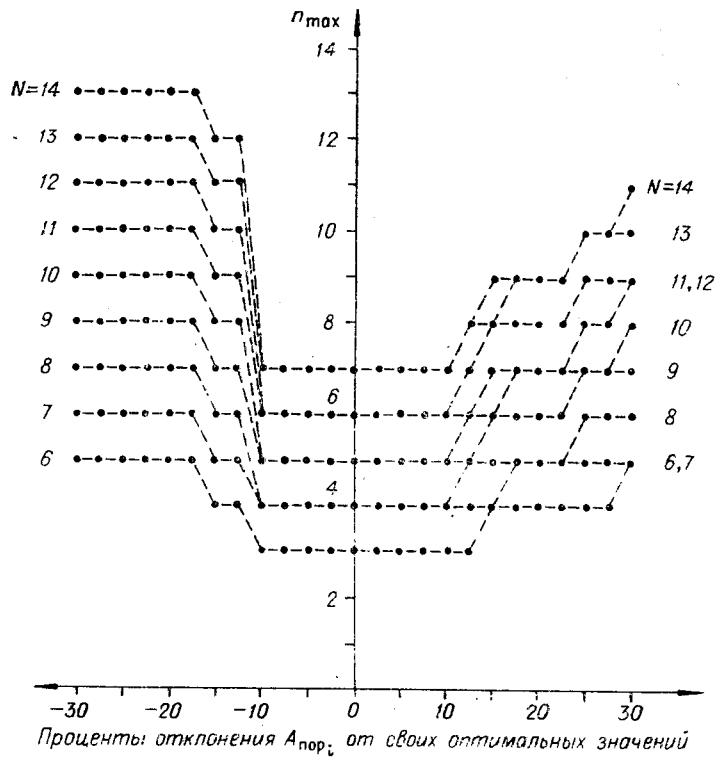


Рис. 1.

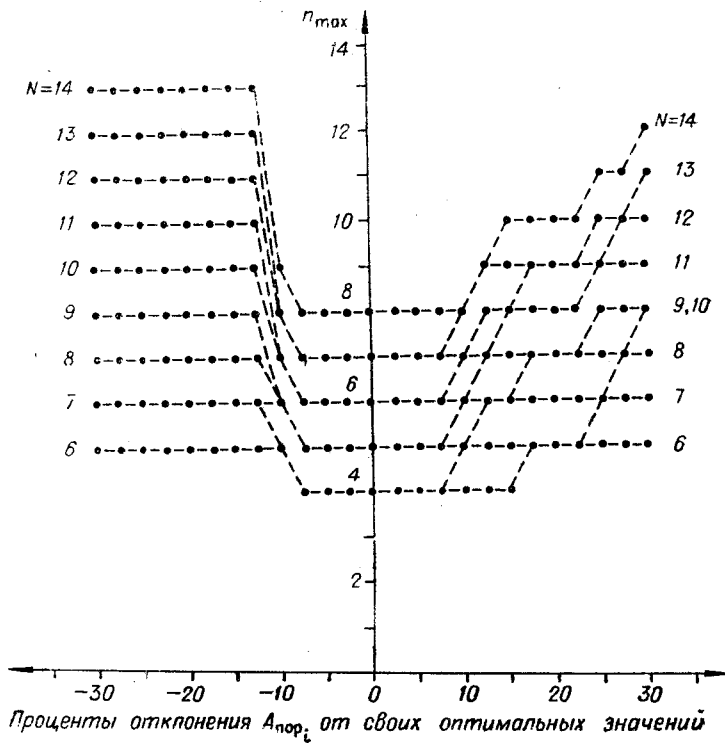


Рис. 2.

на единицу больше, чем во втором, поскольку приведенные зависимости относятся к АЦП с максимальным числом пороговых устройств, которое равно N при ступенях, равных весовым значениям разрядов и $N - 1$ при ступенях, равных суммам весовых значений разрядов. Для сравнения АЦП указанных двух типов при равных условиях были получены аналогичные графики зависимостей для случая формирования компенсационной величины ступенями, равными весовым значениям разрядов, когда число пороговых устройств равно $N - 1$ (рис. 3). Из сравнения графиков, изображенных на рис. 2 и 3, следует, что и при равенстве числа используемых пороговых устройств применение АЦП с формированием компенсационной величины ступенями, равными весовым значениям разрядов, более предпочтительно, поскольку зона допустимых отклонений порогов срабатывания для данного максимального числа тактов уравнивания у него шире.

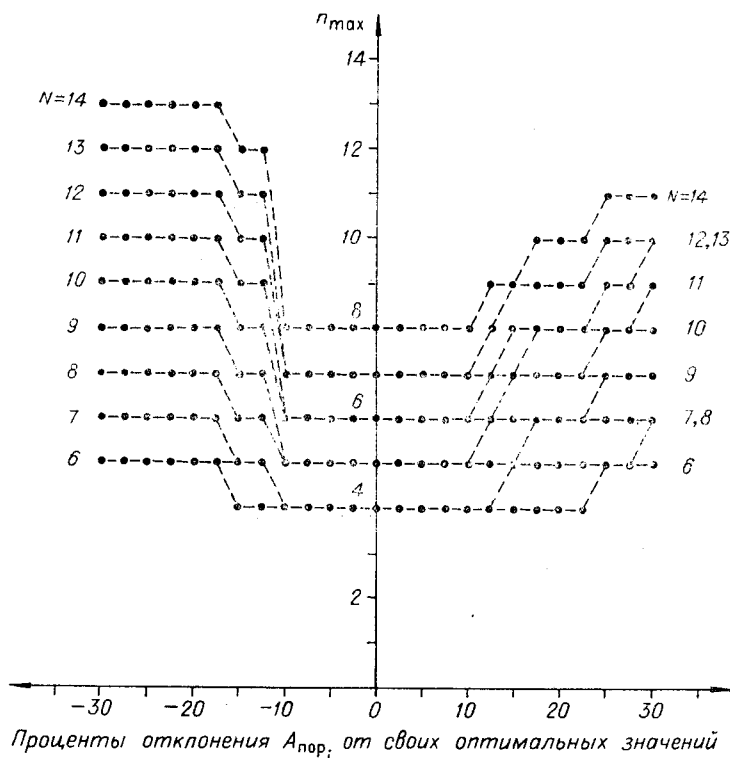


Рис. 3.

Отметим, что в случае формирования компенсационной величины ступенями, значения которых равны суммам весовых значений разрядов, отклонение $A_{пор_2}$ от оптимального значения в сторону уменьшения свыше 25% и $A_{пор_3}$ свыше 30% влечет за собой возникновение автоколебаний в соответствующем разряде, поскольку при этом удовлетворяется условие, определяемое выражением $A_{пор_i} < \frac{\Delta_i A_k}{2}$ [5]. Вследствие этого, при анализе зависимостей, приведенных на рис. 2, необходимо учитывать, что при их получении для любого числа разрядов максимальная величина отклонения $A_{пор_2}$ в сторону уменьшения не превышала 22,5%, а $A_{пор_3}$ — 27,5%.

В [6] было показано, что зависимость произведения числа используемых пороговых устройств K на максимальное число тактов уравнивания n_{max} от числа пороговых устройств имеет минимум при некотором промежуточном их количестве. Там же приведены графики этих зависимостей для всех наиболее важных случаев, из которых можно получить оптимальное количество пороговых устройств по указанному критерию для каждого конкретного случая.

В связи с этим целесообразно получить зависимости максимального числа тактов уравнивания от изменения значений порогов срабатывания и для этих оптималь-

ных чисел используемых пороговых устройств. Графики этих зависимостей приведены на рис. 4 и 5, причем на рис. 4 изображены графики для случая, когда компенсационная величина формируется ступенями, равными весовым значениям разрядов, а на рис. 5 — графики для случая формирования компенсационной величины ступенями, равными суммам весовых значений разрядов.

На этих графиках, кроме числа двоичных разрядов АЦП N , которому соответствует та или иная зависимость, указано также используемое число пороговых устройств K . Вертикальные пунктирные линии показывают границу уменьшения порогов

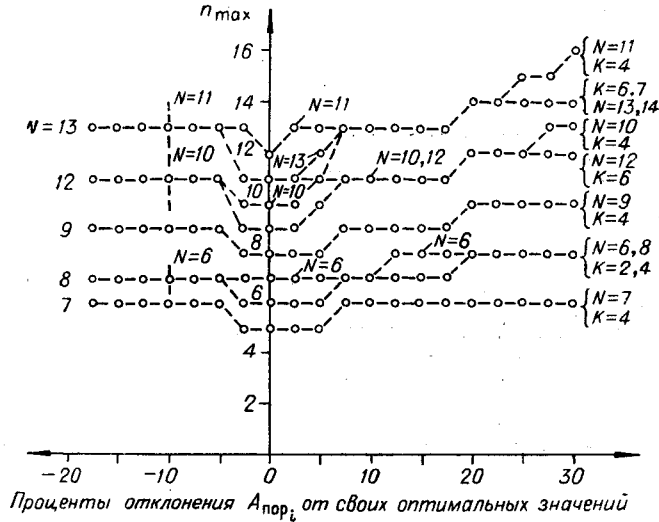


Рис. 4.

срабатывания, при которой еще не возникают автоколебания в АЦП с числом разрядов, указанных рядом. Отметим, что допустимое отклонение порогов срабатывания от своих оптимальных значений в сторону уменьшения в связи с возможностью возникновения автоколебаний меняется в зависимости от разрядности используемого АЦП.

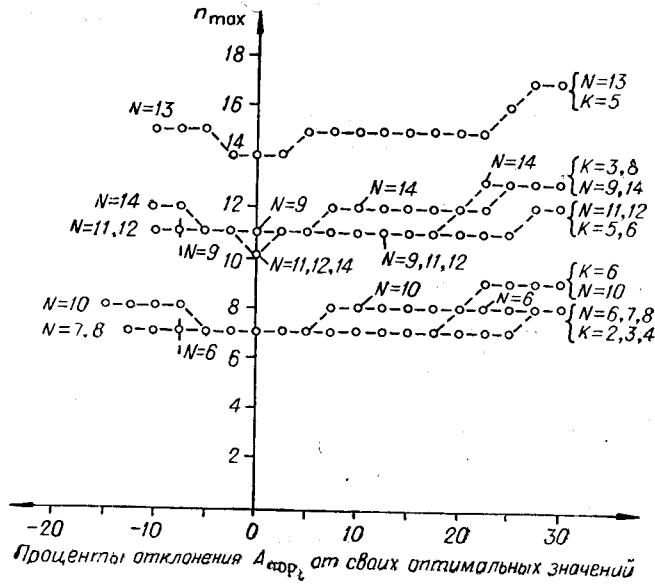


Рис. 5.

Выводы

Двоичные неравномерно следящие АЦП с точки зрения влияния дрейфа порогов срабатывания устройства сравнения на их быстродействие более целесообразно выполнять с формированием компенсационной величины ступенями, равными весовым значениям разрядов.

При оптимальном числе пороговых устройств значительно сокращается область допустимых изменений порогов срабатывания, при которых максимальное число тактов остается наименьшим.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Euler. Neue Prinzipien zur Analog-Digital Umwandlung und deren optimale Auslegung.— Frequenz, 1963, 17, № 10.
2. Г. П. Шлыков. О быстродействии и динамической погрешности цифровых вольтметров с параллельно-последовательным уравниванием.— Автометрия, 1968, № 3.
3. G. R. Cox, D. H. Glaeser. A Quantizing Encoder.— IEEE Trans., 1964, EC-13, № 3.
4. Г. Г. Матушкин. Исследование следящего и развертывающего методов аналого-цифрового преобразования с неравномерным уравниванием. Реферат канд. дисс. Новосибирск, 1968.
5. И. Ф. Клисторин, Г. Г. Матушкин. О выборе порогов срабатывания устройства сравнения цифровых измерительных приборов неравномерно следящего уравнивания.— Автометрия, 1967, № 2.
6. Г. Г. Матушкин. Зависимость максимального числа тактов уравнивания неравномерно развертывающих и неравномерно следящих АЦП от числа устройств сравнения.— Автометрия, 1969, № 2.

Поступило в редакцию
2 февраля 1969 г.,
окончательный вариант —
25 июня 1969 г.

УДК 621.391.173 : 681.301.518.4

А. Ф. АФРИМЗОН, В. П. ТАРАСЕНКО
(Томск)

К ВОПРОСУ О ВЫЧИСЛЕНИИ ФУНКЦИИ КРОСС-КОРРЕЛЯЦИИ ДВУМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ КАЧЕСТВО НАСТРОЙКИ РАДИОАППАРАТУРЫ

В [1, 2] показано, что оптимальным алгоритмом совмещения изображений в смысле минимума среднеквадратичной погрешности является тот, при котором достигается наибольшее значение главного максимума функции кросс-корреляции сравниваемых изображений, вычисляемой по формуле

$$R(\zeta', \eta') = C \int_s F_1(x, y) F_2(x', y') ds, \quad (1)$$

где C — коэффициент пропорциональности; $F_1(x, y)$ и $F_2(x', y')$ — функции, описывающие эталонное и реальное изображения соответственно; s — площадь сравниваемых изображений. Величина и координаты ζ_0, η_0 главного максимума $R^*(\zeta_0, \eta_0)$ определяются видом функций F_1 и F_2 .

При настройке радиоаппаратуры чаще всего используются перечисленные ниже типовые реакции: 1) переходная характеристика; 2) функция веса; 3) амплитудно-частотная характеристика; 4) фазочастотная характеристика.

Изображения этих реакций можно ограничить следующими условиями:

1) изображение реакции на экране индикатора непрерывно, ширина светящейся линии и ее яркость во всех точках вдоль оси одинаковы;