Используя выражение (9) и обозначив $t = \alpha \frac{L}{V_m}$, получим

$$k_{\text{опт}} = \frac{1}{2}\log_2(16 + 3 \cdot 2^{2N+1}\alpha) - 1, \quad (11)$$

если результат является целым числом, и

$$k_{\text{опт}} = \frac{1}{2}\log_2(16 + 3 \cdot 2^{2N+1}\alpha) \quad (12)$$

в противном случае.

Из выражения (9) и (10) при $K=N$ следует, что сокращение числа разрядов имеет смысл, когда

$$\alpha < \frac{2^{2N-2} - 3 \cdot 2^{2N-4} - 1}{3 \cdot 2^{2N-3}}. \quad (13)$$

Если $N=10$ и $\alpha=0{,}1$, получим $K=9$, что соответствует $E^9[T]=0{,}67\frac{L}{V_m}$, тогда как при полноразрядном генераторе векторов и числе квантов, равном числу разрядов генератора, $E^{10}[T]=0{,}76\frac{L}{V_m}$. Полученные результаты говорят о возможности сокращения числа разрядов генератора вектора с одновременным повышением его быстродействия для равномерного закона распределения.

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Davis. Computer data displays. Englewood Cliffs, Prentice Haal, 1969.
2. Б. С. Долговесов и др. Отображение графической и буквенно-цифровой информации в системах графического взаимодействия человека с ЭВМ.— Автометрия, 1971, № 4.
3. А. М. Ковалев, А. С. Токарев. Широкополосное управление лучом ЭЛТ с электромагнитным отклонением.— Автометрия, 1971, № 4.

Поступило в редакцию 13 сентября 1972 г.

УДК 51 : 330.115

Ю. Н. ЗОЛОТУХИН
(Новосибирск)

ОБ ОЦЕНКЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ СИСТЕМЫ «КОЛЛЕКТИВНОГО» РАЗВЕРТЫВАЮЩЕГО УРАВНОВЕШИВАНИЯ

Рассматривается задача, возникшая при разработке программно-управляемой магистральной системы сбора данных, один из блоков которой осуществляет циклический опрос группы каналов; в процессе измерения одновременно сравниваются значения сигналов во всех каналах с компенсационным напряжением.

Известны [1, 2] схемы аналого-цифрового преобразования со ступенчато-растущим компенсационным напряжением. При создании на подобной основе многоканальных преобразователей, используемых в магистральной системе, необходимо считаться с возникающей дополнительно методической погрешностью, обусловленной возможностью одновременного срабатывания устройств сравнения в нескольких каналах и невозможностью передачи в накопитель или на печать более одного результата измерения (кода числа и номера канала), так как время передачи одного результата сравнимо с «длительностью ступени» компенсационного напряжения.

В [3] с помощью методов комбинаторного анализа получены выражения для среднего модуля методической погрешности в каждом из каналов и для всей системы; к сожалению, их использование затруднительно даже при наличии относительно небольшого числа каналов.

Здесь мы дадим оценку среднего модуля ошибки в системе, используя методы теории массового обслуживания

Пусть измерению подлежат случайные величины, равномерно распределенные в диапазоне $\overline{0,1}$. Тогда рассматриваемая измерительная система может быть представлена следующей моделью: на вход однолинейной системы обслуживания с ожиданием поступают требования, образующие поток Бернулли с параметрами N и T (N — число каналов; T — период развертки, выраженный числом квантов); в фиксированные моменты времени t_n ($n=1, 2, \ldots, T$) мгновенно извлекается одна заявка из очереди. Среднее число заявок в очереди в моменты $t_n - 0$ достаточно просто связано со средним модулем погрешности. Подобные модели обслуживания рассматривались многими авторами, с тем лишь отличием, что входящий поток заявок считался пуассоновским. Известно, однако, что последовательность потоков Бернулли при $N=\lambda T$, $\lambda>0$ равномерно сходится к пуассоновскому потоку с параметром λ [4, 5]. Используя это обстоятельство, нетрудно получить оценки характеристик исследуемой системы обслуживания из рассмотрения систем с простейшими входными потоками заявок.

В [6] получены выражения для производящей функции вероятностей состояния системы с ожиданием, когда моменты считывания t_n образуют рекуррентный поток

$$P(z) = \frac{\sum_{j=0}^{k-1} p(j)\left(z^{j+m} - z^{j}\right) + \sum_{j=k}^{m-1} p(j)\left(z^{m} - z^{j}\right)}{\frac{z^{m}}{Q(z)} - 1}. \tag{1}$$

Здесь и далее предполагается, что $\rho \equiv \lambda\tau < 1$ (τ — среднее расстояние между моментами обращения). Полагая в (1) $k=m=1$ и $Q(z)=\exp(\lambda\tau(1-z))$, так как $t_n - t_{n-1} = \tau$ для всех n, получим

$$P(z) = \frac{p(0)(z-1)}{z\exp[\lambda\tau(1-z)] - 1}, \tag{2}$$

где $p(0)$ находим из условия $P(1)=1$.

Связь между величиной среднего модуля ошибки $\overline{m}$ и распределением вероятностей состояний системы обслуживания выражается в виде

$$\overline{m} = T\sum_{i=1}^{\infty}(i-1)\,p(i);$$

так как

$$\sum_{i=1}^{\infty} i\,p(i) = \left.\frac{\partial P(z)}{\partial z}\right|_{z=1} = \frac{\rho(2-\rho)}{2(1-\rho)},$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} p(i) = 1 - p(0) = \rho,$$

то

$$\overline{m} = T\frac{\rho^2}{2(1-\rho)}.$$

В заключение отметим, что в целях снижения величины методической погрешности можно ввести дополнительные запоминающие устройства (регистры) для создания возможности фиксации результатов измерений при одновременном срабатывании нескольких устройств сравнения. Это легко учесть в изложенной методике расчета погрешности преобразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. П. Орнатский. Автоматические измерительные приборы. Киев, «Техника», 1965.
2. Основы построения автоматизированных систем контроля сложных объектов. Под ред. П. И. Кузнецова. М., «Энергия», 1969.
3. В. И. Рабинович. О методической погрешности «коллективного» развертывающего уравновешивания.— Автометрия, 1972, № 4.
4. Г. П. Климов. Стохастические системы обслуживания. М., «Наука», 1966.
5. Дж. Риордан. Вероятностные системы обслуживания. М., «Связь», 1966.
6. Ю. Н. Золотухин, Ю. М. Крендель. Определение характеристик буферного запоминающего устройства.— Автометрия, 1972, № 4.

Поступило в редакцию 21 июля 1972 г.