

Кулигин М.Н.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: itpu@mivlgu.ru

### Алгоритм автокалибровок аналогового тракта микроконтроллерной системы сбора геофизических данных

Современная цифровая система регистрации и обработки геофизических данных представляет сложный программно-аппаратный комплекс устройств [1,2]. Использование современных микропроцессорных устройств в составе аппаратуры для проведения сбора данных позволяет программными методами исключить аддитивную и мультипликативную составляющие погрешности измерительного тракта. Нелинейная составляющая погрешности измерительного тракта зависит от типа АЦП, используемого при измерениях, и определяется нелинейностью его характеристики. Следовательно, необходимо применять АЦП, у которых нелинейная составляющая погрешности сведена к минимуму.

Далее показана возможность исключения из результатов обработки проводимых измерений погрешностей, связанных с нестабильностью смещения нуля операционных усилителей аналогового тракта (температурный дрейф) и с разбросом коэффициента передачи в усилительных каналах микроконтроллерной системы сбора данных.

Принцип проведения автокалибровок поясняется схемой на рисунке 1.

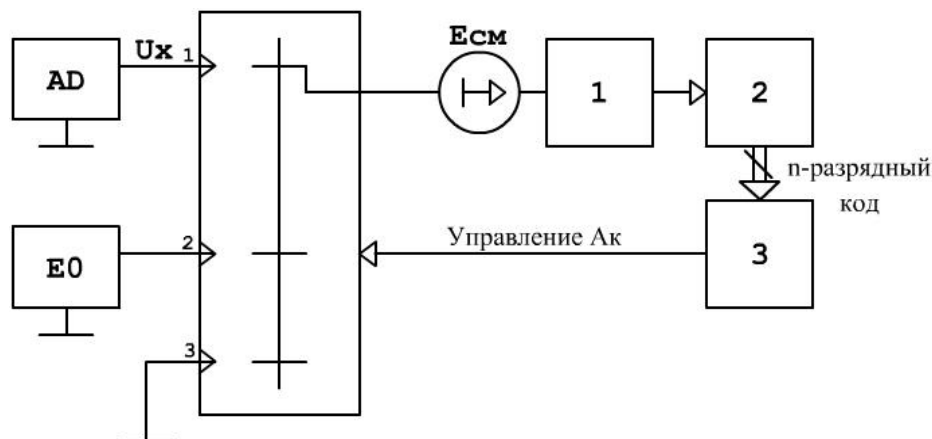


Рис. 1. Структурная схема проведения автокалибровок

1 - Аналоговые усилители и фильтры; 2 – АЦП; 3 – Микроконтроллер; AD - активный датчик (датчик с предусилителем); E0 - эталонное напряжение; Eсм – начальное смещение (постоянная составляющая смещения) измерительного тракта.

В схему каждого канала системы включается аналоговый коммутатор, управляемый микроконтроллером. Источник эталонного напряжения – встроенный в систему генератор диапазона сверхнизких частот (реализован программно с помощью встроенного в микроконтроллер ЦАП). Микроконтроллер, на базе которого реализована система сбора данных (а точнее программа), реализует следующий алгоритм проведения измерений.

Цифровой эквивалент  $N1$ , неизвестного входного напряжения  $U_x$ , в общем случае может быть получен с погрешностью из-за начального смещения  $E_{см}$  (аддитивная составляющая погрешности), отличия коэффициента « $k$ » передачи измерительного тракта от номинального значения (мультипликативная составляющая погрешности):

$$N1 = k \cdot (U_x + E_{см}). \quad (1)$$

Получение результата, свободного от погрешностей, предполагает проведение трех измерений.

Переключить трехканальный аналоговый коммутатор Ак в положение «1» и измерить неизвестное входное напряжение по выражению (1).

Переключить Ак в положение «2» и измерить напряжение образцового источника:

$$N2 = k \cdot (E0 + E_{см}). \quad (2)$$

Переключить Ак в положение «3» и измерить начальное смещение:

$$N3 = k \cdot E_{см}. \quad (3)$$

Две последние операции являются калибровочными, позволяющими микроконтроллеру рассчитать действительное значение:

$$U_x = \frac{N1 - N3}{N2 - N3} \cdot E0. \quad (4)$$

Выразив из (3) начальное смещение  $E_{см}$ , подставим его в (1), (2) и получим выражение (4).

Цифровые эквиваленты каждого измерения  $N1$ ,  $N2$ ,  $N3$  и цифровой эквивалент выходного напряжения ЦАП сохраняются в памяти МК, затем в программе обработки результатов измерений в соответствии с (4) вычисляется действительное значение измеряемого напряжения. Из (4) следует, что  $U_x$  можно определить по напряжению образцовой меры  $E0$ , влияние же временной нестабильности  $E_{см}$  и  $k$  из результатов измерений можно исключить.

Таким образом, незначительное усложнение схемы аналогового тракта позволяет исключить из обработки результатов проводимых измерений погрешности, связанные с нестабильностью смещения нуля операционных усилителей (температурный дрейф) и с разбросом коэффициента передачи в измерительных каналах системы сбора данных.

#### Литература

1. Кузичкин О. Р., Кулигин М. Н., Орехов А.А. Измерительный канал системы регистрации геомагнитных сигналов // Вопросы радиоэлектроники, серия ОТ.2010. Вып. 1. С. 122–128.
2. Кузичкин О. Р., Кулигин М. Н., Цаплев А. В. Методы повышения стабильности измерительного тракта в многоканальных геоэлектрических системах. Методы и устройства передачи и обработки информации / Под ред. В.В. Ромашова, В.В. Булкина. М.: Радиотехника, 2008. Вып.10.