

**УДК 681.2.08****ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СКОРОСТИ ДРЕЙФА СТАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**

Екатерина Андреевна Гуськова

*Магистр 5 курса <sup>(1)</sup>,**кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: И.В. Обухов,**доктор технических наук, профессор кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»*

Основной причиной метрологического отказа средства измерений (СИ) является прогрессирующий характер изменения во времени его погрешности  $\Delta(t)$ , проявляющийся в нарастании со временем текущего математического ожидания погрешности  $\langle \Delta(t) \rangle$ . Для сравнительно «молодых» СИ, имеющих возраст, не превышающий 7 – 10 лет, подобное нарастание удовлетворительно описывается линейной моделью:

$$\langle \Delta(t) \rangle = \langle \Delta(0) \rangle + K \cdot t.$$

Подобная временная нестабильность характерна для статических режимов генераторов информационных сигналов на достаточно больших интервалах измерений. Отличие  $\Delta_r(t)$  их выходных информационных сигналов от номинальных значений также можно аппроксимировать линейной функцией:

$$\langle \Delta_r(t) \rangle = \langle \Delta_r(0) \rangle + K_r \cdot t.$$

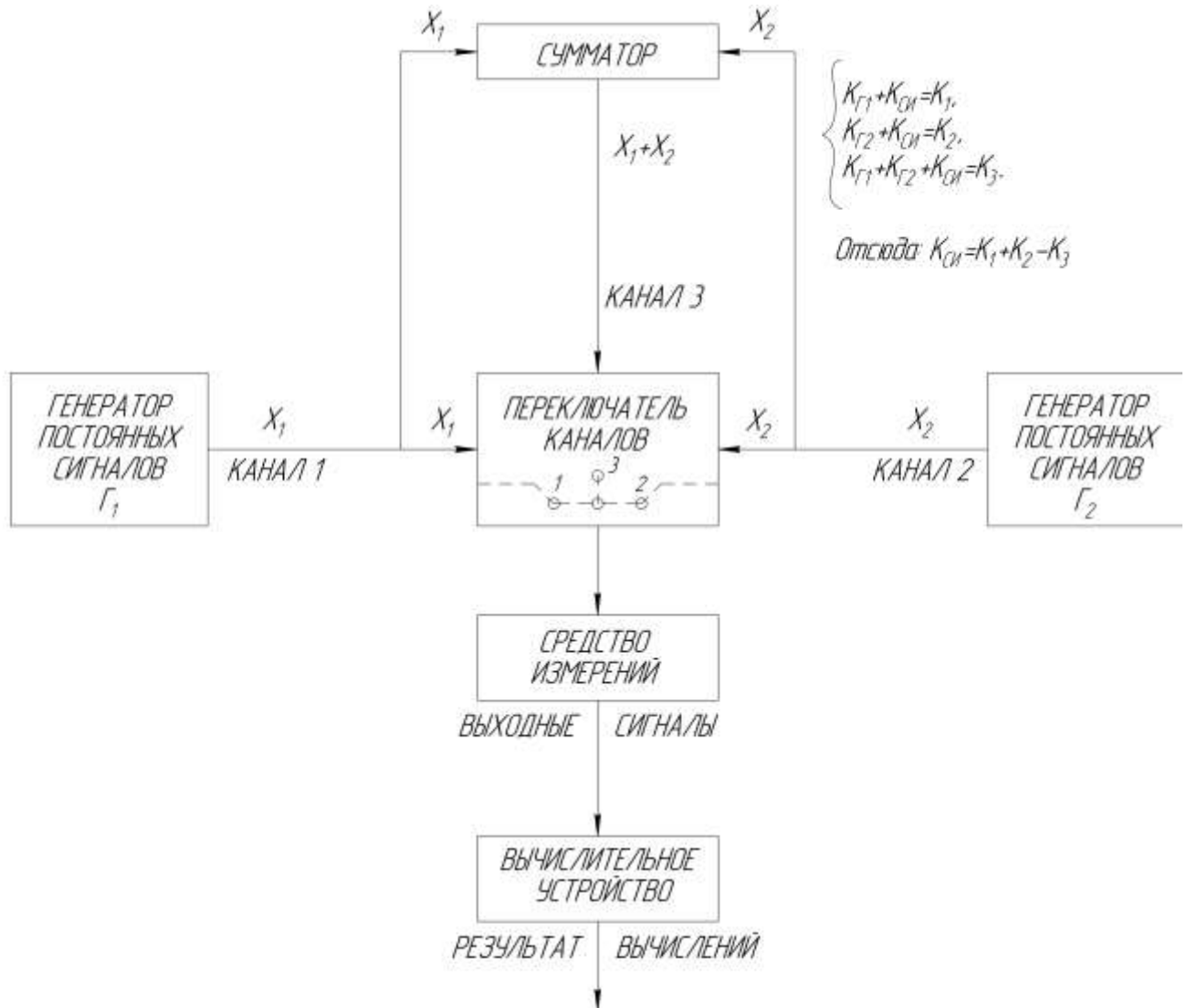
Здесь знак  $\langle \cdot \rangle$  означает статистическое усреднение;  $K_r$  и  $K$  - коэффициенты нестабильности соответственно генератора и СИ (скорости изменений соответствующих математических ожиданий), которые для краткости будем называть временными трендами.

Попытки оценить временной тренд СИ на основе результатов проверок не привели к устойчивым, пригодным для прогнозирования поведения  $\langle \Delta(t) \rangle$  оценкам. По этой причине наиболее разумной была признана экспериментальная оценка скорости дрейфа  $K$  с помощью мониторинга состояния СИ.

Рассмотрим принципиальную схему установки для автономной оценки временных трендов  $K_{СИ}$ ,  $K_{Г1}$ ,  $K_{Г2}$  соответственно СИ и двух генераторов Г1, Г2. Схема изображена на рисунке 1. Кроме СИ информативного параметра и генераторов сигналов Г1 и Г2, с информативными параметрами единой физической природы и номинальными значениями  $x_1$ ,  $x_2$ , схема содержит: сумматор информативных параметров (СП), формирующий величину  $(x_1 + x_2)$ ; переключатель каналов (ПК), осуществляющий периодически поочередное подключение каналов 1, 2 и 3 к выходу СИ; вычислительное устройство (ВУ), рассчитывающее временные тренды  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  измеряемых информативных параметров  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $(x_1 + x_2)$  сигналов, поступающих на вход СИ по каналам 1, 2, 3, и результирующие значения «индивидуальных» временных трендов  $K_{СИ}$ ,  $K_{Г1}$ ,  $K_{Г2}$ .

Структура сумматора СП зависит от физической природы информативных параметров. В случае когда генераторы Г1 и Г2 являются источниками постоянных напряжений  $U_1$ ,  $U_2$ , играющих одновременно и роль информативных параметров, СП просто суммирует напряжения генераторов и выдает на выходе канала 3 значение  $(U_1 + U_2)$ . Если генераторы Г1, Г2 выступают как источники колебаний с частотами  $\nu_1$ ,  $\nu_2$  в качестве информативных параметров, основную роль в СП выполняет смеситель, т. е. нелинейное устройство, перемножающее сигналы генераторов. Выходной сигнал смесителя содержит спектральные компоненты низкой  $|\nu_1 - \nu_2|$  и высокой  $(\nu_1 + \nu_2)$  частот. Высокочастотный компонент выделяет либо полосовой пропускающий фильтр, либо фильтр верхних

частот, включенный в состав СП. Таким образом при подключении в определенные моменты канала 3 к СИ на вход последнего поступает сигнал суммарной частотой  $(\nu_1 + \nu_2)$ .



$K_{Г1}$  – средняя скорость измерения сигнала Г1,  
 $K_{Г2}$  – средняя скорость измерения сигнала Г1,  
 $K_{СИ}$  – средняя скорость измерения погрешности СИ,  
 $K_1, K_2, K_3$  – средние скорости измерения выходных сигналов 1, 2, 3 (измеряемые величины).

Рис. 1. Схема автономной оценки параметров прогрессирующих нестабильностей СИ и двух генераторов сигналов

Генераторы Г1, Г2 и СИ схемы работают в непрерывном режиме, а ПК осуществляет периодическое (с интервалом  $T$ ) подключение различных каналов к СИ в определенной последовательности. Время подключения  $\tau < T$  – промежуток, необходимый для завершения переходных процессов и проведения измерения.

На рисунке 2 приведены временные диаграммы работы установки для автономной оценки трендов  $K_{СИ}, K_{Г1}, K_{Г2}$  нестабильностей СИ генераторов Г1, Г2 ;  $t_{1i}, t_{2i}, t_{3i} (i = \overline{1, N})$  – моменты подключений каналов 1, 2, 3 к СИ .В блоке ВУ по данным наблюдаемых трех выборок объемом  $N$

каждая рассчитываются временные тренды  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  информативных параметров сигналов по соответствующим каналам:

$$K_{Г1} + K_{СИ} = K_1$$

$$K_{Г2} + K_{СИ} = K_2$$

$$K_{Г1} + K_{Г2} + K_{СИ} = K_3$$

Данные уравнения описывают (с точностью до членов второго порядка малости) связь между наблюдаемыми  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  и ненаблюдаемыми  $K_{Г1}$ ,  $K_{Г2}$ ,  $K_{СИ}$  временными трендами, образующими на выходе ВУ.

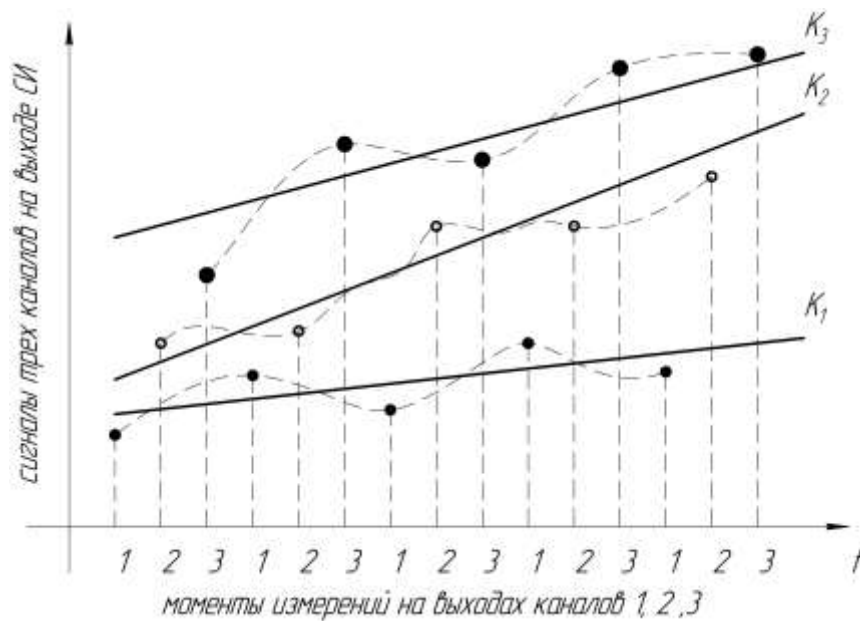


Рис. 2. Временные диаграммы работы схемы оценки параметров прогрессирующих нестабильностей СИ генераторов сигналов

### Литература

1. Обухов И.В. Экспериментальное оценивание случайных погрешностей средств измерений. – М.: Полиграф сервис, 2012.
2. Новицкий П.В., Зограф И.А., Лабунец В.С. Динамика погрешностей средств измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1990.