

и прогнозирования, определения тенденций и развития отказов и дефектов авиационной техники.

О.П. Скобелев

**АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ВАРИАНТОВ ПОДСИСТЕМ СБОРА,
ИСПОЛЪЗУЮЩИХ ТЕСТОВЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

(Куйбышев)

В рассматриваемых подсистемах тестовое воздействие, реализуемое обычно с помощью бесконтактных транзисторных ключей, вызывает переходный процесс в измерительной цепи с датчиков. Реакция цепи может сравниваться с заданным опорным уровнем, дифференцироваться или интегрироваться, причем вид операции определяет тот или иной метод преобразования [1].

Характерной особенностью подсистем сбора, использующих тестовые переходные процессы, является идентичность структуры вне зависимости от применяемого метода преобразования, что отмечалось в работах [2], [3], где рассматривались структуры подсистем, предназначенных для сбора информации с генераторных и параметрических датчиков.

Между тем, в последнее время получили развитие новые варианты, а также изменился подход к анализу структуры подсистемы.

Известно, что подсистемы сбора являются гибридными аналого-цифровыми устройствами, теоретическое исследование которых связано с определенными трудностями. Некоторые из них успешно преодолеваются применением методов имитационного моделирования на ЭВМ.

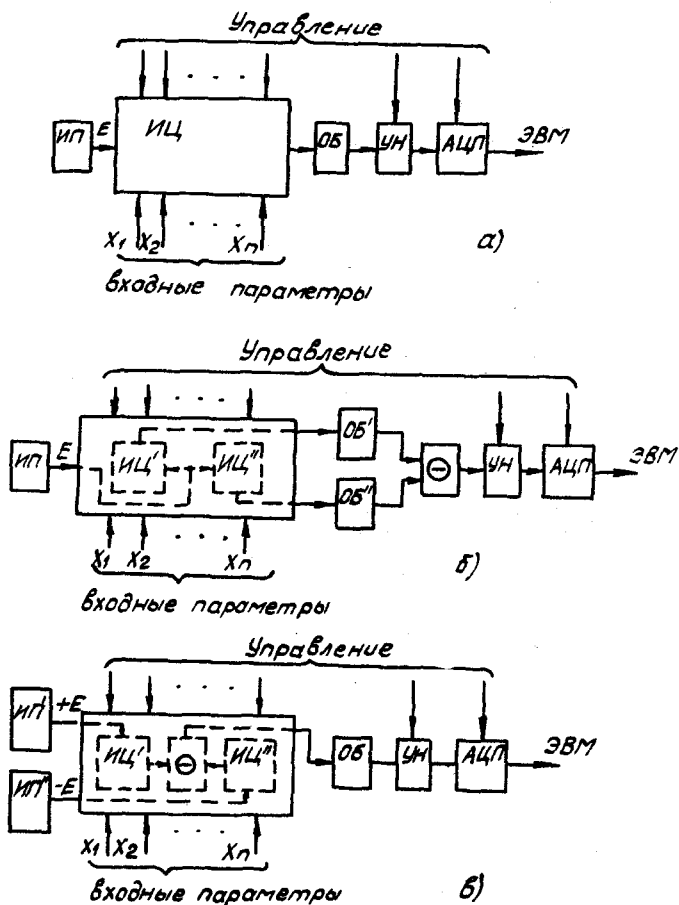
Эти обстоятельства определили содержание статьи, в которой в обобщенном виде представлены известные и новые структурные варианты, даны операторные выражения, описывающие функционирование подсистем и полезные для решения задач анализа и синтеза методами "машинного" моделирования. Структура подсистемы зависит от того, какие датчики обслуживает подсистема - параметрические или генераторные. В статье рассматриваются только те, которые предназначены для преобразования сигналов параметрических датчиков и не рассматриваются структурные варианты, ориентированные на генераторные датчики.

Вид структуры подсистемы определяется видом параметрического датчика (дифференциальный, недифференциальный), характером опроса его плеч (последовательный, параллельный), а также видом источника питания измерительной цепи (однополярный, разнополярный).

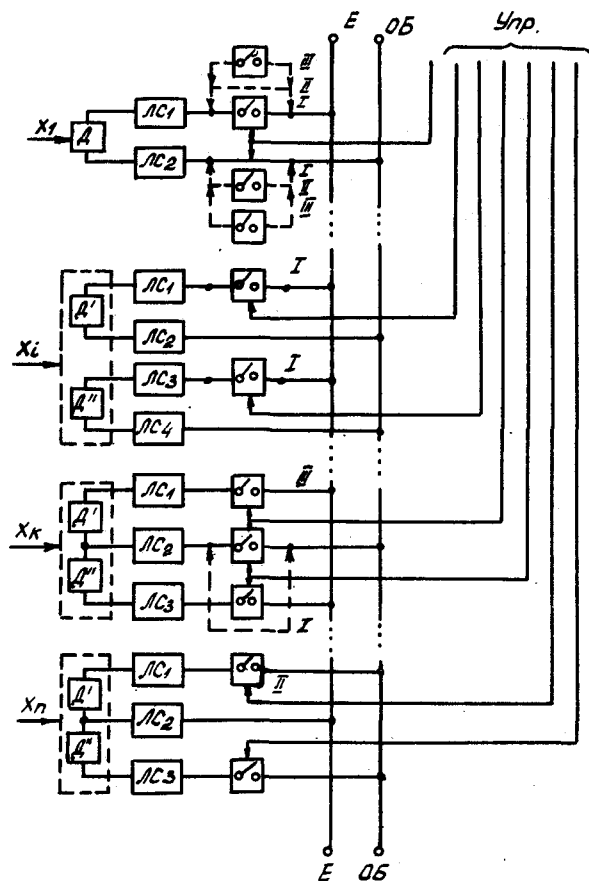
На рис. 1,а изображена структура подсистем для недифференциальных и дифференциальных датчиков с последовательным опросом плеч, где ИП - источник однополярного питания; ИЦ - измерительная цепь, которая содержит датчики, ключевые элементы, линии связи, образцовые и подгоночные элементы; ОБ - операционный блок; осуществляющий дифференцирование или интегрирование, сравнение выходного сигнала ИЦ с заданным уровнем, т.е. реализующий выбранный метод преобразования; УН - устройство нормализации, предназначенное для преобразования сигнала к унифицированному виду; АЦП - аналого-цифровой преобразователь. Измерительная цепь (ИЦ) представлена как устройство с числом n входных аналоговых сигналов X , воздействующих на датчики, с числом n логических сигналов, поступающих с устройства управления на ключевые элементы, осуществляющие коммутацию питания и одновременно тестовое воздействие в цепи выбранного датчика (вход E). В ИЦ реализуется принцип временного разделения - поэтому цепь имеет один выход, связанный со входом ОБ.

Рис. 2 раскрывает дополнительные структурные варианты подсистемы, изображенной на рис. 1,а. Они определяются видом линии связи (ЛС) (двух-, трех-, четырехпроводная), а также расположением и количеством ключевых элементов. Ключевые элементы расположены со стороны источника питания (шина E), со стороны операционного блока (шина ОБ) или коммутация производится двумя синхронными ключами, расположенными с обеих сторон. Варианты расположения ключей обозначены римскими цифрами на рис. 2 (вход X_i). На том же рисунке (вход X_i) изображены измерительные цепи дифференциальных датчиков с четырехпроводными линиями связи (вариант I расположения ключей со стороны шины E ; остальные варианты II, III аналогичны цепи X_i и на рисунке не показаны).

В каналах ИЦ с входными сигналами X_k , X_n представлены измерительные цепи для дифференциальных датчиков с трехпроводными линиями связи. В схеме X_k все три ключа, расположенные со стороны питания E и шины ОБ, работают синхронно, что соответствует варианту III в канале X_i . Пунктиром показана схема, соответствующая варианту I. Схема с входным сигналом X_n соответствует варианту II.



Р и с. 1. Структура подсистемы для параметрических дифференциальных и недифференциальных датчиков: а) с одним источником питания и одним операционным блоком; б) с параллельным опросом плеч датчиков, одним источником и двумя операционными блоками; в) с параллельным опросом плеч датчика: двумя разнополярными источниками и одним операционным блоком



Р и с. 2. Варианты структуры измерительных цепей подсистем с одним источником питания и одним операционным блоком

Если предположить, что в схеме рис. 1 во всех n каналах используются недифференциальные датчики, то в операторном виде [4] функционирование подсистемы можно представить выражением

$$N_x = \epsilon_n \left[x_i T_{\epsilon i} (P_{di} P_{ki} P_{лсi}) \right] P_y P_{об} P_{ну} P_{упл},$$

где N_x, X_i - соответственно входной и выходной сигналы;

$P_{\Delta i}, P_{\kappa i}, P_{\Delta c i}, P_{\gamma}, P_{\text{об}}, P_{\text{нч}}, P_{\text{АЦП}}$ — операторы датчиков, ключей, линий связи, устройства управления, операционного блока, нормализующего устройства и АЦП.

Выражением $\epsilon_n [x_i] P_{\gamma}$ обозначены операции по организации входного потока, причем входные сигналы представляют множество из n — каналов.

Оператор $T_{\epsilon i}$ характеризует коммутацию по питанию в выбранном i — канале, а не по входному сигналу, характерную для традиционных систем сбора.

Необходимо также подчеркнуть, что операторы $P_{\kappa i}, P_{\Delta c i}$ изменяются в зависимости от варианта расположения ключей (I, II, III).

Для подсистемы с дифференциальными датчиками и поочередным опросом в предположении n идентичных каналов

$$N_x = \epsilon_n \left\{ x_i \left[T_{\epsilon i} \left(P'_{\Delta i} P'_{\kappa i} P'_{\Delta c i} \right) T_{\epsilon i} \left(P''_{\Delta i} P''_{\kappa i} P''_{\Delta c i} \right) \right] \right\} P_{\gamma} P_{\text{об}} P_{\text{нч}} P_{\text{АЦП}},$$

где одним и двумя штрихами обозначены операторы ИЦ обоих плеч датчиков.

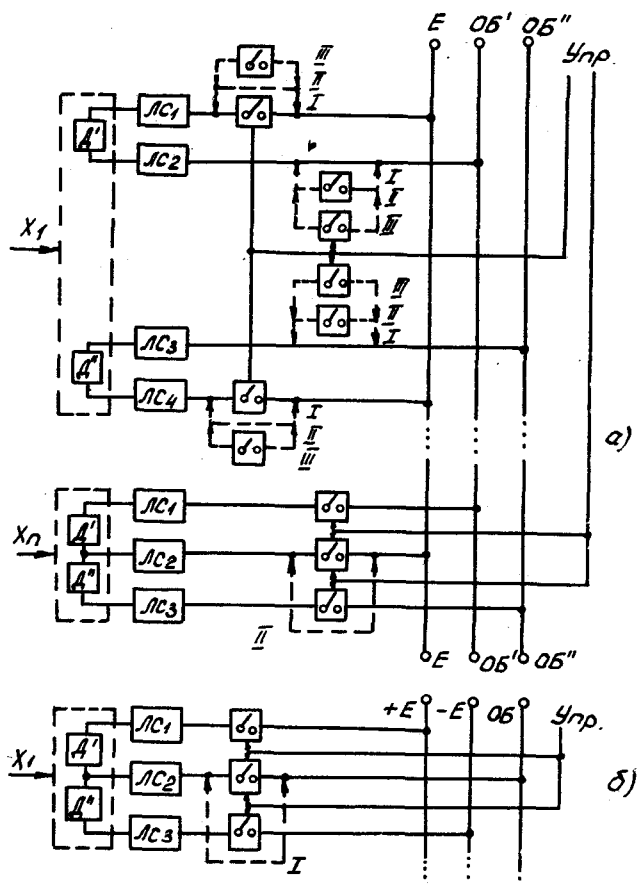
На рис. 1,б представлена структура подсистем с параллельным (одновременным) опросом плеч датчиков, которые включены в измерительные цепи ИЦ' и ИЦ''. Выходы ИЦ' и ИЦ'' связаны с входами двух операционных блоков ОБ', ОБ'', сигналы которых вычитаются в блоке вычитания. На рис. 3,а, раскрывающем возможные варианты подсистемы, изображены измерительные цепи с четырех- и трехпроводными линиями связи. Три варианта расположения ключей в четырехпроводной схеме аналогичны случаю с недифференциальными датчиками, изображенными на рис. 2.

В схеме с трехпроводными линиями неизменным условием является разделение каналов ключевыми элементами на шинах ОБ' и ОБ''. Отсутствие развязывающих ключей приводит к недопустимым взаимным влияниям, которые ограничивают число возможных вариантов.

Операторное выражение для рассматриваемых структур имеет вид

$$N_x = \epsilon_n \left[x_i T_{\epsilon i} \left(\begin{array}{ccc} P'_{\Delta i} & P'_{\kappa} & P'_{\Delta c} \\ P''_{\Delta c} & P''_{\kappa} & P''_{\Delta c} \end{array} \right) \right] P_{\gamma} \begin{array}{c} P'_{\text{об}} \\ P''_{\text{об}} \end{array} P_{\text{нч}} P_{\text{АЦП}},$$

где P_{γ} — оператор вычитания.



Р и с. 3. Варианты структуры измерительных цепей подсистем: а) с четырех-, трехпроводными линиями связи, одним источником питания и двумя операционными блоками; б) с трехпроводными линиями связи, двумя разнополярными источниками, одним операционным блоком

В структуре рис. 1, в используются два разнополярных источника питания ($\pm E$), благодаря которым удается осуществить вычитание непосредственно в ИЦ. Рис. 3,б раскрывает ИЦ подсистемы, в которой также осуществляется параллельный опрос плеч дифференциального датчика. Обычно эта схема используется при реализациях методов дифференцирующего и интегрирующего преобразования.

Операторное выражение функционирования имеет вид

$$N_x = \epsilon \frac{1}{n} \left[x_i T_{Ei} \left(\begin{array}{ccc} P'_{di} & P'_k & P'_{лс} \\ P''_{di} & P''_k & P''_{лс} \end{array} \right) P_- \right] P_y P_{об} P_{ун} P_{АЦП} .$$

Из обзора структурных вариантов и операторных выражений следует, что для анализа подсистем необходимы имитационные модели операторов T_E , $P_{об}$, P_- , $P_{ун}$, $P_{АЦП}$, причем операторы T_E и $P_{об}$ отражают наиболее специфичные свойства рассматриваемых подсистем. Из них наиболее сложной является модель T_E .

Действительно, оператор T_E характеризует работу многоканальной ИЦ, представляющей в общем случае разветвленную нелинейную цепь с переменными во времени параметрами L , R , C . Анализ таких ИЦ целесообразно вести методом уравнений состояний. Не останавливаясь на технологии моделирования, заметим, что число моделей операторов T_E можно значительно уменьшить, сопоставляя рассмотренные варианты. В частности, в качестве базовой можно использовать модель оператора T_{Ei} для недифференциальных датчиков (см. рис. 2). К этой модели сводятся прочие варианты ИЦ, приведенные на том же рисунке, а также схемы с четырехпроводными линиями связи на рис. 3,а. При большом числе датчиков в группе, когда влиянием одной линии, соединенной с общей точкой плеч опрашиваемого датчика, можно пренебречь, варианты с трехпроводными линиями (рис. 2) также можно свести к базовой модели.

Модели T_E остальных вариантов, модели операционных блоков, устройств нормализации и АЦП ($P_{об}$, $P_{ун}$, $P_{АЦП}$) по мере разработки образуют достаточно полную библиотеку моделей для всестороннего анализа и синтеза подсистем, использующих тестовые переходные процессы.

Л и т е р а т у р а

1. Барсуков Ю.И., Болтянский А.А., Секисов Ю.Н., Скобелев О.П. Методы преобразования, основанные на тестовых переходных процессах. Автоматизация экспериментальных исследований. КуАИ, 1975, с. 90-97.
2. Болтянский А.А., Пшеничников Ю.В., Скобелев О.П. Многоканальные аналого-цифровые преобразователи на основе тестовых переходных процессов в измерительных цепях. - Тезисы конференции по автоматизации научных исследований на основе применения ЭВМ "Системы сбора". Новосибирск, 1972, с.77-83.
3. Болтянский А.А., Васин Н.Н., Компанец В.К., Кондоров А.А., Райков Б.К., Секисов Ю.Н., Скобелев О.П. Структура многоканальных преобразователей, использующих тестовые переходные процессы. Автоматизация экспериментальных исследований. КуАИ, 1975, с. 97-105.
4. Каган Б.М., Воптелев А.И., Лукьянов Л.М. Системы связи УВМ с объектами управления в АСУ ТП. М., "Советское радио", 1978.

В.П.Глухов, Н.Л. Юмашева

О СЛУЧАЙНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПОДСИСТЕМЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ
РЕАЛИЗУЮЩЕЙ МЕТОД ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ

(Куйбышев)

При автоматизации экспериментальных исследований выдвигаются все более жесткие требования к точности устройств, входящих в состав автоматизированных систем управления экспериментом. Определяющими точность систем в целом являются аналоговые устройства, входящие в состав подсистем сбора информации.

Настоящая работа посвящена анализу случайной погрешности, снижение которой является наиболее сложной задачей при решении комплексной проблемы - достижении высокой точности. Достаточно