

## Интеллектуальный преобразователь частота—код повышенной живучести

В. В. МАКАРОВ

Московский государственный институт электроники и математики НИУ ВШЭ, Москва, Россия, e-mail: makarov.vw@yandex.ru

Рассмотрен интеллектуальный трехканальный преобразователь частота—код высокой живучести. Самодиагностика и автокалибровка преобразователя выполняются без прерывания текущих преобразований.

**Ключевые слова:** интеллектуальный преобразователь, адаптация, самодиагностика, автокалибровка, живучесть.

The intellectual three-channel frequency-code converter with high vitality is considered. Autodiagnosics and autocalibration of converter are performed without current conversions interruption.

**Key words:** intellectual converter, adaptation, autodiagnosics, autocalibration, vitality.

Преобразователи частота—код применяют в системах автоматического управления, информационно-измерительных системах для преобразования частоты выходных напряжений частотных датчиков физических величин в двоичные коды. Четырехканальный интеллектуальный преобразователь частота—код (ИПЧК) рассмотрен в [1]. Он адаптируется к неизвестным частотам входных частотных сигналов, выполняет самодиагностику, автокалибровку, питание его осуществляется от шины USB. Недостатками ИПЧК являются невысокая живучесть и прерывание текущих преобразований на время проведения самодиагностики и автокалибровки. При выходе из строя одного из каналов преобразований ИПЧК становится неработоспособным и должен быть заменен. Самодиагностика и автокалибровка занимают время нескольких десятков текущих преобразований, что может быть недопустимо.

Цель статьи — устранение указанных недостатков ИПЧК. Для этого один из его рабочих каналов преобразования переведен в резерв, изменена структурная схема. Число рабочих каналов преобразования уменьшено на один. Зато при выходе из строя одного из рабочих каналов преобразования последний заменяется резервным и ИПЧК остается работоспособным. Самодиагностика и автокалибровка выполняются без прерывания текущих преобразований при помощи резервного канала, временно замещающего рабочий канал преобразования. Рассматриваемый ИПЧК выполняет 14-разрядные параллельные преобразования трех частотных импульсных сигналов с амплитудой импульсов 0,5 — 10 В в диапазоне частот 10 Гц — 32 МГц с частотой преобразований 250 Гц в большей части диапазона (при  $f_x \geq 500$  Гц).

Структурная схема данного ИПЧК отличается от приведенной в [1] структурой коммутатора выбора режимов работы (рис. 1). Коммутатор 5 построен на четырех схемах коммутации 1 — 4. Выходы коммутатора подключены ко входам четырех идентичных каналов преобразования  $KП_1$  —  $KП_4$ . Диагностический  $g(t)$  и калибровочный  $k(t)$  сигналы могут быть коммутированы на вход любого из четырех каналов преобразования. В дальнейшем полагаем, что ИПЧК остается работоспособным в случае исправности не менее трех из четырех каналов преобразования. При выходе из строя одного из трех рабочих каналов  $KП_1$  —  $KП_3$  его функции передаются резервному каналу преобразования  $KП_4$ . Для этого

на входы схемы коммутации 4 подаются входные сигналы преобразователя  $s_1(t)$  —  $s_3(t)$ . Например, при выходе из строя первого рабочего канала преобразования  $KП_1$  сигнал  $s_1(t)$  будет направлен на вход резервного канала  $KП_4$ , замещающего рабочий канал  $KП_1$ . Но в этом случае операции самодиагностики или автокалибровки неизбежно прерывают текущие преобразования на время, равное нескольким десяткам миллисекунд [1].

Самодиагностика инициируется в ИПЧК и обязательно выполняется в начале работы (начальная диагностика). В дальнейшем возможны два варианта текущей самодиагностики: периодическая с периодом  $T_0$  и непериодическая, проводящаяся при выходе ИПЧК из «спящего» режима или по команде от центральной ЭВМ.

В случае работоспособности всех четырех каналов преобразования самодиагностика каналов осуществляется последовательно во времени. Для любого из рабочих каналов  $KП_j$  она проводится после окончания текущего преобразования поступающего на его вход сигнала  $s_j(t)$ .

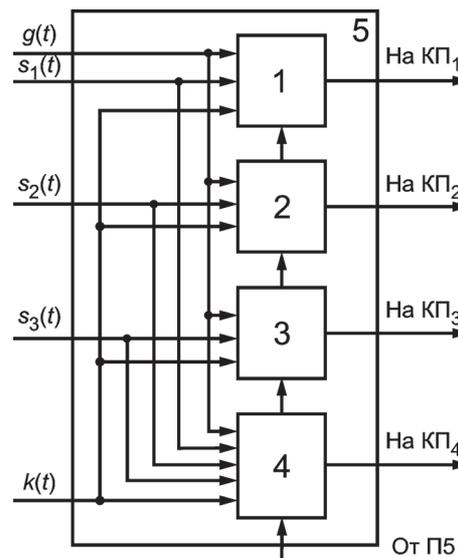


Рис. 1. Структурная схема коммутатора выбора режима работы: 1 — 4 — схемы коммутации; 5 — коммутатор выбора режима работы;  $KП_1$  —  $KП_4$  — каналы преобразования; П5 — порт управления микроконтроллера;  $s_1(t)$  —  $s_3(t)$  — входные сигналы;  $g(t)$ ,  $k(t)$  — диагностический и калибровочный сигналы

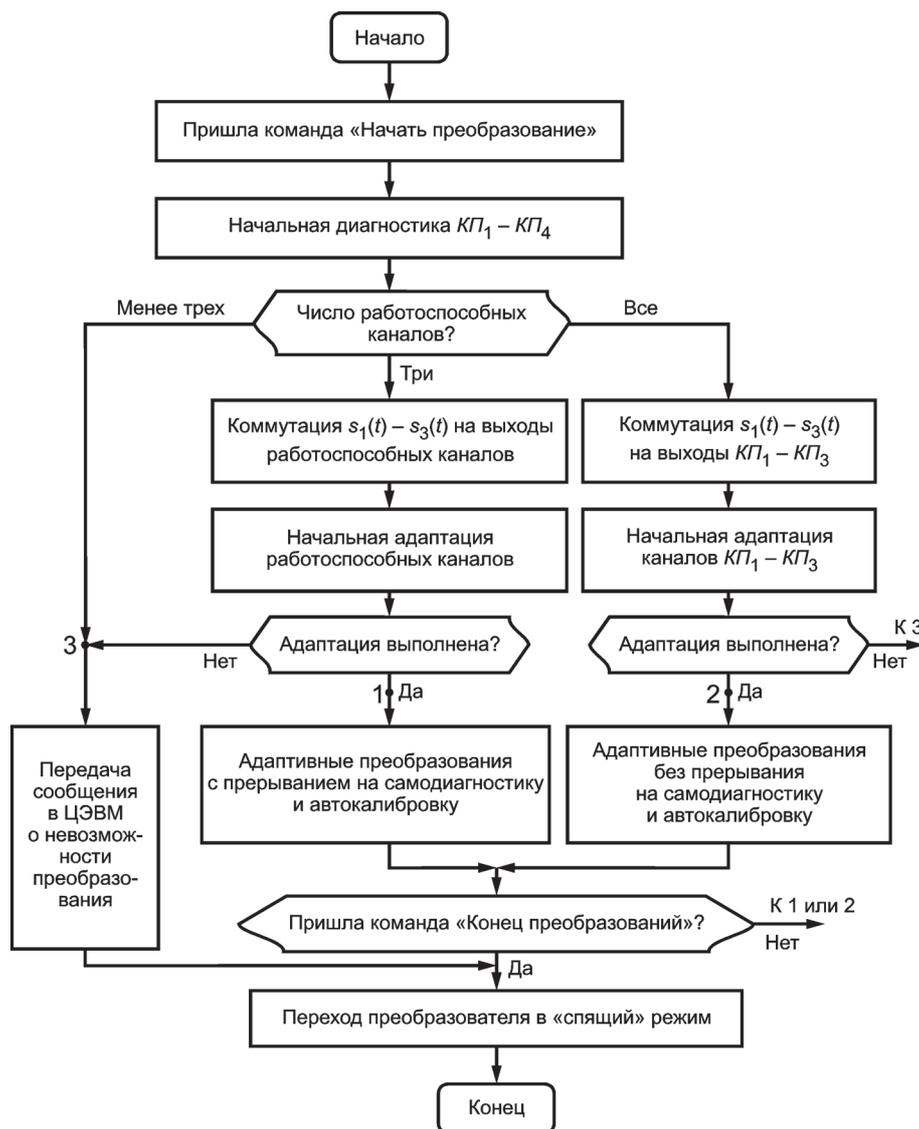


Рис. 2. Структурная схема алгоритма работы интеллектуального преобразователя частота—код:

$KП_1 - KП_4$  — каналы преобразования; ЦЭВМ — центральная ЭВМ;  $s_1(t) - s_3(t)$  — входные сигналы

Цель автокалибровки состоит в снижении систематических погрешностей преобразований. Ее достоинство заключается в небольшой длительности проведения, отсутствии прерываний преобразований, возможности адаптации ИПЧК к изменяющимся условиям работы.

Автокалибровка инициируется ИПЧК. После включения ИПЧК выполняется начальная калибровка. Последующие текущие калибровки могут быть периодическими с периодом  $T_1$  и непериодическими, инициируемыми, например, при существенном изменении температуры окружающей ИПЧК среды.

Для организации автокалибровки достаточно использовать один канал преобразования. Если исправны все четыре канала, то автокалибровка проводится при помощи резервного канала преобразования  $KП_4$ , что не вызывает прерывания текущих преобразований в рабочих каналах.

Структурная схема алгоритма работы ИПЧК приведена на рис. 2. С приходом команды «Начать преобразование» ИПЧК выходит из «спящего» режима и выполняет начальную са-

модиагностику каналов преобразования  $KП_1 - KП_4$ . Самодиагностика протекает параллельно во всех каналах; ее содержание подробно рассмотрено в [1]. В зависимости от результатов диагностики дальнейшие действия выполняются по одной из трех ветвей схемы.

Если число исправных каналов меньше трех (см. рис. 2, левая ветвь схемы), т. е. один из рабочих каналов вышел из строя, то в ИПЧК формируется сообщение о невозможности дальнейших преобразований, которое передается в центральную ЭВМ по запросу о результатах диагностики, и ИПЧК возвращается в «спящее» состояние. Если все четыре канала исправны (правая ветвь схемы), то входные сигналы  $s_1(t) - s_3(t)$  коммутируются на входы рабочих каналов преобразования. Далее организуется начальная адаптация этих каналов, подробно рассмотренная в [1]. При успешной адаптации ИПЧК переходит в режим адаптивных преобразований, в процессе которых организуются: периодическая самодиагностика; периодический контроль напряжений питания ИПЧК и температуры окружающей среды; периодическая или спорадическая автокалибровка преобразователя [1]. Эти операции выполняются в фоновом режиме, без прерывания текущих преобразований входных сигналов в рабочих каналах. Если хотя бы в одном из рабочих каналов адаптация не осуществлена, происходит переход в точку 3 левой ветви (см. рис. 2) и выполняются рассмотренные ранее действия, завершающиеся переходом ИПЧК в «спящий» режим.

Когда по результатам самодиагностики работоспособны три из четырех каналов преобразования, операции осуществляются в соответствии со средней ветвью; они аналогичны операциям в правой ветви. Отличие состоит в том, что самодиагностика и автокалибровка происходят с прерыванием текущих преобразований в рабочих каналах. С приходом команды «Конец преобразований» ИПЧК переходит в «спящий» режим и работа преобразователя заканчивается.

Таким образом, интеллектуальный четырехканальный преобразователь частота—код предназначен для применения в системах автоматического управления и информационно-измерительных системах. Он отличается более высокой живучестью и обеспечивает непрерывность преобразований, так как не требует прерывания преобразований на время проведения самодиагностики и автокалибровки.

#### Литература

1. Макаров В. В. Интеллектуальный четырехканальный преобразователь частота-код // Измерительная техника. 2011. № 3. С. 25—30; Makarov V. V. Intelligent four-channel frequency-code converter // Measurement Techniques. 2011. V. 54. N 3. P. 255—264.

Дата принятия 14.04.2012 г.