

# Многоканальная система автоматического контроля с повышенным быстродействием

Е. М. Антонюк<sup>1</sup>, И. Е. Варшавский<sup>2</sup>  
Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В. И. Ленина (Ульянова)

Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup>peterant@hotmail.com, <sup>2</sup>varshavskiyie@gmail.com

П. Е. Антонюк

Высшая школа технологий и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета  
промышленных технологий и дизайна

Санкт-Петербург, Россия

peterant7@gmail.com

**Аннотация.** Рассматривается многоканальная система автоматического контроля с повышенным быстродействием. Принцип действия системы предполагает использование временного разделения каналов, что в совокупности с адаптивными алгоритмами позволяет существенно сокращать объёмы избыточной информации. Оценка быстродействия многоканальной системы представлена в виде формулы, позволяющей проводить сравнительный анализ быстродействия с использованием различной схмотехнической элементной базы.

**Ключевые слова:** система автоматического контроля; информационно-измерительная система; сжатие данных; адаптация; повышение быстродействия

## I. ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень развития научно-технической мысли определяет развитие промышленных и научных предприятий. Усложнение исследуемых объектов ведёт к непрерывному росту измерительной информации, для использования которой необходимо постоянное совершенствование измерительной техники.

Необходимость исследования сложных многопараметрических объектов привела к внедрению многоканальных информационно-измерительных систем (ИИС).

Для решения задач управления и регулирования в условиях возрастающих потоков измерительной информации требуется сокращать объёмы не существенной, с точки зрения решаемой задачи, информации, например, с отбором величин, превысивших заранее установленный уровень, что обеспечивается информационно-измерительными системами с допусковым контролем – системами автоматического контроля (САК).

Для сокращения объёмов избыточной измерительной информации [1], передачи данных по телеметрическому каналу [2] в многоканальных САК используется временное разделение каналов с отбором информации по нескольким критериям, что позволяет получать высокие значения коэффициентов сжатия и существенно сужать полосу частот телеизмерительного канала.

В качестве критерия для отбора информации можно использовать особенности динамических и амплитудных характеристик измеряемых величин, что в условиях недостаточности априорных сведений о контролируемом объекте приводит к появлению высоких погрешностей, например, возникающих от многоканальности [3].

Отбор информации по множеству критериев, перестраивание алгоритма функционирования системы, приспособление системы к характеристикам измеряемых параметров осуществляют адаптивные системы автоматического контроля (АСАК).

Важной особенностью адаптивных САК является возможность работы в реальном времени, что позволяет использовать такие системы для решения задач управления и регулирования.

Для повышения метрологических характеристик АСАК рационально использовать адаптивную коммутацию [4], такой подход позволяет существенно повышать достоверность контроля, быстродействие и другие основные характеристики ИИС с допусковым контролем.

Системы с адаптивной коммутацией производят анализ в последовательном, последовательно-параллельном и параллельном режимах, при этом основным недостатком САК с последовательным анализом параметров входных величин является низкое, относительно других, быстродействие.

Использование одновременного-параллельного анализа параметров входных величин позволяет существенно повысить быстродействие адаптивной системы, за счёт увеличения сложности построения, так как параллельный анализ требует использования массивных сборок логических элементов [5].

Сложность построения АСАК с параллельным анализом параметров существенно уменьшается при использовании в качестве элементной базы программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), где построение сборки логических элементов осуществляется с помощью заранее заданного алгоритма.

## II. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Структурная схема многоканальной АСАК с повышенным быстродействием показана на рисунке.

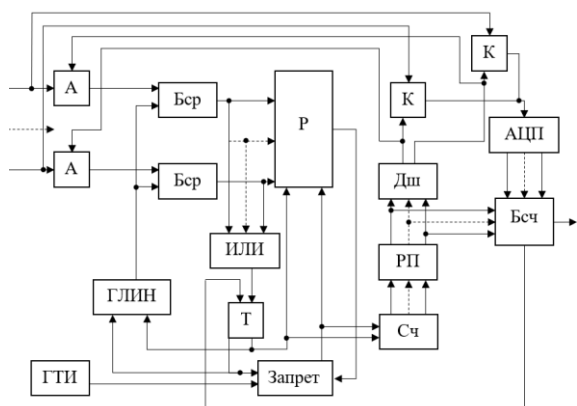


Рис. 1. Структурная схема многоканальной системы автоматического контроля с повышенным быстродействием

Система работает следующим образом, синхронизирующий импульс с синхронизирующего выхода блока считывания (Бсч) устанавливает в нулевое состояние триггер (Т), на первом выходе которого при этом появляется логическая «1», запускающая генератор линейно-изменяющегося напряжения (ГЛИН) и устанавливающая в нулевое состояние счётчик (Сч), при этом дающая разрешение на запись состояний выходов блоков сравнения (Бср) в регистр (Р) сдвига.

ГЛИН вырабатывает монотонно-убывающее напряжение, которое с помощью Бср сравнивается с выходным напряжением анализаторов (А), от которых к входам Бср поступает соответствующий параметр измеряемой величины. В момент равенства выходного напряжения генератора и контролируемого параметра срабатывает Бср в соответствующем канале.

При срабатывании блока сравнения логическая единица записывается в соответствующий номеру канала разряд регистра, в дополнительный разряд которого предварительно записан «0».

Одновременно с этим на выходе элемента «ИЛИ» появляется логическая единица, которая опрокидывает Т, при этом логический ноль с его первого выхода запрещает дальнейшую запись в регистр, а логическая «1» появляющаяся на втором выходе триггера, сбрасывает в исходное состояние генератор и открывает элемент запрета.

Импульсы от генератора тактовых импульсов (ГТИ) через открытый элемент запрета поступают на вход сдвига регистра и на вход двоичного счётчика, при этом с поступлением каждого импульса логическая единица, записанная в регистр, перемещается на один разряд в сторону дополнительного разряда, а код Сч увеличивается на единицу.

При появлении логической «1» в дополнительном разряде Р появляется сигнал на запрещающем входе

элемента ЗАПРЕТ, который закрывается, останавливая тем самым дальнейший сдвиг и счёт. Двоичный код, который окажется записанным к этому моменту в счётчике, будет соответствовать номеру канала с максимальным значением анализируемого параметра.

Возможны ситуации, когда одинаковое максимальное значение контролируемого параметра достигается одновременно в нескольких каналах. В этом случае одновременно сработают несколько блоков сравнения, и логическая единица окажется записанной в несколько разрядов Р. При этом сдвиг и счёт будут остановлены при появлении в дополнительном разряде Р ближайшей к дополнительному разряду логической «1», и в Сч окажется записанным адрес соответствующего канала. Таким образом, при групповом поступлении требований на опрос осуществляется приоритет по номеру канала.

При появлении очередного импульса на синхронизирующем выходе Бсч адрес выбранного для передачи канала переписывается из Сч в регистр памяти (РП), на соответствующем выходе дешифратора (Дш) появляется сигнал, открывающий ключ (К) выбранного канала и сбрасывающий А выбранного канала. При этом запускается аналого-цифровой преобразователь (АЦП), преобразующий аналоговый сигнал выбранного канала в цифровой код. Одновременно устанавливая в нулевое состояние Т и цикл работы САК повторяется. В следующем цикле выбора канала с максимальным параметром входной величины, Бсч последовательно считывает в канал связи код адреса канала, выбранного в предыдущем цикле, который хранится в РП, а затем код информации, который появляется на АЦП к моменту окончания считывания адреса.

## III. ОЦЕНКА БЫСТРОДЕЙСТВИЯ

Оценка быстродействия такой системы производится на основе оценки общего времени выбора канала [5]:

$$T' = (t_k - t_{зан}) \cdot N, \quad (1)$$

где  $t_k$  – время коммутации, в случае использования аналоговых ключей – время срабатывания аналогового ключа;  $t_{зан}$  – время записи анализируемого параметра в память Бср,  $N$  – число каналов САК.

При построении 32-х канальной САК на основе аналоговой схмотехники общее время выбора канала (1) не превышает 2 мс, что в 200 раз превышает аналогичную характеристику САК с последовательным анализом параметров [5].

## IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многоканальная система автоматического контроля с адаптивным принципом действия (рис. 1) является основой [6, 7, 8] для построения алгоритмического обеспечения для реализации САК на основе средств вычислительной техники.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Адаптивная система автоматического контроля со сжатием данных / Антонюк Е.М., Антонюк П.Е., Варшавский И.Е. // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2019. Т. 1. С. 274-275.
- [2] Telemetry system with adaptive commutation / Antonyuk E.M., Varshavskiy I.E., Kolpakova I.S., Minina A.A., Antonyuk P.E. // В сборнике: Proceedings of the 2016 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference, EIConRusNW 2016. 2016. С. 389-391.
- [3] On minimization of total errors in measurement systems with adaptive commutation / Antonyuk E.M., Varshavskiy I.E., Minina A.A., Antonyuk P.E. // В сборнике: Proceedings of the 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus 2018. 2018. С. 167-169.
- [4] Многоканальные системы автоматического контроля с адаптивным опросом каналов / Антонюк Е.М., Антонюк П.Е., Варшавский И.Е., Колпакова И.С. // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2016. Т. 2. С. 161-163.
- [5] Авторское свидетельство СССР № 886032 / Е.М. Антонюк, А.Ф. Родимов. Адаптивный коммутатор системы телеизмерений; Опубл. 30.11.1981. Бюл. № 44.
- [6] Адаптивная система автоматического контроля с последовательно-параллельным анализом информации. Антонюк Е.М., Антонюк П.Е., Варшавский И.Е. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019661339, 27.08.2019. Заявка № 2019660215 от 13.08.2019.
- [7] Адаптивная система автоматического контроля с параллельным анализом информации. Антонюк Е.М., Антонюк П.Е., Варшавский И.Е. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019661338, 27.08.2019. Заявка № 2019660216 от 13.08.2019.
- Адаптивная система автоматического контроля с последовательным анализом информации. Антонюк Е.М., Антонюк П.Е., Варшавский И.Е. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019661297, 27.08.2019. Заявка № 2019660050 от 12.08.2019.