



Е.М. Антонюк, П.Е. Антонюк, Д.С. Гвоздев

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ АНАЛИЗОМ ОТКЛОНЕНИЙ

(Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»))

Современное развитие экспериментальных исследований, технологических процессов и производства требуют измерения или (и) контроля большого числа параметров, позволяющих судить о состоянии того или иного объекта. При этом наблюдается непрерывный рост объема измерительной информации, обусловленный усложнением производственных процессов и научных исследований. Всё это приводит к необходимости совершенствования существующих информационно-измерительных систем, к которым относятся как измерительные системы, так и системы автоматического контроля, т.е. к появлению систем нового поколения – адаптивных систем со сжатием данных. Появление и развитие адаптивных информационно-измерительных систем со сжатием данных основывается на том, что не вся получаемая от объекта информация является одинаковой ценной, особенно, если учесть, что любые измерения производятся с определенной точностью, и часть информации является избыточной, т.е. такой, без которой входные сигналы могут быть восстановлены с заданной допустимой погрешностью. Сокращение избыточной измерительной информации с помощью методов сжатия данных, например, в телеизмерительных системах позволяет сократить требуемую полосу пропускания частот в каналах связи, уменьшить время обработки информации и объем памяти запоминающих (регистрирующих) устройств [1].

До настоящего времени методы сжатия данных в системах автоматического контроля практически не используются. В отличие от измерений, где результатом являются количественные значения измеряемой величины, при контроле, под которым понимается процесс установления соответствия между объектом контроля и заранее заданной нормой, результатом является то или иное логическое утверждение (“больше” – “меньше”, “годен” – “негоден” и т.п.). В существующих многоканальных системах автоматического контроля в подавляющем большинстве случаев применяется временное разделение каналов, т.е. осуществляется дискретный последовательный опрос контролируемых параметров с постоянной частотой и, следовательно, обнаружение параметров, отклонившихся от нормы, происходит через определенные моменты времени, что даёт возможность использования одних и тех же средств для измерения и контроля информации от множества параметров контролируемого объекта. Дискретный характер проведения операции контроля такими системами в общем случае снижает достоверность результатов контроля, т.е. вероятность того, что контролируемая величина в момент опроса не вышла из зоны допустимых значений. Для достижения заданной достоверности частоту проведения операций



контроля выбирают с учетом экстремальных динамических свойств контролируемых параметров, что приводит к большой избыточности операции контроля и неоправданным затратам. В то же время может возникнуть ситуация, когда некоторые параметры всё же выходят за пределы допустимых значений и может быть пропущен предаварийный (или даже аварийный) режим работы объекта из-за недостаточности априорных сведений о динамических свойствах объекта контроля или невозможности построения системы автоматического контроля в соответствии с динамическими свойствами объекта.

Переход к адаптивному контролю позволяет выводить на обслуживание параметры, отклонившиеся от номинальных или допустимых значений на определенную заданную величину. Если учесть, что в большинстве систем автоматического контроля одновременно с контролем, т.е. в реальном времени, осуществляется регулирование отклонившихся параметров, то значение адаптивного контроля в ряде случаев может быть очень важным. Таким образом, в отличие от известных систем автоматического контроля с циклическим опросом контролируемых параметров в адаптивных системах в первую очередь может обслуживаться самый “опасный” с точки зрения работоспособности объекта параметр, регулирование которого снизит или даже устранил опасную ситуацию [2].

Адаптивные системы автоматического контроля могут быть построены на основе методов адаптивной коммутации с различными принципами (алгоритмами) выбора наиболее “опасных” параметров. При этом производится анализ отклонений контролируемых параметров от номинальных значений и определяется наибольшее отклонение по всем параметрам объекта. Если найденное отклонение превышает допустимое значение, это отклонение (или сам параметр) может использоваться для индикации оператору или являться сигналом для регулирования объекта контроля.

Возможен параллельный, последовательный и последовательно-параллельный методы анализа отклонений [3]. Параллельный метод обладает наибольшим быстродействием нахождения наибольшего отклонения, но и имеет наибольшую сложность схемного использования. При этом сложность резко возрастает при увеличении числа контролируемых параметров.

Последовательный анализ отклонений предполагает использование метода “перебора” и следовательно в схемном использовании требует наличия “памяти” для осуществления сравнения последующих значений отклонений от предыдущих. Схемное исполнение в этом случае требует меньших затрат по сравнению с параллельным методом анализа при одном и том же числе контролируемых параметров.

При последовательно-параллельном методе анализа отклонений выделение наибольшего отклонения осуществляется параллельно, а номер параметра, имеющего это наибольшее отклонение, находится с помощью последовательного опроса всех отклонений. В этом случае не требуется запоминать предыдущие значения отклонений, и потому скорость опроса может быть максимально высокой в соответствии с выбранной элементной базой. При этом быстро-



действие нахождения наибольшего отклонения приближается к быстродействию метода параллельного анализа, а схемное исполнение по сложности практически соответствует исполнению метода последовательного анализа отклонений.

Рассмотрим структурную схему адаптивной системы автоматического контроля с последовательно-параллельным анализом отклонений (рис.1). Система работает следующим образом.

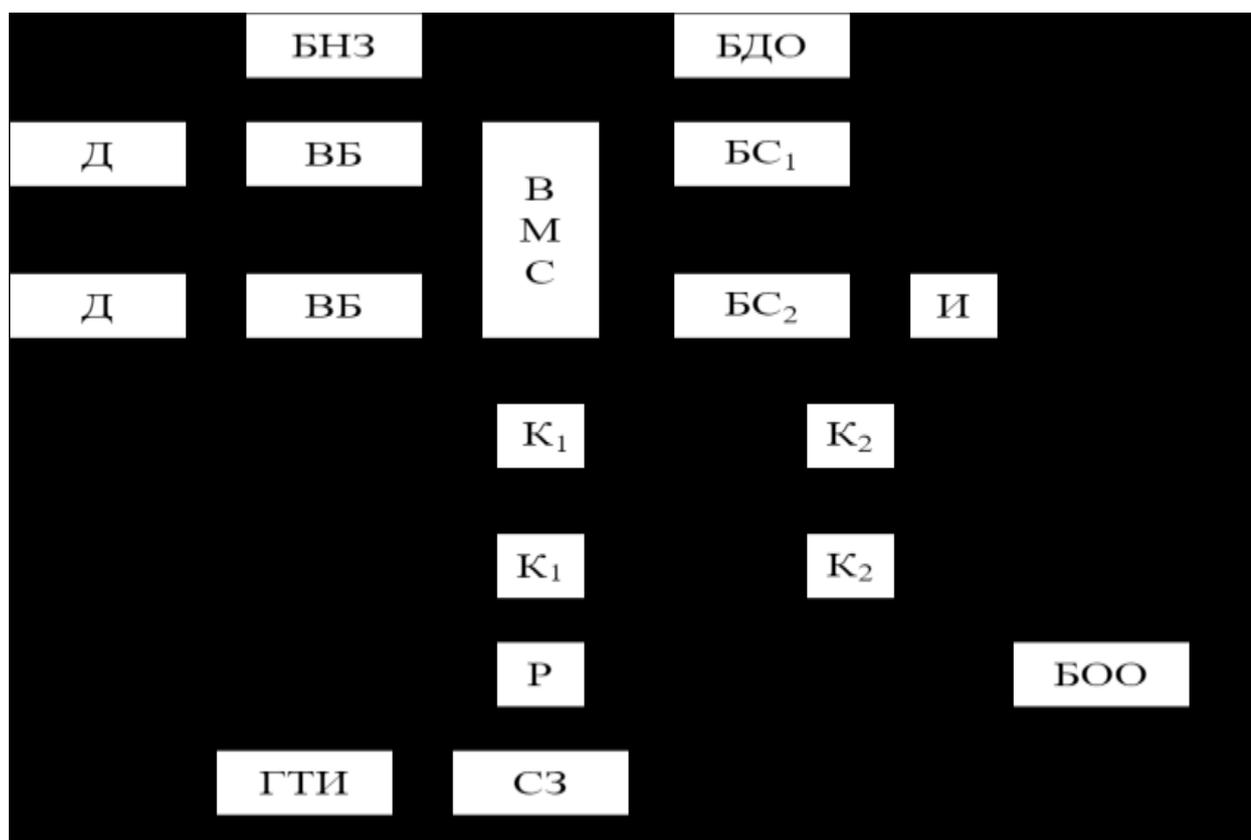


Рис. 1. Структурная схема адаптивной системы автоматического контроля

Выходные унифицированные сигналы (напряжения) датчиков Д, пропорциональные контролируемым параметрам объекта, сравниваются вычитающими блоками ВБ с номинальными значениями от блока номинальных значений БНЗ. Разностные сигналы одновременно (в параллельном режиме) поступают на входы выявителя максимальных сигналов ВМС и на информационные входы ключей К₁ и К₂, управляемые распределителем Р, причём ключи К₁ и К₂, относящиеся к одному каналу контроля, открываются одновременно. Распределитель Р с ключами К₁ осуществляет таким образом последовательный режим опроса отклонений. Выявитель максимального сигнала ВМС может быть построен на диодных сборках. Использование диодных сборок для выделения максимальных напряжений основано на том, что между операциями алгебры логики и операциями выделения максимума и минимума существует аналогия [4], а именно



$$x_1 \cup x_2 \cup \dots \cup x_n = \max(x_1, x_2, \dots, x_n);$$

$$x_1 \cap x_2 \cap \dots \cap x_n = \min(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где x_i – напряжение на i -м входе диодной сборки; \cup и \cap – символы логических операций «дизъюнкция» и «конъюнкция».

После обработки предыдущего отклонения блок обнаружения отклонения БОО сигналом «Пуск» открывает схему запуска СЗ и импульсы от генератора тактовых импульсов ГТИ поступают на вход распределителя Р. Наибольшее отклонение (напряжение) с выхода ВМС поступает на первые входы блоков сравнения БС₁ и БС₂. Второй вход БС₁ подключен к блоку допустимых отклонений БДО. БС₁ вырабатывает логический сигнал «1», если сигнал на первом входе БС₁ больше допустимого отклонения. На второй вход БС₂ поступают поочередно напряжения с выходов ВБ. При появлении на этом входе напряжения, равного напряжению на выходе ВМС, т.е. при нахождении канала с наибольшим отклонением, БС₂ вырабатывает логический сигнал «1», поступающий на один из входов элемента «И», на второй вход которого подается сигнал «1» от БС₁, если наибольшее отклонение превышает допустимое отклонение. Элемент «И» формирует сигнал «Стоп», закрывающий СЗ, и прекращает поступление импульсов от ГТИ к распределителю Р. Распределитель останавливается на выбранном канале, а разностный сигнал вместе с адресом поступает в БОО. Если максимальная разность появилась на нескольких ВБ одновременно, то они будут опрошены по очереди в соответствии с их номерами.

Блок обнаружения отклонений БОО вырабатывает сигналы индикации параметров контролируемого объекта, вышедших за пределы допустимых отклонений, а также сигналы, позволяющие проводить регулирование этих параметров, что может предотвратить появление предаварийной или даже аварийной ситуации.

Таким образом в докладе рассмотрен один из вариантов построения адаптивной системы автоматического контроля, позволяющего получать информацию о состоянии технологических процессов и сложных объектов в реальном времени, что дает возможность использовать полученную информацию непосредственно для регулирования технологических процессов, прогнозирования и поддержания работоспособности объекта.

Литература

1. Адаптивные телеизмерительные системы/ Б.Я.Авдеев, Е.М.Антонюк, С.Н.Долинов, Л.Г.Журавин, Е.И.Семенов, А.В.Фремке; под ред. А.В.Фремке. Л.: Энергоатомиздат, 1981.
2. Антонюк Е.М. Адаптивные системы автоматического контроля// Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Научное приборостроение. 1999. Вып.1. с. 10-13.
3. Антонюк Е.М., Ломоносова Ю.С. Системы автоматического контроля со сжатием данных // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2009. №7. с. 62-68.
4. Нетребенко К.А. Компенсационные схемы амплитудных вольтметров и указателей экстремума. М.: Энергия, 1967.