

В. К. Компанец, Б. К. Райков, О. П. Скобелев,
А. П. Федорин

АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Метрологические исследования измерительных преобразователей сводятся к определению градуировочных характеристик, основных и дополнительных погрешностей. Это требует большого объема экспериментальных данных, полученных при многократной градуировке преобразователя в прямом и обратном направлении в нормальных условиях и при изменении внешних мешающих факторов. Для существующих методов обработки характерен различный уровень сложности, однако для более достоверного определения характеристик и погрешностей, как правило, требуется большой объем вычислений.

Объем экспериментальных данных, необходимых для аттестаций многоканальных измерительных преобразователей (МИП), а также количество вычислительных операций по обработке эксперимента возрастают при увеличении числа каналов. При этом сроки проведения метрологических исследований затягиваются настолько, что нередко под сомнение ставится необходимость аттестации всех каналов преобразователя.

Между тем, развитие средств вычислительной техники и непрерывное расширение сфер ее применения в настоящее время позволяет автоматизировать метрологические исследования цифровых измерительных преобразователей на основе применения ЭВМ.

При автоматизации метрологических исследований решаются в основном две задачи: создание технических средств автоматизации и математическое обеспечение эксперимента. Первая связана с созданием программного (ПУ) и исполнительного (ИУ) устройств, а также набора эталонов (Э), которые реализуют принятую методику эксперимента (рис. 1). Вторая задача сводится к созданию программ обработки и управления экспериментом.

Автоматизация наиболее эффективна в том случае, когда

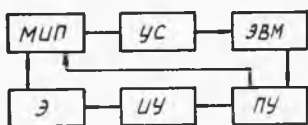


Рис. 1. Структура автоматизации метрологических исследований многоканальных измерительных преобразований

МИП преобразует однотипные параметры, изменяющиеся в одинаковых пределах (например, нормализованные напряжения и токи, нормализованные неэлектрические параметры — температура, перемещение, давление и т. д.). Тогда по команде с ПУ с помощью ИУ на входах датчиков или имитаторов устанавливается первое значение параметра, заданное по эталону.

С ПУ подается команда на запуск коммутатора МИП, который производит опрос каналов. Одновременно результаты отсчета через устройство согласования кодов (УС) поступают в память ЭЦВМ. После сигнала разрешения с ЭЦВМ вновь запускается ПУ и с помощью ИУ устанавливается новое значение параметра.

Продолжительность эксперимента увеличивается в том случае, если входные параметры разнородны или отличаются по величине. Тогда градуировочные характеристики снимаются в той же последовательности, но поочередно на каждом канале.

Обработка результатов эксперимента может производиться после его окончания или в процессе проведения.

Выбор типа ЭЦВМ в настоящее время весьма ограничен. Это связано с началом освоения отечественной промышленностью «Мини-ЭВМ», предназначенных для экспериментальных исследований. Поэтому на современном этапе для проведения метрологических исследований можно использовать широко распространенные малые ЭЦВМ.

В Куйбышевском авиационном институте ЭЦВМ «Проминь» позволила частично автоматизировать испытания многоканальных преобразователей. В отличие от полностью автоматизированной системы установка эталонов производилась вручную. Для непосредственного ввода информации с МИП, кроме разработки УС, в ЭЦВМ была произведена незначительная доработка (рис. 2). Она заключалась в установке штепсельного разъема (ШР), переключателя В и триггера Т. Для простоты показаны цепи коммутации лишь для одного разряда сумматора мантиссы. На схеме переключатель изображен в положении приема информации от СУ.

Запись чисел в машину производится по программе, набранной на матрице. При этом использовалась команда Чт52*. Запуск программы осуществляется импульсом от МИП. Этот импульс вызывает опрокидывание триггера Т, который, в свою очередь приводит в соответствие сигналы П1 и П2. После записи числа в ЭЦВМ вырабатывается импульс конца операции, который возвращает триггер в исходное состояние. Если импульс конца операции отсутствует (например, после включения машины), то триггер возвращается кнопкой «начальный сброс».

Скорость занесения чисел в машину определяется сложностью и длиной программы ввода. С точки зрения быстродействия предпочтительна запись чисел в режиме «Ввод 2». Вся схема при этом остается без изменений, за исключением триггера, который в этом режиме работы используется вместо кнопки «Запись в ячейку». Однако такие факторы, как удобное размещение числового материала, его предварительная обработка в процессе приема и возможность выборочной записи отдельных

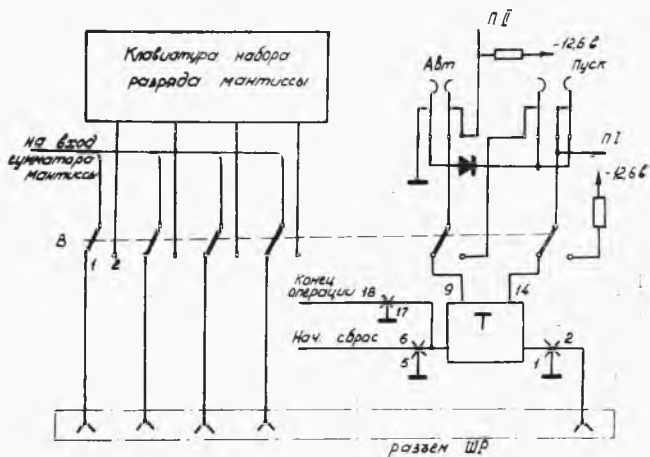


Рис. 2. Схема доработки ЭВМ «Проминь» для ввода измерительной информации

фрагментов массива чисел, заставляют отдавать предпочтение автоматическому (программному) вводу. Выбор того или иного способа ввода определяется конкретными условиями.

Для проведения метрологических исследований преобразователей было разработано несколько программ. В частности, наиболее объемная программа определения основной погрешности преобразователя соответствовала одной из ведомственных нормалей. Согласно этой нормали составляющие основной погрешности учитывают гистерезис и нелинейность характеристики, а также случайный разброс отсчетов. Процесс обработки экспериментальных данных в этом случае включает: программу формирования констант, программу ввода, программу определения основной погрешности. Размер программной матрицы не позволяет разместить на ней перечисленные программы. Поэтому в процессе обработки необходима смена перфокарт по окончании работы программ формирования констант и ввода.

Накопитель чисел ограничивает объем экспериментальных данных. Программа определения основной погрешности рассчитана на сорок восемь чисел, соответствующих трехкратно снятой градуировочной характеристике по восьми точкам в прямом и обратном направлениях.

Опыт проведения испытаний с помощью ЭЦВМ показывает, что время испытаний определяется, главным образом, переключением эталонов и каналов МИП. Это время будет значительно уменьшено при введении ПУ и ИУ (рис. 1), т. е. при полной автоматизации. Но даже частичная автоматизация сокращает сроки проведения испытаний в сотни и тысячи раз.

Автоматизация на базе ЭЦВМ целесообразна не только на предприятиях, серийно выпускающих измерительную аппаратуру, но также в НИИ и КБ, занимающихся ее разработкой.

О. Б. Власов-Власюк, Ю. В. Ковачич, А. М. Линец,
Г. В. Пехтерев, А. М. Шевченко

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Разработка цифровой системы управления силовой установки, как и любой другой сложной системы, проходит несколько фаз, отличающихся содержанием и распределением объемов работ. Характерным для первых фаз является преобладание исследовательских работ.

Обычно на фазе формулирования основных принципов решения задачи затраты распределяются следующим образом [1]:

анализ задач и методов решений	— 75%
конструкторские проработки	— 25%

На следующей фазе — предварительной разработки и выбора конкретных технических решений — анализ задач и методов решений требует 50% затрат.

конструкторские проработки — 50%.

Ввиду сложности современных систем, подчас невозможно аналитически установить требуемые зависимости параметров в системе. В таком случае основным средством анализа задач является исследование моделей и прототипов системы на моделирующих установках (аналоговых вычислительных машинах); на цифровых вычислительных машинах и на стендовых установках.

Однако затраты на проведение работ существенно различаются в зависимости от используемых средств. Так, например, если ориентироваться на «машинный час», то для перечисленных средств соотношение стоимостей машинного часа будет в среднем равно 1:2.

Учитывая большой удельный вес исследовательских работ, высокую стоимость их осуществления, следует уделять большое внимание распределению усилий и технических средств по этапам разработки. Очевидна также перспективность и важность автоматизации исследований при проведении подсобных работ.

Целью моделирования замкнутых цифровых систем управления являются, с одной стороны, определение состава алгоритмов управления, значений числовых параметров алгоритмов, обеспечивающих заданные точности, характер переходных процессов, устойчивость, отсутствие автоколебаний и пр.; с другой