

УДК 681.3.06

И.Д.Азаров, И.А.Дроздов, К.В.Исаев

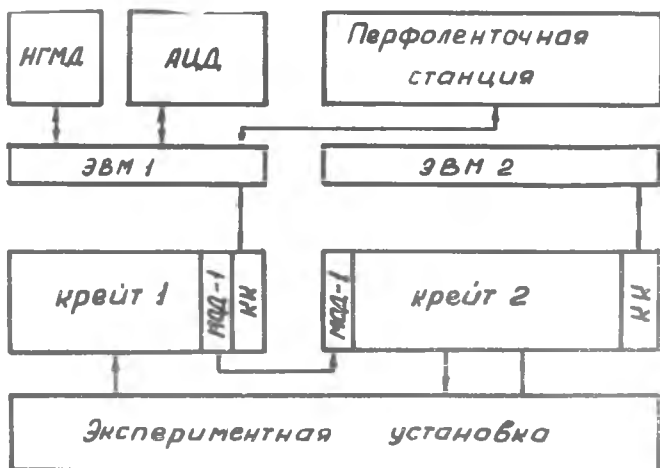
СИСТЕМА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (СИОЭ)  
ДЛЯ АКТИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА  
(г. Ростов-на-Дону)

Активные методы идентификации предполагают многократное чередование процедур планирования эксперимента (факторов эксперимента и тестирующих процессов), проведения испытаний и оценивания параметров модели исследуемого объекта по полученным данным. Характер процессов тестирования зависит от свойств объекта и может определяться в ходе эксперимента. Это обуславливает иерархическое построение АСНИ, ориентированной на активные методы идентификации. Особенностью научных исследований в области механики полимеров является необходимость достаточно часто изменять план эксперимента и функциональную структуру АСНИ. Нужно обеспечивать проведение большого числа как однотипных испытаний, так и экспериментов с неустоявшейся методикой. Поэтому ставится задача автоматизации на базе одних и тех же аппаратно-программных средств как можно большего числа разнообразных экспериментальных исследований.

Техническое обеспечение (рис.1) создаваемой АСНИ состоит из двух микроЭВМ "Электроника-60М", двух крейтов модулей КАМАК, алфавитно-цифрового дисплея, устройства ввода-вывода на перфоленту и накопителя на гибких магнитных дисках.

Доступ к системе осуществляется через ЭВМ 1, которая выполняет функции подготовки программы эксперимента, сбора, обработки и хранения экспериментальных данных. ЭВМ 2 генерирует тестирующие сигналы с параметрами, определяемыми ЭВМ 1. Связь между ЭВМ осуществляется через модули обмена данными МОД-1.

Система программного обеспечения эксперимента (СИОЭ) состоит из транслятора *GENSP* с входного языка СИОЭ на язык Фортран, библиоте-



Р и с. 1. Структурная схема технических средств АСНИ

ки программ обеспечения эксперимента (*LIBRSP*), программ приема и передачи параметров между ЭВМ (*TRNSP*) и управления тестируемыми процессами на ЭВМ 2 (*TESTSG*). Гибкость по отношению к составу оборудования и его конфигурации обеспечивает проблемно-ориентированный входной язык СИОЗ, являющийся расширенным базовым языком Фортран. Предполагается, что программа эксперимента задается в виде режимов тестирования объекта (процессов на входах объекта исследования), способов наблюдения откликов (процессов на его выходах), обработки и хранения данных. Так как большинство пользователей имеют малый опыт программирования, особое внимание уделялось естественности входного языка для экспериментатора и строгому синтаксическому контролю при переводе программы транслятором *GENSP*. Некоторые операторы ввода-вывода Фортрана дублируются более простыми и удобными в использовании операторами СИОЗ. Входной язык пользователь-непрограммист легко осваивает, так как требуется знание лишь минимального набора операторов базового языка.

Все программы СИОЭ построены по модульному принципу и выполняются под управлением операционной системы РАФОС. Основная часть программ написана на Фортране с использованием набора подпрограммы работы с ИМАК-аппаратурой. Программы передачи данных между ЭВМ и управляющими процессами, требующие максимальной скорости выполнения, реализованы на ассемблере. Текст программы эксперимента подготавливается с помощью редактора *EDIT* операционной системы, переводится *GENSP* в фортрановский текст, компилируется и компоуется с библиотекой объектных модулей *LIBRSP*. При этом можно пользоваться стандартными заданиями СИОЭ, использующими пакетный режим операционной системы.

Текст программы на входном языке может содержать как операторы СИОЭ (для выделения которых в начале строки ставится предупредительный символ), так и операторы базового языка. Транслятор *GENSP* учитывает с диска входной файл с текстом программы, за один проход производит обработку операторов СИОЭ, не изменяя операторов базового языка, и записывает полученный текст в указанный выходной файл. Обработка операторов СИОЭ состоит в синтаксическом анализе и определении типа каждого из операторов, которые делятся на декларационные и исполнительные. Исполнительный оператор заменяется на оператор вызова соответствующей подпрограммы библиотеки *LIBRSP* с параметрами, заданными в самом исполнительном операторе и выбранными из таблиц описания переменных СИОЭ. Заполнение таблиц транслятор *GENSP* производит при обработке декларационных операторов, которые должны быть расположены до исполнительных. Параметры в операторах СИОЭ могут быть константами, переменными или выражениями базового языка, разделенными запятыми.

Кроме переменных базового языка в операторах СИОЭ используются переменные СИОЭ с фиксированными идентификаторами. При описании системы входов введены следующие обозначения:  $V_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) для

входов в ЭВМ, являющихся значениями скалярных процессов (простые переменные), и  $W_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) для входов, являющихся значениями векторных процессов (одномерными массивами). Предполагается, что объединение процессов в вектор может производиться одним из двух способов через аналоговые запоминающие устройства (АЗУ) или быстродействующие аналого-цифровые преобразователи (АЦП). При этом все компоненты одного вектора  $W_i$  запоминаются в АЗУ или регистрах АЦП одновременно. Выходам ЭВМ-генератора соответствуют переменные  $U_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ). Кроме указанных переменных фиксированные идентификаторы закреплены за определенными модулями КАМАК. Характерный набор технических средств для конкретного эксперимента (рис.2) содержит: управляемые усилители ( $UU$ ), аналоговые фильтры ( $UF$ ), коммутатор (КМ), аналого-цифровые преобразователи (АЦП), цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) и аналоговое запоминающее устройство (АЗУ). В операторах СИОЭ используются лишь идентификаторы управляемых усилителей, аналоговых фильтров и коммутаторов.

Декларационные операторы служат для приведения в соответствие программы эксперимента с используемой конфигурацией КАМАК-средств и способами связи с ЭВМ с экспериментальной установкой. В их число входят следующие операторы:

*LOCATE* - логически связывает переменную  $V_i$  или компоненту  $W_i$  с входом ЭВМ, указывая порядок перехода от величин на выходе объекта исследования к величинам на входе в ЭВМ;

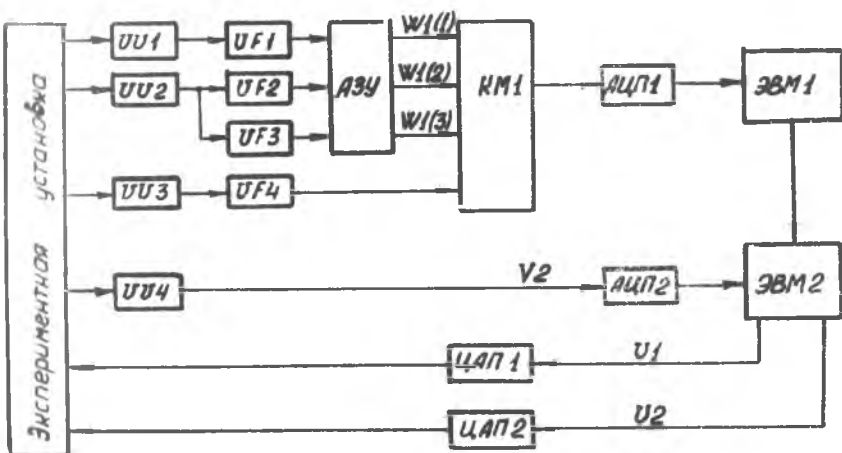
*LINK* - логически связывает каналы коммутаторов с соответствующими переменными СИОЭ;

*ORDER* - описывает используемые выходы ЭВМ.

исполнительные операторы могут быть следующих типов:

*GENERATE* - задания формы и параметров тестирующих сигналов (т.с.);

*SET* - управления аналоговыми модулями (установка коэффициентов усиления и смещений нуля управляемых усилителей, для аналоговых фильтров установка постоянных времени);



Р и с. 2. Пример конфигурации технических средств для конкретного эксперимента

*INPUT* - съема экспериментальных данных;

*GET, PUT* - ввода-вывода числовой и текстовой информации;

*ZERO* - определения смещения нуля измерительных трактов;

*KALIBR* - калировки параметров измерительных трактов;

*WAIT, SLEEP* - задержки выполнения программы на указанный интервал времени;

*LOT, EAT, ...* - планирования эксперимента и математической обработки данных.

Операторы задания т.с. обеспечивают стандартные режимы испытаний объекта (тестирующие воздействия на него гармоническим, линейным и ступенчатым процессами). Ступенчатый процесс может использоваться для приближения произвольного т.с. ЭВМ-генератор должна обеспечивать выдачу одновременно по нескольким выходам (каналам) разных т.с., независимую смену т.с. в одном из каналов при продолжении работы других и осуществлять, если это указано с операторов задания т.с., коррекцию движения исполнительных органов (ИО) экспериментальной установки по алгоритмам управления с обратной связью.

для разгрузки ЭВМ-генератора каждый т.с. подготавливается ЭВМ как массив целых значений, приведенных к квантам цифро-аналогового преобразователя. Введена единая синхронизация каналов вывода по сигналам модуля синхронизатор-таймера СТ-1, шаг по времени между выводными точками т.с. выбирается кратным интервалу времени между сигналами СТ-1. Прием ЭВМ-генератором массива отсчетов и параметров т.с. осуществляется программой *TRANSF* с использованием асинхронного режима обмена "ведущий-ведомый" МОД-1. На время приема указанный канал закрывается для вывода. Параметры т.с. записываются в таблицу описания каналов, в которой по каждому хранятся следующие данные:

- индикатор занятости канала,
- индикатор наличия обратной связи,
- тип т.с.,
- счетчик числа импульсов СТ-1,
- временной интервал между отсчетами массива в квантах СТ-1,
- значение последнего выведенного отсчета,
- уровень сигнала в канале до начала действия данного т.с.,
- число отсчетов массива,
- указатель адреса очередного отсчета,
- адрес начала массива.

По сигналам СТ-1 происходит прерывание программы коррекции движения ИО, производится просмотр таблицы описания каналов и увеличение счетчика числа импульсов СТ-1 по каждому каналу. При совпадении счетчика с заданным временным интервалом между отсчетами счетчик обнуляется и выводится очередной отсчет. После вывода последнего отсчета гармонического т.с. указатель адреса устанавливается на начало массива. Действие ступенчатого т.с. заканчивается по выводу последнего отсчета массива. Затем устанавливается уровень сигнала, имевшийся в канале до начала вывода ступенчатого т.с. Моменты смены действия каждого т.с. определяет ЭВМ 1 либо по окончании заданного временного интервала (операторы *WAIT, SLEEP* ), либо по достижении входными сигналами заранее определенных величин.

Описанная система разработана для активной идентификации полимерных материалов, но может быть применена также для экспериментального исследования других динамических объектов.