

О ПУТЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.А. Львов
(Новосибирск)

Усложнение научных экспериментальных работ приводит к увеличению количества измерительного и другого оборудования, используемого в эксперименте, а также к огромному росту объема экспериментальных данных, которые подлежат обработке для получения необходимых выводов. При некоторых экспериментах человек оказывается не в состоянии уследить за показаниями большого количества измерительных приборов, особенно при исследованиях быстротекущих процессов, а тем более оценить получающиеся результаты и принять в случае необходимости решение об изменении хода эксперимента. Поэтому сейчас довольно часто возникает необходимость автоматизации экспериментальных работ.

Уже применение простых самопишущих или цифрпечатающих приборов означает какую-то степень автоматизации и освобождает научного работника от сбора огромной массы экспериментальных данных. Но при этом остаются ручные методы проверки и калибровки приборов, установления шкал, считывания зарегистрированных данных, их обработки и управления ходом эксперимента. Причем эти процессы могут быть более трудоемкими и занимать больше времени, чем сама регистрация данных.

Специализированные устройства на некотором этапе могут улучшить автоматизацию экспериментальных работ, производя ав-

томатически сбор информации и её обработку, позволяя получить обобщенные характеристики эксперимента в виде, удобном для обозрения. Но при возрастании объема и сложности лабораторных работ специализированные устройства становятся громоздкими и дорогими и быстро перестают удовлетворять экспериментатора.

Поэтому во многих организациях сейчас серьезно ставится вопрос о создании систем автоматизированных экспериментов, в которых задача сбора данных и управления экспериментом выполняется электронной цифровой вычислительной машиной (ЭЦВМ). Широкое развитие вычислительной техники, которое намечается у нас в последние годы, увеличение парка вычислительных машин, расширение возможностей их применения в экспериментальных работах с использованием различных внешних устройств открывают новые пути для применения вычислительных машин, в том числе и для автоматизации научных экспериментов, где их применение связано с обработкой большого объема экспериментальных данных и оперативным представлением результатов обработки для дальнейшего изучения научным работником.

Сейчас наиболее широко ЭВМ применяются для решения математических и инженерных задач, а также в качестве управляющих машин в системах комплексной автоматизации производственных процессов. Выпускаемые управляющие вычислительные машины в основном ориентированы на управление производственными процессами. Однако, в научных экспериментах есть некоторая специфика, отличающая их от производственных процессов, и соответственно должна отличаться и управляющая машина, которая применяется для автоматизации научных экспериментов.

Управление производственным процессом характеризуется сравнительно большой стабильностью алгоритма управления в течение длительного времени, поэтому установленная на производстве управляющая машина может с успехом применяться для управления производственным процессом в течение длительного времени без частого изменения программ. Научные исследования, напротив, характерны быстрой сменой задач и алгоритмов управления экспериментом и обработки полученной информации. От управляющей машины, применяемой для автоматизации научных исследований, требуется большая гибкость в перестройке внешних устройств для подключения к экспериментальной установке и развита система прерываний для проведения обработки получаемых

данных в ходе эксперимента и вывода промежуточных результатов. Для успешного применения ЭЦВМ для автоматизации проведения эксперимента и обработки его результатов существенно необходима легкость составления программы самим экспериментатором, т.е. должен быть сравнительно простой входной язык. Существующие отечественные управляющие ЭЦВМ, как правило, не обладают такими свойствами, поэтому их использования часто связано с большими затруднениями.

Пока нет универсальных управляющих машин с достаточно большими скоростями вычислений и ввода данных, с развитой системой внешних устройств и устройств связи с объектом, приходится ориентироваться на имеющиеся машины. В связи с этим в настоящее время автоматизация научных экспериментов в зависимости от сложности эксперимента и доступности ЭЦВМ для экспериментатора может проводиться по двум путям:

1. Автоматизация экспериментальной работы с применением управляющей ЭЦВМ в реальном масштабе времени.

2. Регистрация результатов измерений во время эксперимента обязательно в машинно-читаемом виде на каком-либо носителе, пригодном для ввода в ЭЦВМ без дополнительной подготовки с целью последующей обработки экспериментальных данных.

Применение управляющих ЭВМ в реальном масштабе времени необходимо и оправдано в сложных экспериментах, когда требуется оперативное изменение условий проведения эксперимента и подачи управляющих воздействий с поиском оптимальных условий проведения эксперимента в зависимости от полученных результатов эксперимента и логической обработки этих результатов. При этом желательно, чтобы вычислительная машина была установлена в непосредственной близости от экспериментальной установки или была обеспечена быстродействующая передача дискретной информации об объекте управления к вычислительной машине.

Если вычислительная машина недоступна для экспериментатора для работы в реальном масштабе времени или эксперимент сравнительно длинный (очень небольшая скорость поступления измеренных данных), то может быть более целесообразно использовать предварительную регистрацию результатов измерений для последующей их передачи на вычислительную машину для обработки. В этом виде работы, кроме обычных методов регистрации через

равные промежутки времени с последовательным обегаящим типом подключения измерительных каналов, в ряде физических экспериментов требуется программное управление порядком опроса каналов датчиков с одновременной подачей управляющих сигналов на опытную установку для включения внешних воздействий и изменения условий проведения эксперимента.

В Институте математики СО АН СССР проводится работа в обоих направлениях. Для автоматизации некоторых экспериментальных работ используются ЭЦВМ "Днепр" и УМ-I-НХ. Например, в технологической установке для напыления пленок с дискретным испарителем. В установке для напыления имеется ряд датчиков, измеряющих вакуум и температуру, эти величины в виде пропорционального напряжения передаются в машину "Днепр" по аналоговому каналу, где АЦП преобразует сигналы в цифровую форму. ЭЦВМ производит анализ величины температуры и вакуума в камере и, в соответствии с ранее проведенными исследованиями, установившими зависимость свойств пленок от различных внешних воздействий, определяется необходимое время для напыления пленки. Применение такой системы позволило получить очень хорошую стабильность параметров пленок при массовом изготовлении. Готовится применение ЭЦВМ в более сложных экспериментах с анализом данных получаемых от радиомасспектрометра и с обратным воздействием на процесс.

Разработан ряд устройств для подготовки экспериментальных данных непосредственно для ввода в ЭВМ с регистрацией на перфоленду. Это 4-х канальный прибор для регистрации напряжений по 4-м каналам с последовательным опросом и 25-ти канальная установка с программным управлением. 25-ти канальная установка представляет собой специализированное устройство, которое позволяет с помощью коммутационного поля устанавливать программу опроса измерительных каналов, сигналы с которых передаются на аналого-цифровой преобразователь и затем регистрируются на перфоленде. Промежуток времени между опросами каналов может быть установлен от 0,5 сек до 2 мин, причем, одновременно с опросом по другим каналам может выдаваться управляющее воздействие для изменения параметров эксперимента. Сейчас эта установка активно используется, например, для анализа эффекта Холла в полупроводниковых кристаллах. Установлена очень большая эффективность использования установки для автоматиза-

ции обработки экспериментальных данных. Если обычно опыт проводился в течение суток, а затем в течение недели производилась обработка, то сейчас опыт можно провести в течение часа с получением обработанных результатов опыта в виде графиков.

В заключение сформулируем некоторые требования к вычислительным системам, которые должны применяться для автоматизации научных экспериментов и обработки их результатов.

1. Необходимо создать целый ряд типовых датчиков, преобразующие неэлектрические величины в электрические с унифицированным выходным напряжением.

2. Создать быстродействующие аналого-цифровые преобразователи с необходимой точностью измерений. Такими датчиками и преобразователями должны быть снабжены системы управляющих вычислительных машин с мультипрограммной работой и с развитой системой прерывания.

3. Для успешного внедрения вычислительных машин для автоматизации научных экспериментов чрезвычайно необходима разработка удобных и простых алгоритмических языков. Например, управляющая ЭЦВМ "Днепр" имеет совершенно негодную систему программирования, в которой на составление даже простой программы требуется большое время и нет оперативности в решении задач автоматизации.

4. Необходима разработка устройств оперативного представления информации в удобном виде для оператора, с тем, чтобы оператор, стоящий за пультом и управляющий экспериментом, мог в течение всего хода эксперимента получать оперативное представление информации на электронно-лучевой трубке с возможностью вмешательства в ход эксперимента и ввода дополнительной информации с помощью устройств типа "светового пера" или клавиатуры.