

ся устройств, войдет микро-ЭВМ «Электроника-60», программно-совместимая с мини-ЭВМ СМ-3 и СМ-4, что позволит строить распределенные системы управления экспериментами и обработки данных измерений для широкого класса исследований во многих областях.

Планируется также выпуск базовых комплектов, содержащих микро-ЭВМ и модули-адаптеры и других устройств, дополняющих ИВК до необходимого состава систем автоматизации научных исследований, и объединения усилий отдельных коллективов для создания общего фонда программного, главным образом прикладного, обеспечения систем автоматизации научных исследований на основе применения измерительно-вычислительных комплексов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кавалеров Г. И. Измерительно-вычислительные комплексы.— Приборы и системы управления, 1977, № 11, с. 23—27.
2. Наумов Б. Н. Международные системы малых ЭВМ — основа автоматизации научного эксперимента.— Измерительная техника, 1978, № 3, с. 9—13.
3. Выставкин А. Н. Вычислительная техника в физических исследованиях.— Вестник АН СССР, 1979, № 1, с. 53—61.
4. Загородний С. Ф., Лозюк В. С., Моренков А. Д., Олейников А. Я. Автоматизация исследований свойств полупроводников на основе измерения гальваномантных коэффициентов.— Управляющие системы и машины, 1976, № 3, с. 90—94.
5. Панкрац Е. В., Лозюк В. С. Средства управления аппаратурой КАМАК в ДЭС РВ ЭВМ СМ-3.— В кн.: Материалы XII Всесоюз. школы по автоматизации научных исследований. Бакуриани, 1978.
6. The Definition of IML, a Language for Use in CAMAC Systems.— ESONE Committee, 1974.
7. Казакова И. А., Панкрац Е. В. Реализация языка промежуточного уровня IML на ЭВМ типа СМ-3.— Автометрия, 1980, № 3.
8. Бухаров М. И., Васильев Г. А., Выставкин А. Н. и др. Машинное тестирование аппаратуры КАМАК в составе измерительно-вычислительных комплексов.— В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. (Материалы конференции). Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1979.
9. Выставкин А. Н. и др. Автоматизация измерений на фурье-спектрометрах длинноволнового инфракрасного диапазона.— Автометрия, 1978, № 2.

*Поступила в редакцию 13 июля 1979 г.*

УДК 539.107.5

**И. Ф. КОЛШАКОВ**

*(Москва)*

### **НЕКОТОРЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ ВЫБОРА ЭВМ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

Спектрометры с проволочными камерами (СПК) служат для изучения одного или нескольких типов взаимодействий с элементарными частицами [1, 2]. Детекторами частиц служат черенковские и сцинтилляционные счетчики, временные и полного поглощения (калориметры), проволочные камеры (пропорциональные и дрейфовые). Автоматизированная

раз события содержит  $m$  разрядов информации. Большинство других автоматизированных систем физики высоких энергий — управления ускорителями и стендовых — регистрируют информацию подобным образом.

Образ события регистрируется одновременно и за время, которое не позволяет применить теорему отсчетов. Поэтому для его регистрации необходим нулевой буфер емкостью  $S_{60} = m$ . Временные интервалы между образами событий распределены произвольно. На временном интервале длительности импульса ускорителя среднее число зарегистрированных образов событий равно  $\bar{n}t_n$ , а их абсолютная флуктуация —  $\sqrt{\bar{n}t_n}$  [3]. Пропускная способность канала обмена буферной памяти  $C_0$ , куда считывается информация из нулевого буфера СПК, определяется неравенством  $C_0 \geq (\bar{n} + \sqrt{\bar{n}t_n})S_{60}$ . При  $\bar{n}t_n \gg 1$  неравенство для определения пропускной способности упрощается:  $C_0 \geq \bar{n}S_{60}$ . Таким образом, при ограниченной пропускной способности число слов в образе события обуславливает допустимую интенсивность образов событий и наоборот. Например, при  $m = 8 \cdot 10^3$  проволочек и интенсивности событий  $10^3$  1/с без выборочного считывания требуется пропускная способность  $C_0 = 1$  Мбайт/с.

Объем буферной памяти определяется неравенством

$$S_6 \geq S_{60}(\bar{n}t_n + \sqrt{\bar{n}t_n}) - C_1T,$$

где  $C_1$  — пропускная способность по считыванию из буфера,  $T$  — период повторения импульсов ускорителя. Для  $\bar{n}t_n \gg 1$   $S_6 \geq S_{60}\bar{n}t_n - C_1T$ . Когда  $C_1 \ll t_n C_0/T$ , объем буферной памяти можно оценивать из неравенства

$$S_6 \geq C_0 t_n \geq S_{60} \bar{n} t_n.$$

Для приведенного выше примера при длительности импульса ускорителя  $t_n = 1$  с потребуются  $S_6 \geq 1$  Мбайт.

Время эксперимента  $T_p$  составляет до  $5 \cdot 10^2$  ч. Для указанного примера  $T = 10$  с и за время эксперимента может быть получено до десятков тысяч мегабайт информации. Прием и обработка такого количества событий с СПК в большинстве случаев в реальном времени невозможны, поэтому требуется массовая память объемом

$$S_m \geq T_p C_0 t_n / T \geq T_p S_6 / T \geq T_p \bar{n} S_{60} t_n / T.$$

ЭВМ является источником программ, который содержит запоминающие устройства различных типов. Выбор источника программ имеет важное значение, так как его стоимость и надежность определяющие при организации автоматизированной системы. Для СПК в принципе могут быть использованы универсальные, малые и микро-ЭВМ.

Для сравнения ЭВМ выбраны следующие критерии: пропускная способность каналов обмена в режиме блочной передачи  $C_0$ ; емкость памяти, используемой в качестве буферной  $S_6$  и массовой  $S_m$ ; число адресов внешних устройств  $M_a$  каналов обмена; стоимость рабочей конфигурации  $E_{ин}$ ; стоимость подключения внешнего устройства к каналам обмена  $e_0$  и наработка на отказ для рабочей конфигурации  $T_{но}$ . Поскольку эти характеристики взаимозависимы и описываются диапазоном возможных значений, каждый источник программ описывается объемом в многомерном



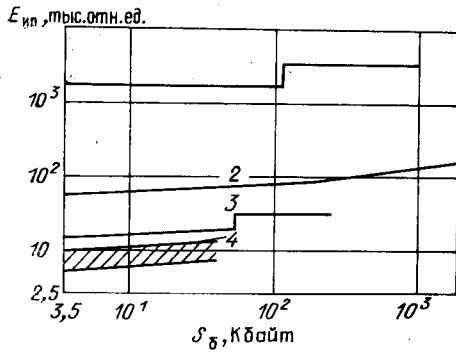


Рис. 3. Стоимость источников программ  $E_{ип}$  в зависимости от объема буферной памяти  $S_б$ :

1 — EC-1040, 2 — PDP-11, 3 — LSI-11, 4 — микро-ЭВМ в крейте.

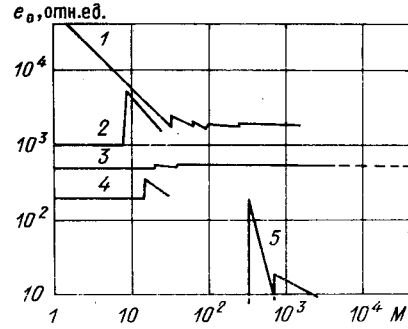


Рис. 4. Зависимость стоимости подключения внешних устройств  $e_0$  от их числа:

1 — EC-1040, 2 — HP2100A, 3 — PDP-11, 4 — LSI-11 и 5 — микро-ЭВМ в крейте КАМАК.

зависит в основном от требуемого объема буферной памяти (рис. 3). Из рисунка видно, что ЭВМ с общей шиной (2) и универсальные ЭВМ (1) располагают наибольшей буферной памятью (1—2 Мбайт), но стоимость последних значительно выше.

Стоимость подключения внешнего устройства  $e_0$  определяет выбор устройства обмена системы. Из рис. 4 видно, что стоимость подключения для ЭВМ с общей шиной в 4 раза меньше, чем для универсальных ЭВМ, и в 2 раза меньше, чем для малых ЭВМ с внешней магистралью. Число подключаемых внешних устройств для ЭВМ с общей шиной больше, чем для других типов ЭВМ. Для универсальных ЭВМ также возможно подключение достаточно большого числа внешних устройств. Малой стоимостью подключения характеризуется микро-ЭВМ, но число подключаемых устройств не превышает нескольких десятков. Наименьшей стоимостью подключения характеризуется микро-ЭВМ в крейте при практически неограниченном числе внешних устройств, как и у ЭВМ с общей шиной.

Сравнение различных типов ЭВМ по надежности [14] (рис. 5) показывает, что универсальные ЭВМ (кривая 1) и малые ЭВМ с полным набором периферийных устройств и максимальным объемом ОЗУ (2) имеют время наработки на отказ, равное нескольким сотням часов. Надежность микро-ЭВМ характеризуется временем наработки на отказ в несколько тысяч часов и определяется в основном надежностью используемых периферийных устройств.

Таким образом, универсальные и малые ЭВМ как основной источник программ могут быть обеспечены с помощью накопителей, включающих ОЗУ емкостью 32—1000 Кбайт, НМД (используемых в качестве буфера) емкостью 1—50 Мбайт и НМЛ (используемых в качестве массовой памяти). При этом требуемая пропускная способность каналов обмена должна составлять 1—5 Мбайт/с, а наработка на отказ должна быть сравнима с временем эксперимента. Стоимость непосредственного подключения к каналам ЭВМ велика, поэтому целесообразно использование стандартных интерфейсов для организации автоматизированной системы СПК.

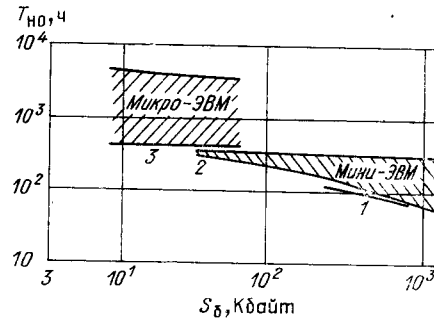


Рис. 5. Зависимость времени наработки на отказ  $T_{НО}$  от объема ОЗУ: 1 — большие ЭВМ, 2 — малые ЭВМ и 3 — микро-ЭВМ.

Рассмотренные критерии применимы также для любых автоматизированных систем, регистрирующих информацию в виде импульсов, распределенных случайным образом или следующих периодически. В любом случае предлагаемые критерии выбора ЭВМ должны быть дополнены критериями, характеризующими математическое обеспечение автоматизированной системы, например, такими, как затраты на разработку входа в операционную систему, объем памяти для размещения программ приема и обработки, время на обработку одного события и т. д.

#### ЛИТЕРАТУРА

5. DEC PDP-11 Family. M11-384-301. Delran, N. Y., Datapro Research Corporation, 1975.
6. HP2100 Series Computers, M11-472-101. Delran, N. Y., Datapro Research Corporation, 1974.
7. Наумов Б. Н., Боярченко М. А., Кабалецкий А. Н. Управляющий вычислительный комплекс СМ-3.— Приборы и системы управления, 1977, № 10, с. 12—15.
8. ТРА-70.— Проспект. Будапешт, ЦИФИ, 1974.
9. Видеотоп ЕС1010. Общее описание. Будапешт, Видеотоп 270, 100, 206.2, 1973.
10. Digital Microcomputing Handbook 1977-1978, 2-nd ed. N. Y., DEC, 1977.
11. MDS-800 Microcomputer.— Intel Catalogue, 1975.
12. САМАС 1977.— Kinetic Systems Catalogue. Lockport, 111, 1977.
13. Немеш Т. Автономная программируемая система в стандарте КАМАК на основе микропроцессора. Дубна, ОИЯИ, 10-11232, 1978.
14. Reliability Report on the Data General Nova Digital Computer. Southboro, Mass., Data General Corporation, 1972.

Поступила в редакцию 27 сентября 1979 г.

УДК 539.107.5

И. Ф. КОЛПАКОВ

(Дубна)

### КРИТЕРИИ ВЫБОРА СТАНДАРТНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Любая автоматизированная система представляет собой совокупность трех составляющих элементов: источников программ, источников и приемников информации и устройства обмена (рис. 1). Под источником программ понимается любое устройство, определяющее последовательность работы системы. Источником программ может быть универсальная ЭВМ, мини- или микро-ЭВМ или устройство управления с жесткой программой. Источником информации является любой вход в систему или измерительный канал. Приемник информации представляет собой выход из системы. Запоминающее устройство может быть как отдельным источником или приемником информации, так и в составе источников программ. Устройство обмена обеспечивает передачу информации между источниками программ и источниками и приемниками информации.

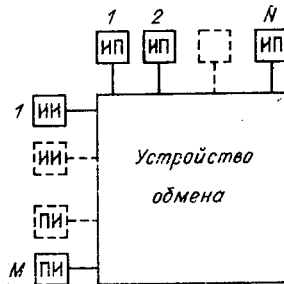


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы:

ИП — источники программ;  
ИИ, ПИ — источники и приемники информации.

Для сравнения устройств обмена с целью их выбора вводятся следующие критерии: пропускная способность  $C_0$ , вместимость по числу источ-