

вопросов и ответов на естественном языке и проста в обращении. Пользователю для успешной работы достаточно знать лишь в общих чертах возможности выбираемых методов, а также иметь представление о типе данных, с которыми проводится исследование. Это открывает доступ к диалогу специалистам-предметникам, не знакомым с программированием и принципами работы ЭВМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cooley W. W., Lohnes P. R. Multivariate Data Analysis.— N. Y.: John Wiley and Sons, 1971.
2. Канал Л. Обзор систем для анализа структуры образов и разработки алгоритмов классификации в режиме диалога.— В кн.: Распознавание образов при помощи цифровых вычислительных машин. М.: Мир, 1974.
3. Ball G. H., Hall D. J. Some Implications of Interactive Graphic Computer Systems for Data Analysis and Statistics.— Technometrics, 1970, vol. 12, N 1, p. 17—31.
4. Sammon J. W. Interactive Pattern Analysis and Classification.— IEEE Trans. on Computers, 1970, vol. C-19, N 7, p. 594—616.
5. Fisherkeller M. A., Friedman J. H., Tukey J. W. PRIM-9: Interactive Multidimensional Data Display and Analysis System.— Pacific 75.— Data: Use, Organiz. and Manag. Assoc. Comput. Mach. Reg. Conf. N. Y., 1975, p. 140—145.
6. Пакет прикладных программ ОТЭКС (версия 2М). (Обзор.) — Новосибирск, 1978.
7. Раудис Ш., Пикалис В., Юшкавичус К. Система оперативности разработки распознающих алгоритмов (СОРРА).— Статистические проблемы управления, 1978, № 27.
8. Горичкий Ю. А., Жаринов С. Е. Графическая диалоговая система «Вулканит» для классификации и анализа многомерных данных.— В кн.: VIII Всесоюз. сов. по проблемам управления. Таллин, 1980, кн. 2.
9. Hall D. J., Ball G. H., Wolf D. E. Applications of PROMENADE Data Analysis System.— IEEE Comput. Commun. Conf. Rec., 1969, p. 101—108.
10. Sammon J. W., Proctor A. H., Roberts D. F. An Interactive Graphic Subsystem for Pattern Analysis.— Pattern Recognition, 1971, vol. 3, p. 37—52.
11. Горичкий Ю. А., Жаринов С. Е., Масуренков Ю. П. Диалоговая система анализа данных и ее применение для классификации силикатных составов и вулканов Карымского центра.— В кн.: Вулканизм и вулканоструктуры (тезисы докладов). Тбилиси, 1980.

Поступила в редакцию 24 апреля 1981 г.

УДК 681.327.11

Е. Н. ВЛАДИМИРОВ, А. З. ПЛИСС, Л. З. ТАТКИН,  
О. П. ЦЫБУЛЬСКИЙ  
(Ленинград)

### МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА СБОРА ИНФОРМАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ СО СКОРОСТНЫМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ СЧИТЫВАНИЕМ

Известно, что детальное и более глубокое изучение сложных (широкополосных) процессов, сигналов и полей невозможно без использования систем анализа и измерительных систем с высоким разрешением и точностью [1, 2]. Однако чем выше разрешающая способность и точность системы и чем сложнее процесс (выше скорость его изменения), тем больше (при одноканальной системе) времени расходуется на обработку, так что система становится неприемлемой для анализа быстроизменяющихся процессов и принципиально непригодной для процессов с малым временем существования, например биологических. В таких случаях приемлем только многоканальный вариант системы сбора и обработки информации.

Теоретически минимальное количество дискретных каналов (датчиков)  $N_n$ , необходимых для воспроизведения любой функции, существую-

щей в течение времени  $T$  и имеющей ширину спектра  $F$ , с заданной погрешностью определяется теоремой Котельникова [3] и коэффициентом избыточности [4]:

$$N_k = (2FT + 1)v.$$

Здесь  $v$  — вышеназванный коэффициент избыточности, существенно больший единицы, связанный с точностью воспроизведения функции по ее дискретным значениям [4].

В связи с этим в системах с высоким разрешением количество каналов имеет величину  $2^9 - 2^{12}$ , емкость же каждого канала (исходя из необходимости обеспечения высокой статистической надежности и точности анализа) должна составлять величину порядка  $2^{20} - 2^{24}$  дискретных единиц. Это означает, что для обработки данных приемлемым вариантом построения системы анализа является вариант, ориентированный на существенное использование ЭВМ. Однако из-за ограничения пропускной способности магистрали одновременный ввод информации в ЭВМ со всех  $N_k$  датчиков невозможен: информацию приходится вводить в ЭВМ поканально (последовательно), используя для этой цели малое число шин и буферное ОЗУ в виде многоразрядных двоичных счетчиков-накопителей данных.

Известный традиционный способ ввода информации [5] сводится к тому, что в зависимости от числа входных шин данных информация со всех разрядов одного из каналов системы вводится в ЭВМ последовательными словами по 8 или 16 разрядов. Однако такой способ требует наличия не только выводов от всех разрядов счетчика каждого канала, но и управляемых ключевых элементов, к которым эти выводы подключены. При большом числе каналов такая система сбора данных чрезмерно усложняется, снижается ее надежность, увеличиваются объем, потребление и соответственно стоимость. Это вынуждает искать другие технические решения, лишенные указанных недостатков.

Приведенных недостатков можно избежать, если информацию, хранящуюся в счетчиках-накопителях каждого канала, снимать посредством дополнения содержимого этих счетчиков до состояния переполнения с одновременным подсчетом числа дополнительных импульсов во вспомогательном счетчике, одном на все каналы. Наблюдающееся же в этом случае снижение быстродействия системы за счет досчета можно компенсировать посредством одновременного заполнения 2-3 групп разрядов опрашиваемого счетчика.

Таким путем количество выводов (и соответственно корпусов ИМС счетчиков) можно сократить в несколько раз. Основное сокращение количества корпусов ИМС достигается тем не менее не за счет сокращения количества счетчиков, а за счет значительного сокращения количества выходных шин каждого канала и, как следствие, количества ключевых элементов на каждом выводе. Построенное по такому принципу устройство требует дополнительного источника дополнительных импульсов и еще одного (на всю систему) многоразрядного счетчика, необходимого для точного подсчета импульсов досчета.

Поскольку новые качества предлагаемого устройства приобретены вследствие потери или снижения других качеств, достоинства и недостатки нового устройства требуют отдельного рассмотрения. Сначала оценим целесообразность и эффективность использования предлагаемого метода в системах анализа, использующих, к примеру, 24-разрядные счетчики-накопители.

Так как в штатном режиме счет информационных импульсов в любом канале осуществляется путем последовательного заполнения этими импульсами всех 24 разрядов счетчика, а опрос счетчика (при разделении всех разрядов, например, на 2 группы) — путем дополнения не 24, а только 12 разрядов, то из этого следует, что даже при одинаковой средней плотности информационных и досчетных импульсов за время заполнения одного канального счетчика можно опросить максимально возможное ко-

личество каналов, равное  $2^{12}$ . Реальное же количество каналов, как правило, меньше  $2^{12}$  и составляет, как и в нашем случае, значение  $2^9 = 512$ , поэтому время, расходуемое на опрос всех каналов устройства, будет в 4—8 раз меньше времени, затраченного на счет входных импульсов. Более того, поскольку опрос путем досчета можно вести примерно в 10 раз быстрее поступления информационных импульсов (из-за неравномерной их плотности), то время, затраченное на опрос, может составлять 1—2,5% времени счета входных импульсов. Из этого следует, что вопрос сокращения времени опроса системы за счет разделения всех разрядов больше чем на 2 группы не будет возникать вовсе или будет возникать очень редко.

Оценим выигрыш в количестве ИМС в 512-канальной системе. (Выигрыш в весе, габаритах, потреблении, стоимости и надежности может быть определен соответствующим перерасчетом.)

В традиционном устройстве на 24-разрядный счетчик потребовалось бы 6 корпусов ИМС счетчика и 6 корпусов ключевых элементов. В предлагаемом устройстве оказалось достаточно ограничиться двумя корпусами счетчика и тремя корпусами ключевых элементов на канал. Общий выигрыш на 1 канал составил 7 корпусов ИМС, что в пересчете на 512-канальную систему приблизительно равно 3600 корпусам ИМС. При такой экономии ИМС время опроса канальных счетчиков, как отмечалось выше, составляет в среднем величину, меньшую 2,5% от времени счета входных информационных импульсов.

Если учесть, что не все разряды счетчиков потребуют максимального заполнения, поскольку часть разрядов к моменту досчета уже будет заполнена, то расход времени на опрос счетчиков составит еще меньшую величину.

Оценим взаимосвязь времени опроса и сложности устройства, построенного по предлагаемому методу. Для этого примем в качестве единицы расходуемого времени отрезок, равный периоду досчетного импульса. Тогда время, необходимое для одновременного опроса всех 24 разрядов счетчика традиционным путем, составит одну единицу. Если расходуемое на опрос время отобразить на оси ординат в логарифмическом масштабе (по основанию 2), то время, расходуемое для опроса 24-разрядного счетчика способом досчета, в зависимости от числа  $N_{гр}$  одновременно опрашиваемых групп отобразится кривой 1 на рис. 1.

Если сложность системы опроса путем досчета определить величиной, пропорциональной логарифму числа ИМС, необходимых для реализации этой системы, то в зависимости от числа опрашиваемых групп сложность системы определится теоретической кривой 4, изображенной на том же рисунке.

В связи с тем, что практическая реализация метода требует ввода в систему ключевых элементов не только на выходе, но и нескольких элементов на входе, реальная кривая 3, отображающая сложность системы, смещается вверх параллельно теоретической на постоянную величину (в технической реализации авторов ее значение равно 2, 6).

Кривая 2 является суммой ординат кривых 1 и 3 и отражает взаимосвязь (логарифм произведения) сложности системы и расходуемого на опрос времени.

Из анализа этой кривой видно, что на участке  $N_{гр}$  от 8 до 24, где изменения кривой незначительны, приобретаемая техническая простота сопровождается увеличением времени на опрос и, наоборот, сокращение времени на

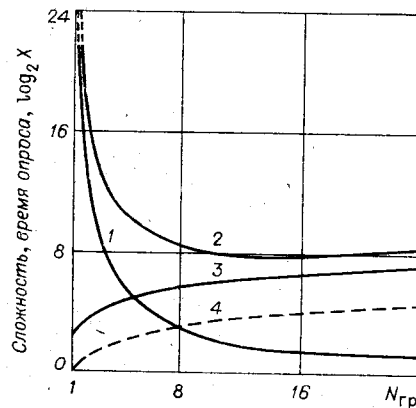


Рис. 1.

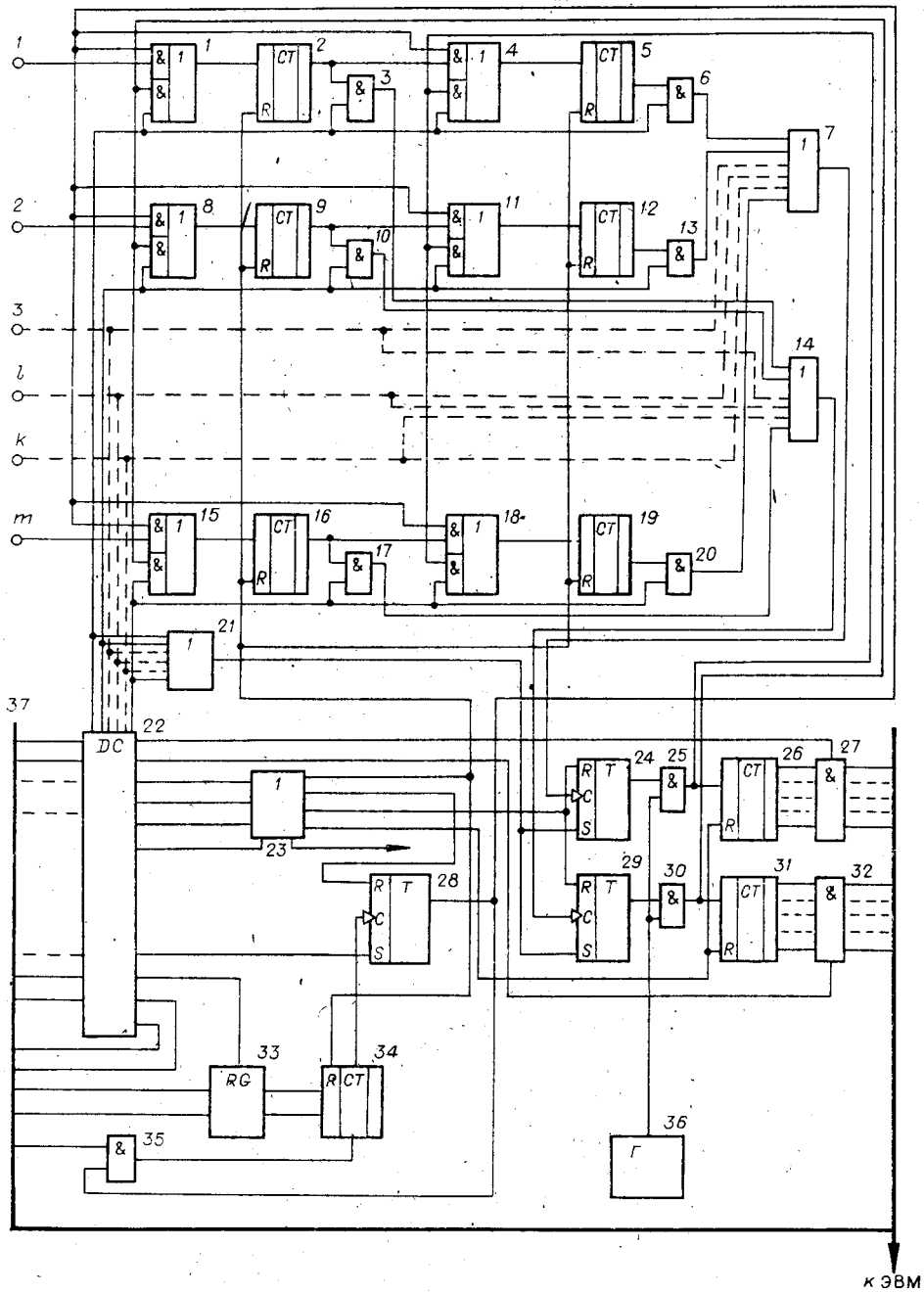


Рис. 2.

опрос покупается эквивалентным увеличением сложности. На участке же  $N_{гр}$  от 1 до 8, где кривая 2 круто опускается вниз, незначительное увеличение сложности приводит к существенному сокращению времени на опрос. Причем наибольшее сокращение времени опроса «приобретается по самой низкой цене» при переходе  $N_{гр}$  от 1 до 2. На этом участке увеличение сложности только в 2 раза сопровождается сокращением времени опроса в  $2^{12}$  раза.

Из анализа также видно, что на участке  $N_{гр}$  от 1 до 8, варьируя незначительно сложность, можно существенно изменить расходуемое на опрос время. Из этого следует, что предлагаемый путь построения устройства (особенно в совокупности с возможностью изменения в широких

пределах частоты импульсов досчета) позволяет разрабатывать многоканальные системы, выполняющие роль не только устройств сбора информации, но и элементов согласования по быстродействию между источником информации и магистралью ЭВМ, используемой для обработки информации.

Предлагаемое устройство было проверено экспериментально и в настоящее время опробывается в составе 512-канального рентгеновского дифрактометра, где используется для регистрации рентгеновского излучения, поступающего по большому числу каналов в число-импульсном коде. Устройство может применяться в составе коррелометров, спектральных и амплитудных анализаторов, в системах распознавания образов и других информационно-измерительных комплексах.

Работа многоканальной системы сбора информации отображается функциональной схемой, изображенной на рис. 2.

В режиме счета информационных импульсов по команде, поступающей от ЭВМ (не изображенной на схеме) через магистраль 37, дешифратор 22 на S-вход триггера 28, разрешается одновременное прохождение счетных импульсов со всех каналов через схемы И — ИЛИ 1, 4; 8, 11; ... 15, 18 на предварительно сброшенные регистрирующие каналные счетчики 2, 5; 9, 12; ... 16, 19, соединенные попарно-последовательно. Экспозиция времени подсчета информационных импульсов определяется командой, поступающей от ЭВМ через магистраль 37, регистр 33 на таймер 34. Сигнал эталонной частоты подается на таймер 34 через управляемую схему ИЛИ 35.

Для работы в режиме опроса счетчики разделены на 2 группы по 12 разрядов в каждой: счетчики младших и старших разрядов. В этом режиме по команде, поступающей от ЭВМ через магистраль 37, дешифратор 22, формирователь 23 и схему И — ИЛИ 21 на S-вход триггеров 24, 29, разрешается прохождение импульсов досчета от источника 36 через схемы И 25, 30 одновременно: 1) на входы счетчиков 26, 31; 2) через схемы И — ИЛИ 1, 4 на входы счетчиков 1-го канала (параллельно на младшие и старшие разряды).

В момент переполнения любого счетчика (младшего или старшего разрядов) самим сигналом перепада через схемы И 3 или 6 и схемы ИЛИ 7 или 14 перебрасывается соответствующий триггер 24 или 29, прекращающий тем самым прохождение импульсов досчета от источника 36 через схемы И 25, 30. Если счетчики 26 и 31 были предварительно сброшены, то их состояния после досчета будут соответствовать количеству досчетных импульсов, дополнивших содержимое счетчиков 2 и 5 до состояния переполнения. Зафиксированная счетчиками 26 и 31 информация через схемы И 26, 32 вводится через магистраль в ЭВМ для последующей ее обработки. Аналогично осуществляется опрос счетчиков 9, 12 2-го канала и счетчиков остальных каналов.

**Заключение.** Опрос состояния входящих в многоканальную систему многоразрядных счетчиков путем досчета позволяет существенно упростить устройство, снизить его вес, габариты, потребление, стоимость; однако такой метод существенно увеличивает время опроса. Разделение разрядов счетчиков на 2-3 группы и отдельный (в частности, параллельный) опрос этих групп путем досчета позволяют значительно сократить увеличившееся время опроса.

Увеличение числа групп для параллельного опроса уменьшает расход времени на эту процедуру, но усложняет устройство. Это обстоятельство в сочетании с вариацией интенсивности досчета импульсов позволяет технически просто согласовать информационную мощность исследуемого источника с пропускной способностью магистрали ЭВМ, используемой для обработки поступающей информации.

Вариант деления разрядов счетчика на две одинаковые группы с одновременным опросом путем досчета в большинстве случаев является наиболее целесообразным вариантом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вакман Д. Е. Сложные сигналы и принцип неопределенности в радиолокации.— М.: Сов. радио, 1965.
2. Варакин Л. Е. Теория сложных сигналов.— М.: Сов. радио, 1970.
3. Кловский Д. Д. Теория передачи сигналов.— М.: Связь, 1973.
4. Новоселов О. Н., Фокин А. Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем.— М.: Машиностроение, 1980.
5. Шушков Е. И., Галустьян С. Г., Цодиков М. Б. Многоканальные счетчики импульсов.— Л.: Энергия, 1971.

Поступила в редакцию 23 июля 1982 г.

УДК 681.335.1

М. С. ТИТОВ

(Ленинград)

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОДИРОВАНИЕМ И ВВОДОМ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭВМ

Цифровая обработка непрерывных случайных процессов различной физической природы предполагает кодирование каждой реализации  $x(t)$  конечной последовательностью дискретных отсчетов  $x_n$ ,  $n = 1 \div N$ , и ввод преобразованной информации в память электронно-вычислительной машины [1]. Кодирование осуществляется с помощью аналого-цифровых преобразователей, а ввод, как правило, — с использованием тех или иных устройств ввода ЭВМ, сопрягаемых с АЦП. При проведении экспериментальных исследований и решении практических задач цифровой обработки важное значение имеют вопросы управления кодированием и вводом информации в ЭВМ. В частности, при выборочном кодировании важно точно установить момент начала кодирования и ввода выбранного участка реализации  $t_0$ , а также длительность времени кодирования  $t_k = \Delta t N$ , где  $\Delta t$  — интервал дискретизации. Заметим, что длительность выбираемых участков  $x(t)$  может быть различной, порядок следования — случайным, а количество — значительным.

Управление кодированием и вводом программным путем с помощью ЭВМ не всегда оказывается эффективным и зачастую ведет к неоправданно большим затратам машинного времени. Известные аппаратные методы не обеспечивают в достаточной степени автоматизации процесса цифровой обработки в целом и не в полной мере удовлетворяют широкому кругу требований, предъявляемых к организации ввода [1, 2].

В работе рассматривается устройство, которое позволяет практически полностью автоматизировать организацию ввода случайных процессов в ЭВМ. Блок-схема этого устройства представлена на рис. 1.

Устройство содержит двухканальный магнитофон (ДМ), блок обнаружения сигнала (БОС), состоящий из детектора, фильтра нижних частот (ФНЧ) и порогового устройства (ПУ), переключатель П1, блок выбора сигнала (БВС), генератор импульсов (ГИ), схемы И и ИЛИ, блок выбора временных интервалов (БВВИ), блок сопряжения (БС), коммутатор (К), тональный генератор фиксированных частот (ГФЧ) и АЦП, сопряженный с ЭВМ. БВВИ конструктивно выполняется на полосовых фильтрах и детекторе, причем последний соединяется с фильтрами через коммутатор. ГФЧ подсоединяется ко входу второго канала магнитофона. Блок сопряжения представляет собой обычный тиристорный ключ, который включается также через коммутатор в разрыв цепи питания транзисторного усилителя записи второго канала магнитофона. В качестве коммутатора используется шаговый искатель прямого действия ШИ-17, имеющий три контактные ламели, к которым соответ-