



ЭЛЕКТРОННАЯ

11-12
1979

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



МИКРО ЭВМ

И СИСТЕМЫ НА ИХ ОСНОВЕ

1979

МИНИСТЕРСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР • НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

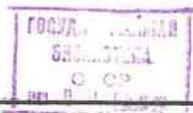
А. А. Чернышев
(главный редактор)

В. А. Афанасьев
Ф. И. Бусол
А. А. Васенков
И. Н. Воженин
Е. А. Гайлиш
Г. Г. Горбунова
(ответственный секретарь)
Г. Я. Гуськов
Н. Д. Девятков
В. И. Иванов
А. Ф. Казаков
А. А. Константинов
Ю. Г. Кувшинников
Э. А. Лукин
А. А. Маклаков
В. И. Машкин
Ю. Б. Митюшин
Ю. П. Поцелуев
В. М. Пролейко *(зам.
главного редактора)*
Ю. А. Райнов
А. И. Савин
А. А. Сорокин
В. Д. Степанов
Ю. Б. Степанов
В. Н. Сретенский
П. М. Стуколов *(зам.
главного редактора)*
И. Ф. Фадеев
Я. А. Федотов
О. В. Филатов
С. К. Цаллагов

● В настоящем выпуске сборника опубликованы материалы второго межотраслевого совещания по микропроцессорной технике, проходившего в Абовяне. Основное внимание на совещании было уделено рассмотрению технических и функциональных возможностей, математического обеспечения, средств проектирования и эксплуатационных характеристик, выпускаемых электронной промышленностью семейств микро-ЭВМ "Электроника С5", "Электроника НЦ", "Электроника 60", "Электроника ТЗ", а также микропроцессорных комплектов БИС различных серий. В докладах, посвященных применению микро-ЭВМ, рассмотрены основные направления использования новой техники в системах управления производственными процессами, станкостроении, технике эксперимента, научном приборостроении, аппаратуре связи, медицине.

● Микропроцессоры и микро-ЭВМ все шире входят в повседневную жизнь человека. В скором времени они будут участвовать в решении таких обыденных задач, как покупка товаров, медицинское обслуживание, ведение домашнего хозяйства, управление автомобилем, организация досуга и др.

1979 11-12
 ГОД ИЗДАНИЯ ДЕСЯТЫЙ • ВЫПУСК (83-84)



СОДЕРЖАНИЕ

3 *Пролейко В.М.* Микропроцессоры, микро-ЭВМ и их развитие

РАЗВИТИЕ МИКРО-ЭВМ И СИСТЕМ НА ИХ ОСНОВЕ

7 *Петросян Э.А.* Системы на основе микро-ЭВМ — новый этап внедрения микропроцессорной техники в народное хозяйство

9 *Кузнецов В.Я., Маслеников Ю.А., Никитин Э.А., Цветов В.П.* Развитие микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" и систем на их основе

3 *Васенков А.А.* Развитие микропроцессоров и микро-ЭВМ семейства "Электроника НЦ" на основе комплексно-целевых программ

7 *Борисенков В.Д., Лопатин В.С., Плотников В.В., Талов И.Л.* Возможности построения систем на базе микро-ЭВМ "Электроника-60"

9 *Зубашич В.Ф., Кобылинский А.В., Темченко В.А., Сабдаш Н.Г.* Микропроцессорный комплект БИС серии K580. Семейство микро-ЭВМ "Электроника К1"

2 *Иванов В.И., Иванов Е.А., Муренко Л.Л., Филимонов А.Н.* Вычислительные и управляющие микро-системы индивидуального пользования

6 *Бессеребренников В.В., Гальперин М.П., Гиляровская Е.Б., Городецкий В.В.* Набор функциональных модулей для одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-12"

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ

НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5"

В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

29 *Брусиловский Р.Д., Закусилов Н.А., Крушель Е.Г., Шарипов Н.П.* Децентрализованная АСУТП водораспределения на базе микро-ЭВМ

31 *Стельмашенко М.Б., Танаев М.Я.* Управляющие вычислительные комплексы на основе микро-ЭВМ

32 *Изаксон-Демидов Ю.А., Каллистратов В.А., Тутукин Е.М.* Системы управления электротермическим оборудованием с применением микро-ЭВМ "Электроника С5-02"

33 *Брусиловский Р.Д., Закусилов Н.А., Рахматуллин А.Ш., Шабловский В.И.* Микро-ЭВМ "Электроника С5-12" в АСУ гидротехническими объектами

35 *Вартанян Н.Ш., Загородний С.В., Калинин В.П., Карапетян К.С., Мелконян В.В.* Автоматизированная система управления потреблением электроэнергии

В СТАНКООБРАЗОВАНИИ

36 *Петросян Э.А., Птицына Л.М., Симоненков В.И., Ухолов К.В.* Микро-ЭВМ "Электроника С5-11" в устройствах программного управления станками

39 *Смолко Г.Г.* Перспективы развития электронных систем управления металлорежущими станками

40 *Смолко Г.Г., Яценко Э.К.* Микро-ЭВМ "Электроника С5-12" в системе управления металлорежущими станками

В НАУЧНОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ

42 *Вартанян Н.Ш., Еремеев Ю.М., Мелконян В.В., Орехов С.А., Стерлин А.Я.* Многоканальный функциональный генератор на основе микро-ЭВМ

46 *Жамов В.А., Лагутин В.И., Миндлин Н.Я., Ярополов Е.Г.* Спектрофотометры, управляемые от микро-ЭВМ

48 *Жамов В.А., Косенко В.В., Рукавицын Н.Н., Скворцов Ю.С., Ярополов Е.Г.* Комплекс отладки рабочих программ микро-ЭВМ "Электроника С5-12" для длиномеров ИЗГ-4 и ИЗВ-4

49 *Миронов О.А., Самбурский В.В.* Микро-ЭВМ "Электроника С5-12" в оптико-механических приборах

51 *Андреев В.В., Бадалян А.А., Вартанян Н.Ш., Домба-*

НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ"

В СЛОЖНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

- 54 Воробьев Н.М., Иванов Э.Е., Кокорин В.С., Смирнов Н.А., Травницкий В.С. Применение микро-ЭВМ семейства "Электроника НЦ" в системах коммутации сообщений
- 59 Городецкий И.В., Дорофеева Л.П., Яковлев А.В. Микро-ЭВМ в иерархических структурах АСУ

В ТЕХНИКЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

- 61 Догаев С.Г., Мозгин А.А., Петровский В.С., Потапов С.Е. Информационно-справочная система на основе микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Д"
- 62 Борисенко В.Д., Плотников В.В., Талов И.Л. "Электроника 60"

НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА 60"

В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

- 63 Ефимов В.В., Махалин Б.Н., Хоботов А.Г., Хромов В.М. Система диагностирования печатных узлов на базе ЭВМ "Электроника 60"
- 64 Кальнин А.И., Мялик А.Н., Рыжов В.И. Микро-ЭВМ "Электроника 60" в системе автоматического контроля функционирования сложных объектов

В ТЕХНИКЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

- 65 Богданова М.Н., Кузнецов А.И., Пелипенко В.И., Плотников В.В., Штрах И.В. Микро-ЭВМ "Электроника 60" в автоматизации физического эксперимента
- 66 Бедрицкий Е.Л., Ильичев В.Д., Мушкетов В.К., Подборонов Б.П., Селихов А.Ф. Автоматизированная система управления комплексными прочностными исследованиями
- 72 Васильев А.И., Лугов А.Ф. Организация измерительных информационных систем на базе ЭВМ

В НАУЧНОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ

- 75 Кессельман Л.А., Конюшин С.А., Копейкин В.Т., Краченко В.И., Шапиро А.А. Видеотерминальное устройство на базе микро-ЭВМ "Электроника 60"

НА ОСНОВЕ ВУМС "ЭЛЕКТРОНИКА ТЗ"

- 76 Иванов Е.А., Муренко Л.Л., Филимонов А.Н., Широков Ю.Ф. "Электроника ТЗ-29" в автоматизированных измерительных системах
- 78 Щербаченко А.М., Юрлов Ю.И. Применение ВУМС "Электроника ТЗ-16М" в установке записи синтезированных оптических элементов
- 80 Бурков А.Т., Ведерников М.В. Автоматизация физического эксперимента с использованием ВУМС "Электроника ТЗ-16М"

НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОМПЛЕКТОВ БИС

В СТАНКООСТРОЕНИИ

- 81 Чичерин Ю.Е. Устройство числового программного управления "Электроника НЦ-31"

- 83 Белоушкин А.А., Глухман В.Л., Иванов Э.Е., Литаврин А.А., Радзиевский Г.П. Концентратор телеграфных сообщений "Электроника НЦ-32"

В МЕДИЦИНЕ

- 86 Жигульский Б.М., Зубов Н.Н., Меркулов В.А., Садовникова А.И., Хаджихметов М.А. Применение микропроцессорной техники в аппаратуре психофизиологического контроля
- 89 Кобылинский А.В., Лукашев А.И., Малышевский В.П., Ярош Л.Ф. Микропроцессор в устройствах управления сборочным оборудованием
- 91 Иванов Е.А., Муренко Л.Л., Филимонов А.Н., Широков Ю.Ф. "Электроника ТЗ-29"

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- 92 Горбунова Г.Г. Формирование информационной базы по микропроцессорной технике
- 94 Воробьев С.Б., Петровский В.С., Потапов С.Е., Юрик Л.М. Резидентная система отладки программ микро-ЭВМ "Электроника НЦ"

АРХИТЕКТУРА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СРЕДСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- 95 Воробьев Н.М., Елагин В.М., Сиренко В.Г., Чичерин Ю.Е. Архитектура микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т"
- 100 Меркулов В.А., Покровский В.М., Чичерин Ю.Е. Проектирование подсистем ввода-вывода микро-ЭВМ
- 103 Гальперин М.П., Жуков Е.И., Панкин В.Е., Селиванов В.И. Принципы построения микроэлектронных устройств сопряжения для микро-ЭВМ "Электроника С5"
- 106 Чеботарев А.Н. Анализ принципов организации интерфейсов
- 108 Маслеников Ю.А. Развитие программного обеспечения микро-ЭВМ "Электроника С5"
- 114 Гендлер И.А., Рыжикова А.И., Фиников В.А. Система диалоговой отладки программ микро-ЭВМ "Электроника С5" на универсальной ЭВМ
- 116 Вартамян Н.Ш., Карапетян К.С., Мелконян В.В., Паносян А.А. Автоматизированные средства отладки целевых программ микро-ЭВМ "Электроника С5" на базе ЕС ЭВМ
- 118 Каллистратов В.А. Отладка алгоритмов и программ для систем управления электротермическим оборудованием
- 119 Багиров Ш.Г., Кязимов Н.М., Мамедова Э.А., Рзаев А.Г. Средства отладки программ на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-11"
- 121 Евдокимов И.И., Коваленко Н.Ю., Сапего А.В., Цырульник А.А. Программные средства системы контроля микро-ЭВМ
- 122 Кирилин В.Д., Максименко В.А. Специализированное математическое обеспечение для микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т"
- 124 Гуревич В.М., Смолко Г.Г. Математическое обеспечение систем ЧПУ на основе микро-ЭВМ
- 126 Перечень материалов, опубликованных в вып. 1 (73) — 12 (84) научно-технического сборника "Электронная промышленность" за 1979 г.

РАЗВИТИЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ, МИКРО-ЭВМ И СИСТЕМ НА ИХ ОСНОВЕ

В. М. ПРОЛЕЙКО

УДК 621.325.5.-181.4

Успехи, достигнутые в области разработки логических ИС, запоминающих устройств, микропроцессоров и линейных ИС, обеспечивают новые возможности для потребителей электронных приборов. Особое место занимают работы по созданию микропроцессорных интегральных схем, микро-ЭВМ и микровычислительных систем на их основе. В литературе все чаще встречается оценка внедрения микропроцессоров и микро-ЭВМ как нового этапа промышленной революции. Разрабатываются государственные программы внедрения микровычислительной техники.

Основными преимуществами внедрения микропроцессоров и микро-ЭВМ можно считать:

— возможность их широкого применения в нетрадиционных для вычислительной техники системах и устройствах благодаря малым габаритам, низкой стоимости и малой потребляемой мощности;

— высокая надежность самих микропроцессоров и микро-ЭВМ, обеспечиваемая высокой интеграцией, а следовательно, и значительное повышение надежности работы систем и устройств на их основе;

— возможность построения мощных микровычислительных комплексов на микро-ЭВМ и соответствующих периферийных терминалах, отличающихся меньшей стоимостью, большей надежностью и мобильностью, чем существующие комплексы на больших ЭВМ;

— возможность перехода от автоматизации отдельных технологических операций к автоматизации сложных технологических процессов;

— возможность реализации и теории распределенного управления: распараллеливания процесса управления распределением части функций между мини-ЭВМ и центральной машиной и предварительной обработкой информации на "разумных" терминалах, построенных на мини-ЭВМ, что позволяет экономить до 30% машинного времени.

Успехи отечественной микроэлектроники положили начало новому этапу — созданию и развитию микропроцессорных вычислительных систем, для которого характерны следующие направления:

1. Расширение созданных микропроцессорных наборов и комплектов БИС для построения более совершенных и микровычислительных систем.

2. Создание унифицированных наборов модулей сверхбольших интегральных схем (СБИС), в том числе однокристалльных микро-ЭВМ, схем ЗУ емкостью 64—125 кбит, модулей программируемого интерфейса; одноканальных 12-разрядных ЦАП и 16-канальных 12-разрядных АЦП; однокристалльных микроконтроллеров, объединенных единой унифицированной системной магистралью.

3. Создание семейства микро-ЭВМ (с быстродействием от десятков тысяч до миллионов простых операций в секунду при разрядности от 4 до 32) для различных областей применения, предназначенных для встраивания в технологическое, измерительное

или другое оборудование или выпускаемых с собственным источником питания, запоминающими устройствами и набором интегральных схем.

4. Развитие мини-ЭВМ для управления группой оборудования или микровычислительными системами. Быстродействие мини-ЭВМ укладывается в диапазон от сотен тысяч до десятков миллионов простых операций в секунду.

5. Разработка микровычислительных систем различной мощности и назначения на базе микро- и мини-ЭВМ, совместимых по математическому обеспечению с различными периферийными терминалами.

Именно развитие микровычислительных систем представляется в настоящее время наиболее эффективным путем использования вычислительной техники в народном хозяйстве.

По мере развития микропроцессорной техники появляется настоятельная необходимость выработки и уточнения определений в области терминологии и классификации микропроцессорных вычислительных систем. Если в настоящее время уже существуют определения таких терминов, как микропроцессор и микро-ЭВМ, то определения понятий микропроцессорных наборов и комплектов, микроконтроллеров, микровычислительных систем и комплексов требуют уточнения.

Микропроцессорный комплект БИС — совокупность интегральных микросхем, необходимых и достаточных для построения конкретного изделия: микро-ЭВМ, микроконтроллера, микропроцессора и т. п.

Микроконтроллер — устройство управления, построенное на основе микропроцессорного комплекта, работающее по жестко заданному алгоритму с ограниченным набором входных сигналов.

Микровычислительная система — система, состоящая из нескольких микровычислительных устройств (микропроцессоров, микро-ЭВМ, интерфейсов, периферийных терминалов), объединенных общим управлением.

Отечественная микропроцессорная техника развивается в направлении создания рядов универсальных микропроцессоров и микро-ЭВМ, перекрывающих по своим техническим характеристикам все возможные области их применения. Развитие микропроцессорной техники за рубежом идет по другому пути: почти каждая полупроводниковая фирма США выпускает одну или несколько моделей микро-ЭВМ. С тем чтобы расширить функциональные возможности микропроцессоров, многие фирмы сосредоточили свои усилия на разработке дополнительных периферийных устройств для основного кристалла центрального процессора.

Рынок микропроцессоров в США, составивший в 1973 г. 10 млн. долл., возрос к 1979 г. до 800 млн. долл. и в 1980 г. достигнет 1 млрд. долл. Номенклатура изделий этого класса насчитывает свыше 200 типов микропроцессорных наборов и 260

типов микро-ЭВМ, в том числе однокристалльных, что значительно усложняет проблему их использования. В разработке и производстве микропроцессоров и микро-ЭВМ в США участвуют свыше 20 основных ведущих полупроводниковых фирм и более 50 фирм посредников.

Несмотря на то, что отечественная микропроцессорная техника получила свое развитие недавно, мы уже сегодня имеем серии микропроцессоров, микро-ЭВМ и систем на их основе, что свидетельствует о ее успешном и быстром развитии:

Микропроцессоры серии К536, построенные на базе р-канальной МОП технологии с временем выполнения команды 60 нс и тактовой частотой около 200 кГц, имеют многоуровневую систему прерывания и отдельные шины данных и адреса.

На основе БИС серии К536 в отрасли разработаны и производятся две программно совместимые модели микро-ЭВМ: "Электроника С5-01" и "Электроника С5-11". "Электроника С5-01" — многоплатная ЭВМ, имеющая объем памяти 32К слов, байтовые каналы ввода-вывода, источник питания, пульт управления и отладки, платы сопряжения и необходимое программное обеспечение для управления работ перфоратора, модема, пишущей машинки, телетайпа и машинного видеотерминала на ЭЛТ. "Электроника С5-11" — одноплатная 16-разрядная микро-ЭВМ со сравнительно небольшим объемом ЗУ (до 128 слов ОЗУ и 1024 слова ПЗУ) и с 8-битовыми каналами ввода-вывода, микропрограммным управлением, многоуровневой системой прерывания.

Микропроцессоры серий К580, К586, построенные на базе р-канальной МОП технологии с временем выполнения команд 2—3,5 нс и тактовой частотой до 2 МГц, представляют собой однокристалльные 8- и 16-разрядные приборы, совместимые со стандартными ТТЛ схемами.

Микропроцессор К580 содержит 6 регистров общего назначения, программный стек, указатель стека и регистр адреса. Максимальный объем адресуемой памяти — до 64 кбайт. Он нашел широкое применение в универсальных контроллерах для управления технологическим, периферийным и контрольно-измерительным оборудованием. На его основе построена микро-ЭВМ "Электроника К1-10". Возможно значительное расширение области применения этой серии микропроцессоров.

Микропроцессор серии К586 имеет внутреннее ОЗУ емкостью 256 бит. Максимальный объем адресуемой памяти — 32К 16-разрядных слов; возможна обработка сигнала с прерыванием. Число команд расширяется с помощью внешнего ПЗУ. Микропроцессор К586 — основа одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-21", предназначенной для встраивания в аппаратуру различного назначения и решения локальных задач управления и обработки информации в реальном масштабе времени с быстродействием 200 тыс. операций/с.

Микропроцессоры серий К581, К582, К584, К587, К588, К589, К585 — многокристалльные микропрограммируемые 2- и 4-разрядные интегральные схемы.

БИС серий К582, К584 — 4-разрядные микропроцессорные секции с высоким быстродействием, которое достигается благодаря использованию параллельной обработки информации и применению И²Л технологии, позволившей разместить на кристалле размером 2,5х2,5 мм до 1450 вентиляей.

БИС серии К581 — 4-разрядные секции, выпол-

ненные по л-канальной МОП технологии. На базе серии К581 создана микро-ЭВМ "Электроника 60", применяемая в различных отраслях народного хозяйства.

БИС серий К587 и К588 — 4-разрядные микропроцессорные секции, выполненные на базе комплиментарной МОП технологии. Эти микропроцессоры отличаются устойчивой работой в условиях электрических полей, перепадов температуры при малой потребляемой мощности.

БИС серий К587 и К588 являются базой для построения ряда совместимых микро-ЭВМ "Электроника НЦ", нашедших применение в устройствах ЧПУ, управлении различными агрегатами и других устройствах с коммутацией сильных токов.

БИС серий К589 и К585 — высокопроизводительные 2-разрядные секции, выполненные на ТТЛ элементах с диодами Шотки, позволяющие создавать микро-ЭВМ с производительностью до 1 млн. операций/с. Эти серии широко применяются при разработке средств СМ ЭВМ второй очереди.

Однокристалльные микро-ЭВМ ряда "Электроника 60", "Электроника НЦ" и "Электроника С5" построены по модульно-магистральному принципу, что позволяет использовать их как автономные встраиваемые ЭВМ и в совокупности с модулями расширения создавать на одной плате вычислительные системы высокой вычислительной мощности.

К самостоятельному ряду относятся настольные ЭВМ "Электроника ТЗ", являющиеся микросистемами индивидуального пользования, предназначенными для инженеров и ученых. Эти системы имеют большую вычислительную мощность, высокоорганизованные языки программирования, весь необходимый набор функциональных устройств, объединенных в едином корпусе.

Таким образом, отечественная микропроцессорная техника прошла большой путь развития в значительно более короткий срок, чем зарубежная, и добилась ощутимых успехов благодаря подходу, ориентированному на максимальную унификацию. Создана минимальная и достаточная номенклатура микропроцессоров и микро-ЭВМ, удовлетворяющих требованиям широкого круга потребителей.

Дальнейшее развитие микровычислительной техники будет определяться уровнем микроэлектронной технологии: внедрением электронной и рентгеновской литографии, "сухих" процессов эффективных методов очистки материалов и сред и получением СБИС микропроцессоров и однокристалльных ЭВМ со степенью интеграции до 1 млн. элементов в кристалле, емкостью ОЗУ, ПЗУ до 256 кбит (при преимущественном использовании СБИС ОЗУ), развитыми интерфейсными схемами и схемами АЦП и ЦАП. Станет возможным разработка однокристалльных 32- и даже при необходимости 64-разрядных микро-ЭВМ с быстродействием 10 млн. операций типа регистр—регистр в секунду, с внутренним запоминающим устройством емкостью 256 кбайт, интерфейсами внешней шины и последовательных каналов.

Однокристалльные микропроцессоры и микро-ЭВМ продолжили таким образом эволюцию функционального становления электроники в магистральном направлении: элемент (транзистор, диод) — совокупность элементов (матрица, сборка...) — функция (интегральная схема) — совокупность функций (микропроцессор, микро-ЭВМ).

Более медленными темпами проходит в настоящее время внедрение микропроцессоров и микро-

ЭВМ в народное хозяйство, хотя специалистами определено несколько десятков тысяч возможных примеров применения микровычислительной техники в системах обработки данных, контрольно-измерительной аппаратуре и регулирующих устройствах, технике связи, бытовой электронике и др.

Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ в системах обработки данных значительно улучшает такие характеристики, как производительность, гибкость архитектуры, надежность при снижении стоимостных значений. Становится возможным построение компактных и дешевых многомашинных, мультипроцессорных высокопроизводительных вычислительных систем, процессоров с несколькими арифметическими логическими устройствами и реализация распределенного управления. Такие системы с успехом могут заменить мощные и громоздкие ЭВМ. Кроме того, по оценкам специалистов, применение микро-ЭВМ в устройствах для предварительной обработки информации и в терминалах повышенных возможностей позволит сэкономить до 30% машинного времени больших ЭВМ. Возможности оконечных устройств вычислительных систем с использованием микро-ЭВМ и электронной памяти возрастают настолько, что специалисты все чаще называют их "разумными" и даже "интеллектуальными" терминалами.

Использование микропроцессоров в терминалах на ЭЛТ открывает путь к их унификации на основе единой модели, которая приводится в соответствие с конкретными требованиями системы путем простого перепрограммирования микропроцессора, входящего в состав терминала.

Управление выполняется программно аппаратными средствами, которые осуществляют: стирание полей, управление цифровым полем, прямое и обратное заполнение таблиц, вставка знаков, стирание знаков, плавное перемещение изображения вверх по экрану и полное стирание изображения. Терминал можно подсоединять к ЭВМ таким образом, чтобы удовлетворить требованиям по формату передаваемой управляющей информации. Если программное обеспечение ЭВМ рассчитано на дисплей иной конструкции, то его можно подсоединить к ЭВМ, введя незначительные изменения в программное обеспечение, т.е. роль аппаратных средств сведена к минимуму, а программируемость увеличена до максимума.

Использование микропроцессора в печатающем устройстве, применяемом в серии терминалов с тайпами для взаимодействия с ЭВМ и обработки текста в системах связи, позволяет выполнять двустороннее преобразование параллельного и последовательного кода и управлять шаговыми двигателями. Разработка однокристалльного микропроцессора с аналого-цифровым и цифроаналоговым преобразователем еще более расширяет функциональные возможности периферийных устройств, упрощает использование цифровой техники в системах с аналоговым входом и выходом.

Применение микропроцессоров в измерительной технике позволяет повысить точность приборов примерно в 100 раз, значительно расширить возможности измерительных устройств: выполнять самокалибровку и самопроверку приборов, определять величину отклонения измеряемой величины от номинального значения, вычислять отношения величин, определять и переводить в линейный вид функции измеряемой величины, осуществлять разбраковку изделий по измеряемому параметру и выполнять

многие другие функции, значительно сокращая время и стоимость контроля.

Совершенствование измерительной техники идет по пути создания комплексных измерительно-обработывающих систем на базе микропроцессоров и микро-ЭВМ и разнообразной периферийной аппаратуры, включая и уже упомянутые "разумные терминалы", обеспечивающие предварительную обработку входной информации.

Существует мнение, что в ближайшем будущем практически все модели контрольно-измерительной аппаратуры будут выпускаться с применением микропроцессоров или микро-ЭВМ. Эффективной областью применения микропроцессоров является также замена многочисленных аналоговых переключателей и преобразователей.

Своеобразие современного этапа развития систем связи состоит в том, что наряду с автоматизацией процессов передачи, приема, обработки, распределения и отображения информации они должны предусматривать автоматизацию управления самой системой, а значит, и широкое использование специализированной электронно-вычислительной техники микропроцессоров и микро-ЭВМ. Использование метода цифрового преобразования речевых сигналов позволит снизить стоимость аппаратуры связи почти на порядок, повысить пропускную способность каналов связи в 4-5 раз и значительно уменьшить габариты аппаратуры.

В современном медицинском оборудовании для диагностики, терапии и протезирования уже сейчас может широко использоваться микропроцессорная техника. Микропроцессор, встроенный в тонометр, осуществляет непрерывный контроль кровяного давления у больного, находящегося в тяжелом состоянии, анализирует информацию, вычисляет систолическое и диастолическое давление, частоту пульса. В автоматическом электронном сфигмоманометре для измерения давления микропроцессор обеспечивает самокалибровку прибора каждого пациента. Весьма широкое распространение могут найти микропроцессоры в протезно-ортопедическом оборудовании: в речевых аппаратах для людей с дефектами речи, кардиостимуляторах с программным управлением, стимуляторах мышечной деятельности рук и ног. Так, модель протеза руки, управляемой микро-ЭВМ, может осуществлять поиск, захват и перенос предметов. Микропроцессорные протезы ног с программным управлением могут быть созданы с учетом особенностей походки пациента.

Широкими возможностями для применения микропроцессоров располагает и сельское хозяйство. Использование микропроцессорных устройств, обрабатывающих информацию о скорости испарения, температуре, количестве осадков, давлении воды в ирригационной системе и т.д., позволяет экономить до 30% воды. Микропроцессорная система для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур обеспечивает контроль параметров окружающей среды и прогнозирует активность вредителей. Это позволяет реже, но эффективнее применять противогрибковую обработку растений, что уменьшает расход ядохимикатов и, следовательно, степень вреда, наносимого окружающей среде. Кроме того, большой эффект можно получить при использовании микропроцессоров для управления инкубаторами и кормораздаточными машинами.

Микропроцессоры и микро-ЭВМ должны получить свое массовое распространение также в различ-

ных видах транспорта. Использование микропроцессоров и микро-ЭВМ в наиболее важных электронных системах управления автомобилем позволит увеличить его пробег, сэкономить горючее, упростить управление и уменьшить опасность движения.

В электронной аппаратуре водного транспорта микропроцессоры, являющиеся основным блоком авторулевого устройства, позволяют по заданному курсу и ширине фарватера автоматически вести судно к цели. В области воздушного транспорта применение аэродромных систем на базе микро-ЭВМ, которые контролируют поступающую от РЛС информацию (маршрут, номер рейса, путевую скорость и т.д.), обеспечивает предупреждение столкновений, позволяет значительно увеличить число взлетов и посадок, управлять режимом работы двигателей, увеличивая их ресурс и сокращая расход горючего.

Современный этап развития микроэлектроники характеризуется экспоненциальным ростом сложности БИС и таким же снижением их стоимости, что создает самые благоприятные условия для их широкого использования в разнообразных изделиях культурно-бытового назначения. Среди них телевизионные игры, СВЧ печи, домашний кондиционер, швейные и вязальные машины с программным управлением, управляющий блок музыкального центра (стереоприемник, проигрыватель, катушечный и кассетный магнитофоны, усилитель с акустической системой, телевизор). Уже показана возможность превращения телевизора в домашний терминал информационно-справочной системы общего пользования, обеспечивающей по запросу представление на экране самой разнообразной информации: последних известий, сводок погоды, расписания поездов и самолетов, репертуара театров и кино и т.д. Важнейшим блоком такого терминала является микропроцессор. Он незаменим в автоматизированных системах библиотек для осуществления поиска запрашиваемых книг и в роли автоматического переводчика при обучении иностранному языку.

Микропроцессор-контроллер, встроенный в телефонный аппарат, обеспечит не только функции коммутации, т.е. предварительного программирования телефонных номеров, хранения в ЗУ набранного номера до нахождения свободного канала, автоматического набора номера абонента, но и проведет контроль оплаты разговора, подсчет затраченного на разговор времени и т.п.

Значительный экономический эффект получен от применения в различных отраслях народного хозяйства микропроцессоров и микро-ЭВМ семейств "Электроника-60", "Электроника С5", "Электроника НЦ" и систем на их основе. Это — системы на базе микро-ЭВМ "Электроника 60", применяемые в сложном технологическом оборудовании электронной промышленности, в системах управления металлорежущими и электроискровыми станками, в системах обработки результатов научных экспериментов. С использованием микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" разработан абонентский пульт для общегосударственной системы передачи данных, гидромелиоративные системы, решающие задачу рационального распределения воды в условиях жесткого ее дефицита и в конечном итоге — повышения урожайности орошаемых полей; системы управления оборудованием для текстильной промышленности, обеспечивающие возможность сокращения числа работающих при повышении качества продукции; системы управления печью электрошлакового переплава, обеспечивающие повышение каче-

ства плавки, экономию электроэнергии и воды на технологические нужды.

Это — экспериментальные образцы иерархических систем в медицине для палат интенсивной терапии, лечения последствий тяжелых инфарктов; сканирующий микроскоп для автоматизированного контроля оптическими методами качества изготовления БИС, четырехканальный регулятор переменного нагружения, экстраполятор потребления электроэнергии на предприятии, простая система управления металлорежущими станками.

Это — системы на основе микро-ЭВМ "Электроника НЦ": системы полностью электронного управления металлорежущими станками, вычислительные комплексы широкого назначения, медицинские системы и системы профессионального отбора.

Ведутся серьезные работы в области стандартизации микро-ЭВМ. На завершающей стадии находится подготовка стандарта по конструктивам микро-ЭВМ. Для всех новых разработок микро-ЭВМ принят стандартный интерфейс, обеспечивающий возможность стыковки между собой различных микро-ЭВМ и заимствования функциональных модулей из различных семейств.

Однако, говоря о микропроцессорном и микросистемном этапе развития электроники, необходимо представить основные проблемы, сдерживающие развитие этого этапа и более широкого внедрения уже разработанных микропроцессоров и микро-ЭВМ в народное хозяйство. К таким проблемам относятся:

- разработка программного математического обеспечения микропроцессорной техники как для встраиваемых одноплатных, так и для универсальных микро-ЭВМ. Математическое обеспечение систем является в настоящее время наиболее трудоемкой частью работ;
 - совместная разработка микровычислительных систем создателями микропроцессорных наборов и микро-ЭВМ и разработчиками электронной аппаратуры;
 - обязательная разработка для микро-ЭВМ кросс-систем (кросс-ассемблеры для ЭВМ любой архитектуры, кросс-компиляторы, сокращающие время подготовки программ) и отладочных средств для отработки программного обеспечения, визуализации части программ, исключение введения отдельных операторов и тестирования программ. Подобная отладочная система для семейства микро-ЭВМ "Электроника С5" создана на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-01 (02)";
 - разработка комплекса микропериферийных устройств, включающих стандартные устройства ввода-вывода, связи оператора с микро-ЭВМ или микровычислительной системой и внешние запоминающие устройства;
 - стандартизация структурного и конструктивного построения базовых комплексов на основе микро-ЭВМ, их математического обеспечения, технических требований к магистрали и интерфейсам, стыковочным узлам и элементам;
 - усиление научно-технического и организационно-методического взаимодействия научных центров Министерства с головными институтами заинтересованных министерств и ведомств;
 - организация систематических научных семинаров и обучение специалистов по микропроцессорной технике.
- Решение этих проблем обеспечит дальнейшее развитие одного из самых эффективных направлений современной электроники — микровычислительных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронная промышленность, 1978, вып. 5.
2. Proceedings of the IEEE, 1978, т. 66, № 7.
3. Прангшвили И.В. Микропроцессоры и микро-ЭВМ. М.: Энергия, 1979.
4. Зарубежная электронная техника, 1979, № 13.
5. Соучек Б. Микропроцессоры и микро-ЭВМ. М.: Советское радио, 1979.

РАЗВИТИЕ МИКРО-ЭВМ И СИСТЕМ НА ИХ ОСНОВЕ

Э. А. Петросян

СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ— НОВЫЙ ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРО- ЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ В НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 681.3—181.4

Успехи отечественной микроэлектроники, создание микропроцессоров и электронной памяти на основе БИС изменили взгляд на развитие вычислительной и управляющей техники. Ширится тенденция перехода к многопроцессорным высокоэффективным структурам ЭВМ, к индивидуальным мини- и микро-ЭВМ, устанавливаемым непосредственно у потребителя. Возникает проблема массового выпуска этих машин, удовлетворяющего огромный потребительский спрос.

За год, истекший с момента проведения первого межотраслевого совещания по применению микропроцессоров и микро-ЭВМ в народном хозяйстве, на нашем объединении широко развернуто их серийное производство. Круг наших заказчиков постоянно растет. Если учесть, что основную массу применений микро-ЭВМ составляют те направления техники, где ранее вычислительные машины не применялись или применялись только для решения планово-экономических и расчетных задач в процессе проектирования, то становятся понятными значительные трудности на пути внедрения этой техники. Одним из важнейших условий успешного развития работ является широко развернутая и хорошо организованная

Микро-ЭВМ переживают в настоящее время период быстрого развития. За короткий срок они стали высокопроизводительными устройствами с достаточно широкими функциональными возможностями. Однако их эволюцию нельзя считать законченной или близкой к завершению. Предполагается дальнейшее развитие микро-ЭВМ в следующих направлениях:

- рост быстродействия, разрядности, объемов памяти и возможностей ввода-вывода в конструктивной единице благодаря использованию новых достижений технологии и схемотехники;
- увеличение удельного веса использования микро-ЭВМ широкого назначения для построения систем управления, обработки и передачи данных;
- расширение использования минимальных конфигураций микро-ЭВМ для создания аппаратуры, состоящей из высокопроизводительных функциональных модулей на основе одноплатных и однокристалльных микро-ЭВМ.

работа по повышению уровня подготовленности пользователей микро-ЭВМ. В этих целях нами выполнен ряд работ, позволивших оказать большую помощь в освоении методов проектирования аппаратуры на микропроцессорной основе:

— созданы курсы потребителей микропроцессоров, на которых обучаются специалисты из различных городов Советского Союза (набор на курсы проводится три раза в год);

— разработан блок электрически перепрограммируемого ПЗУ "Электроника П5-ППЗУ" и начат его серийный выпуск. Это устройство представляет собой удобный инструмент для самостоятельной отладки программ;

— созданы кросс-средства в расчете на ЭВМ серии ЕС.

Все эти работы безусловно необходимы, их надо развивать и далее, однако следует учитывать, что эти мероприятия адресованы тем предприятиям и коллективам специалистов, которые уже встали на путь использования микропроцессоров и микро-ЭВМ в своих разработках и нуждаются лишь в освоении методов проектирования.

Наиболее радикальным путем решения проблемы подготовки специалистов, владеющих техникой микропроцессоров, является постановка специальных курсов по микро-ЭВМ на кафедрах вычислительной техники и прикладной математики в высших технических учебных заведениях. С этой целью в ряде учебных заведений на кафедрах прикладной математики созданы проблемные лаборатории по разработке математического обеспечения, планы работы которых согласованы с общим направлением работ. На базе нашего предприятия открыт филиал политехнического института по кафедре микроэлектроники, который будет готовить технические кадры в соответствии с профилем нашего производства. При этом необходимо учитывать различные



аспекты проблемы подготовки специалистов: схемотехнические, алгоритмические, конструктивно-технологические и экономические. Комплексное использование профессиональных возможностей математиков, схемотехников, конструкторов, а также разработчиков БИС позволит поставить на новую основу разработку и производство систем на основе микро-ЭВМ.

На первых порах такие системы необходимо выполнять достаточно универсальными, а многообразие их применений должно достигаться благодаря возможностям математического обеспечения и различной конфигурации периферийного оборудования. Потребителям предложены к использованию несколько таких систем, предварительный спрос на которые уже сейчас составляет сотни штук в год. К ним относятся:

- многоканальный функциональный генератор на основе микро-ЭВМ для исследования прочностных характеристик конструкционных материалов;

- абонентский пункт АП-61 система обработки данных на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-01", которая является функциональным аналогом серийного пункта АП-2 для ЕС ЭВМ, но отличается от него снижением стоимости на 30%, снижением энергопотребления в 3 раза, уменьшением габаритов в 2 раза;

- система прогнозирования и учета электропотребления, необходимая практически всем промышленным предприятиям. Для этой системы разрабатывается унифицированная конструкторская база, определяются унифицированные блоки и узлы, создается библиотека стандартных программ;

- двухканальный цифровой программатор "Электроника П-ПР1";

- спектрофотометры "СФ-21", "СФ-39" на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-11 (12)";

- установка "Хроматограф" для контроля за состоянием окружающей среды, составом атмосферы;

- система "Электроника ПФ-1", предназначенная для оценки качества, анализа отказов и прогнозирования надежности изделий электронной техники и др.

Таким образом, организация работ заинтересованных предприятий по применению микропроцессорной техники не должна ограничиваться только созданием отдельных образцов приборов и систем на их основе. Необходимо одновременно решать вопросы обучения и организации коллективов специалистов, выбора первоочередных и перспективных применений, подготовки служб эксплуатации и ремонта микро-ЭВМ в составе аппаратуры пользователей. Эти меры позволят существенно ускорить разработку приборов и систем на основе микро-ЭВМ и обеспечат эффективную обратную связь — от применения к новым разработкам.

В. Я. Кузнецов, Ю. А. Маслеников,
Э. А. Никитин, В. П. Цветов

РАЗВИТИЕ МИКРО-ЭВМ СЕМЕЙСТВА "ЭЛЕКТРОНИКА С5" И СИСТЕМ НА ИХ ОСНОВЕ

УДК 681.3-181.4

Микро-ЭВМ. С момента разработки и серийного производства первых универсальных управляющих микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" ("Электроника С5-01", "Электроника С5-11") [1, 2] основными принципами развития этого семейства являются повышение "логической мощности" моделей и снижение трудоемкости их изготовления (рис.1). Под понятием "логическая мощность" подразумевается условная величина, суммарно характеризующая управляющую микро-ЭВМ по объемам памяти, ввода-вывода и быстродействию*.

Развитие микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" базируется на программной совместимости всех моделей, совершенствовании технологии изготовления БИС, разработке и применении новых структурных, схемотехнических и конструкторских решений, расширении программных и аппаратных средств ускорения проектирования систем на основе микро-ЭВМ, опережающем создании новых элементов математического обеспечения, ориентации семейства на технику управления и передачи данных на нижних уровнях приборов и систем.

Семейство микро-ЭВМ "Электроника С5" включает (табл.1):

- многоплатные модели, поставляемые в конструктивно и функционально законченном виде с возможностью использования в настольном и встраиваемом в оборудование варианте;

- одноплатные модели, предназначенные для встраивания в приборы и системы с целью реализации в них функций управления, контроля, обработки и приема-передачи данных;

- однокристалльную микро-ЭВМ.

Различные конфигурации микро-ЭВМ имеют свое "поле применения", что необходимо учитывать при создании очередных моделей. Использо-

вание многоплатных конфигураций микро-ЭВМ, например, в качестве отладочных средств для обработки приборов и систем на базе одноплатных

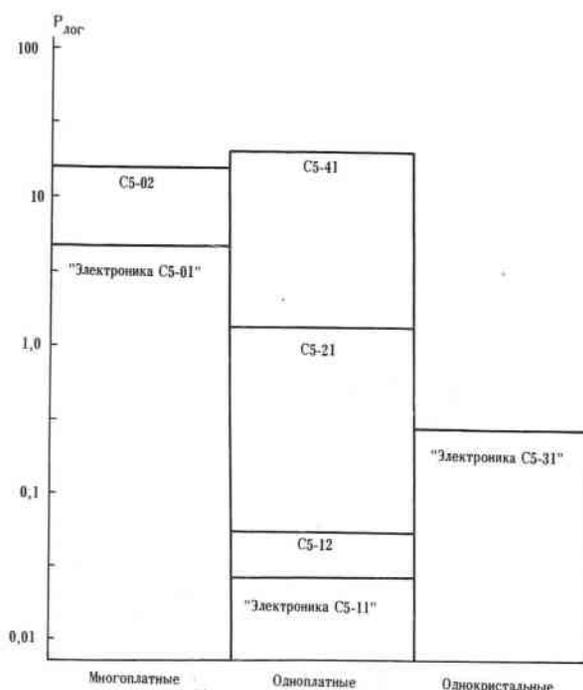


Рис. 1. Характеристика моделей микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" в условных единицах логической мощности

Таблица 1

Основные характеристики моделей микро-ЭВМ семейства "Электроника С5"

	Многоплатные модели		Одноплатные модели				Однокристалльные модели
	"Электроника С5-01"	"Электроника С5-02"	"Электроника С5-11"	"Электроника С5-12"	"Электроника С5-21"	"Электроника С5-41"	
Быстродействие, тыс. операций/с	10	10	10	10	200	1000	150
Разрядность, бит	16	16	16	16	16	16	16
Объем ОЗУ, слов	1-6К	4-10К	128	128	256	1-4К ОЗУ, ППЗУ или ПЗУ	128
Объем ПЗУ, слов	2-10К	4-24К	1024	2048	2048	-	1024
Число байтов параллельного ввода-вывода	10 входных, 9 выходных	17 входных, 15 выходных	4	4	4	4	3
Число каналов последовательного ввода-вывода	3	4	-	-	4	4	1
Число таймеров	4	4	3	3	4	4	1
Число каналов прерывания	8	8	8	8*	8*	8	8

* Дополняется набором микропроцессорных функциональных модулей.

$$P_{\text{лог}} = \frac{V_{\text{пам}} N_{\text{вв-выв}}}{\tau}$$

где $V_{\text{пам}} = V_{\text{озу}} + 0,25 V_{\text{пзу}}$ (при $V_{\text{озу}} \neq 0$) - приведенный объем внутренней памяти микро-ЭВМ (число 16-разрядных слов); $V_{\text{озу}}$ - объем внутренней оперативной памяти; $V_{\text{пзу}}$ - объем внутренней постоянной памяти; $N_{\text{вв-выв}}$ - число байтов каналов ввода и вывода информации; τ - длительность короткой операции микро-ЭВМ, мкс.

микро-ЭВМ, требует приближения их характеристик к мини-ЭВМ в части объемов ОЗУ, стыковки с накопителями большой емкости, развития программных резидентных средств отладки программ и аппаратных средств взаимодействия с оператором. Поэтому в микро-ЭВМ "Электроника С5-02" введены адаптеры быстрого ввода-вывода перфоленты, дисплеи, расширен до 10К (в максимальной комплектации) внутренний объем ОЗУ; микро-ЭВМ оснащается также дополнительными резидентными средствами отладки программ.

В области одноплатных микро-ЭВМ "Электроника С5" с разработкой каждой новой модели увеличиваются возможности их связи с объектом управления. Это дает следующие преимущества разработчикам приборов и систем:

- сокращает объем разработки и производства электронных блоков управления (БУ) для организации взаимодействия микро-ЭВМ с внешней средой;
- удешевляет изделия за счет большого удельного веса недорогой микропроцессорной техники — микро-ЭВМ и микропроцессорных функциональных модулей (МФМ);
- придает новые качества изделию благодаря использованию разнообразных МФМ (табл.2).

Таблица 2

Микропроцессорные функциональные модули для микро-ЭВМ семейства "Электроника С5"

Наименование МФМ	МФМ для микро-ЭВМ	
	"Электроника С5-12"	"Электроника С5-21"
АЦП	Электроника С5-121	Электроника С5-2101
ЦВВ	Электроника С5-122	Электроника С5-2102
П.Д-ФС	Электроника С5-123	Электроника С5-2103
ТА	Электроника С5-124	
ОЗУ	Электроника С5-125	Электроника С5-2105
Дисплей	Электроника С5-126	Электроника С5-2106
Пульт	Электроника С5-127	Электроника С5-2107
ППЗУ	Электроника П5-ППЗУ	Электроника С5-2108

Важно отметить, что МФМ микро-ЭВМ "Электроника С5-21" существенно мощнее аналогичных по взаимодействию с внешней средой МФМ "Электроника С5-12", так как большинство из них представляет собой также активные вычислительные устройства со своим однокристальным 16-разрядным микропроцессором, памятью, вводом-выводом для связи с объектом и выходом на интерфейс микро-ЭВМ "Электроника 60". Повышенная мощность МФМ позволит реализовать различные сложные функции, облегчающие взаимодействие изделия с оператором, повышающие качество обработки данных и обеспечивающие эффективное использование всех микропроцессорных средств в изделии. Конструктивное решение одноплатных моделей микро-ЭВМ и МФМ обеспечивает простоту встраивания их в приборы и системы и необходимую конструктивную надежность в эксплуатации.

Широкая номенклатура МФМ позволяет заказчику самому формировать многоплатные микро-ЭВМ различных конфигураций, исходя из требований конкретных применений.

Целям улучшения технико-экономических характеристик изделий на базе микро-ЭВМ служит создание однокристальной микро-ЭВМ "Электроника С5-31". При разработке и подготовке к выпуску однокристальных моделей необходимо помнить об опыте применения одноплатных моделей. Тенденции их развития подсказывают, что наряду с широким использованием собственно одноплатных микро-ЭВМ совместно с ними весьма эффективно используются и МФМ. Аналогом комплекта МФМ для однокристальной ЭВМ может стать набор специализированных БИС, реализующих соответствующие функции МФМ. Однако необходимо рассмотреть и вариант создания комплекта однокристальных микро-ЭВМ, каждая из которых имеет определенные отличия от других, а суммарные возможности этого комплекта отвечают широким требованиям систем управления, обработки и передачи данных.

Прототипные системы. Основным отладочным средством для *p*-канальных микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" является микро-ЭВМ "Электроника С5-02" — многоплатная модель с широкими возможностями по комплектации оперативной памятью, резидентными программными средствами отладки и управления решением задач и обменом с внешними устройствами (поставляемыми в БИС ПЗУ), имеющая развитый набор устройств ввода-вывода, обеспечивающих взаимодействие с оператором и объектом. С использованием этой модели, а также ее предшественницы — микро-ЭВМ "Электроника С5-01" в качестве отладочного средства связана успешная разработка ряда системных применений [3-5].

Главными недостатками указанных средств отладки являются избыточность аппаратных возможностей для некоторых потребителей, относительно высокая трудоемкость изготовления и, как следствие, ограниченный объем выпуска. Возникла необходимость создания такой конфигурации отладочного комплекса, которая отвечала бы каждому конкретному запросу и могла быть поставлена потребителю в нужном количестве.

Такой адаптивной прототипной системой стала микро-ЭВМ "Электроника С5-12" с набором МФМ, определяемым потребителем. Включение в ее состав телетайпной версии диспетчерской системы и тестов позволило вывести ее по степени оснащенности резидентным программным обеспечением на уровень многоплатной модели, а дополнение набора модулей пультом программиста сделало эту систему сравнимой по возможностям контроля и управления ходом отладки

программ с прототипной системой на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-02". Трудоемкость изготовления и стоимость такой адаптивной системы обычно в 1,5–2,5 раза ниже стоимости многоплатной микро-ЭВМ.

При создании отладочного комплекса для систем на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-21" учитывалась необходимость создания минимальной прототипной системы для отладки задач, ориентированных только на микро-ЭВМ "Электроника С5-21" без дополнительных функциональных модулей. Такая система (рис.2), кроме микро-ЭВМ "Электроника С5-21", включает только два модуля оперативной памяти (МОП), поставляемых по заказу вместе с микро-ЭВМ. С помощью программ обмена с телетайпным аппаратом (ТА), фотосчитывателем (ФС) и перфоратором ленточным (ПЛ), реализованных в ПЗУ микро-ЭВМ, производится ввод и вывод перфоленты (перед началом отладки и по ее окончании; в остальное время ПЛ и ФС могут быть отключены, а схемы ввода-вывода использоваться для связи с объектом) и управление (через ТА) ходом отладки программ с документированием ее результатов.

Прототипная система средней мощности на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-21" представляет собой микро-ЭВМ с необходимым набором МФМ, включающим пульт программиста, средства обмена с ТА, ФС, ПЛ, дисплеем, клавиатурой и другими модулями связи с аппаратурой и оператором.

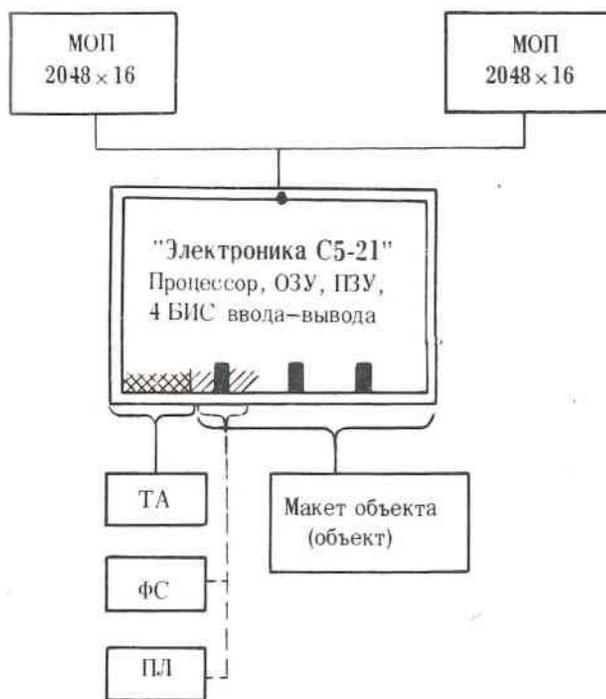


Рис. 2. Отладочный комплекс на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-21":

- подключение постоянное;
- подключение временное (на ввод-вывод перфоленты)

Математическое обеспечение. Этой проблеме в оснащении семейства "Электроника С5" уделялось и уделяется пристальное внимание, так как от ее решения зависит быстрая и качественная разработка приборов и систем на основе микро-ЭВМ. Важная роль здесь отводится широкому освещению вопросов разработки и применения различных элементов математического обеспечения (МО), направленному на формирование правильного подхода к его использованию, оценку роли элементов МО на различных этапах проектирования и на обсуждение выдвинутых предложений [6–10]. Более подробно вопросы состояния и перспектив развития МО изложены в отдельной статье, помещенной в данном выпуске [11].

Представляется необходимым остановиться на рассмотрении кросс-средств автоматизации разработки программ (САРП) микро-ЭВМ. После некоторого периода недоверия к этим довольно дорогим в разработке и относительно сложным в эксплуатации средствам отношение к ним разработчиков аппаратуры на основе микро-ЭВМ в целом изменилось в лучшую сторону. Их активно стали использовать, но не как главный элемент в создании отлаженной программы, а как временное средство, действующее до тех пор, пока микро-ЭВМ не "дорастут" до мини-ЭВМ по оснащенности внешними устройствами и резидентными САРП.

Кросс-отладка состоит в трансляции программы, написанной на языке Ассемблер или языке высокого уровня, и одном-двух прогонах транслированной программы через моделирующую программу системы команд. На этом обычно отладка заканчивается и вся тяжесть отработки программы переносится на комплексный стенд ради мифического выигрыша во времени отладки. Таким образом, часто не реализуются неограниченные возможности кросс-САРП по отладке программы до очень высокого уровня с использованием моделирования внешней обстановки, автоматизации подготовки исходных и контрольных данных для многократного прогона отлаживаемой программы, которые в конечном итоге могут позволить обойтись без дополнительных проверок на комплексном стенде. Учитывая эти возможности, а также необходимость охвата автоматизацией более широкого круга этапов разработки программ, для семейства микро-ЭВМ "Электроника С5" поставлена и успешно реализуется задача создания языка проектирования систем на базе микро-ЭВМ этого семейства – ЗЕНИТ [12], позволяющего формализовать и с помощью кросс-средств автоматизировать все этапы разработки программ от технического задания до практически полной отладки программ на универсальной ЭВМ (рис.3).

Развитие резидентных САРП идет по традици-

онному для мини-ЭВМ пути оснащения редакционно-отладочными программами, трансляторами с языков Автокод и БЭЙСИК [13, 14].

Системы на основе микро-ЭВМ. Их развитие характеризуется постепенным изменением подхода к принципам проектирования изделий на основе микро-ЭВМ, вызванным как ростом технических показателей этой техники (увеличение быстродействия, уменьшение габаритов, потребляемой мощности, расширение состава дополнительных схем и модулей), так и отношением к вопросу о необходимости присутствия вычислительных средств в составе изделия. В первых системах на основе микро-ЭВМ они применялись в основном для замены "жесткой" логики на программируемую. До настоящего времени этот вид применения остается наиболее выгодным по суммарному показателю, включающему экономию в разработке и производстве и быстроту выхода на серийное производство [15].

В то же время и организационные решения, и пропаганда достижений микропроцессорной техники способствовали внесению предложений об использовании микро-ЭВМ там, где еще не применяется электронная или другая автоматика или применяется в очень простых вариантах. Однако эти отрасли народного хозяйства наиболее слабо подготовлены к широкому внедрению микро-ЭВМ как с точки зрения проектирования и серийного изготовления, так и в плане эксплуатации новых сложных "интеллектуальных" устройств. Чтобы ускорить процесс адаптации таких сфер к достижениям микроэлектроники разработчикам микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" приходится вести до-

полнительную работу по широким консультациям в вопросах создания изделий с применением микро-ЭВМ, совместно с заинтересованными высшими учебными заведениями и отраслевыми институтами организовывать семинары по микро-ЭВМ "Электроника С5" и выпускать различные методические материалы.

Развитие работ по созданию приборов и систем на основе микро-ЭВМ имеет в техническом плане совершенно отчетливые тенденции создания такой аппаратуры, которая строится на базе автономных модулей, снабжаемых все более мощными средствами микропроцессорной техники — одночипными и однокристалльными ЭВМ. Примерами такого подхода может служить система комплексных прочностных испытаний различных конструкций, переход от проектирования абонентских пунктов (АП) на базе одной микро-ЭВМ к использованию нескольких микро-ЭВМ "Электроника С5-21" и ее функциональных модулей для АП нового класса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семейство отечественных микро-ЭВМ широкого назначения / Гальперин М.П., Жуков Е.И., Кузнецов В.Я., Малиновский Б.И., Масленников Ю.А., Палагин А.В., Панкин В.Е. — Управляющие системы и машины, 1976, № 6, с.27–29.
2. Боровской А.И., Кузнецов В.Я., Цветов В.П. Универсальные управляющие микро-ЭВМ "Электроника С5" — Электронная промышленность, 1978, № 5, с.30–32.
3. Электронная промышленность, 1978, вып. 5.
4. Электронная промышленность, 1978, вып. 10.
5. Электронная промышленность, 1979, вып. 6.
6. Принципы создания программного обеспечения микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" / Гальперин М.П., Масленников Ю.А., Никитин Э.А., Шебаршин А.В. — Электронная промышленность, 1978, вып. 5, с. 35–36.
7. Кросс-средства разработки и отладки программ для микро-ЭВМ / Иванов Ю.В., Колосовский Л.И., Чебыкин Н.Е., Шурц И.В. — Там же, с.37–38.
8. Бутомо И.Д., Котляров В.П. Структура языка программирования для микро-ЭВМ "Электроника С5-01". — Там же, с.38–39.
9. Вопросы проектирования систем автоматизации разработки программ для микро-ЭВМ / Иванов Ю.В., Масленников Ю.А., Чебыкин Н.Е., Шебаршин А.В., Шурц И.В. — Управляющие системы и машины, 1978, № 5, с.39–42.
10. Интеграция систем машинного проектирования и автоматизации программирования микропроцессоров / Гальперин М.П., Масленников Ю.А., Шебаршин А.В., Шендерович Ю.И. — Электронная промышленность, 1978, вып.10, с.5–9.
11. Масленников Ю.А. Развитие программного обеспечения микро-ЭВМ семейства "Электроника С5". — См. наст. вып., с.108.
12. Автоматизация проектирования дифровых микропроцессорных систем / Масленников Ю.А., Усик В.Г., Чебыкин Н.Е., Шурц И.В. — Электронная промышленность, 1979, вып.6, с.24–29.
13. Редакционно-отладочный комплекс для микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" / Бутомо И.Д., Котляров В.П., Морозов Н.Б., Резник А.Э., Самочадин А.В. — Там же, с.29–33.
14. Бутомо И.Д., Гальперин М.П., Котляров В.П. Комплекс резидентных и кросс-средств разработки программ для микро-ЭВМ. — Тезисы докладов I Всесоюзной конференции "Технология программирования". Сек. Б. — Киев. И-т кибернетики АН УССР, 1979, с. 29–30.
15. Гальперин М.П., Масленников Ю.А. Вопросы организации применения микро-ЭВМ широкого назначения. — Приборы и системы управления, 1978, № 10, с.7–9.

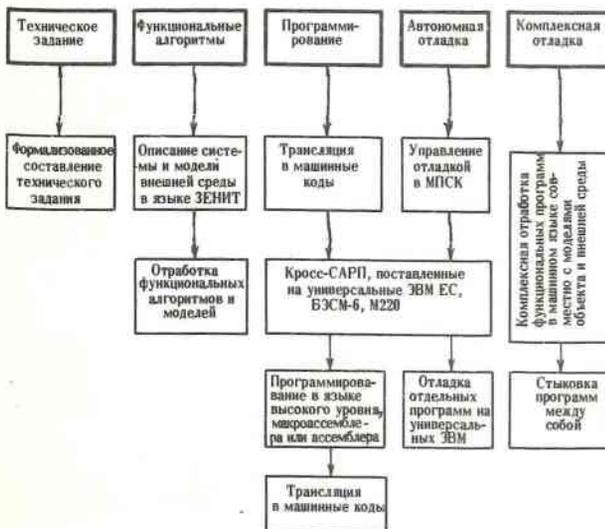


Рис. 3. Система комплексной автоматизации проектирования изделий на основе микро-ЭВМ "Электроника С5" с помощью универсальной ЭВМ (ЕС)

А. А. Васенков

РАЗВИТИЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ И МИКРО-ЭВМ СЕМЕЙСТВА "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ" НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНО- ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ

УДК 681.3-181.48

Микропроцессорные средства вычислительной техники (МСВТ), основу которых составляют микропроцессоры и микро-ЭВМ, благодаря функциональной завершенности уже на уровне узлов и блоков несут в себе новое качество и поднимают микроэлектронную аппаратуру на новую ступень.

Обладая значительной вычислительной и управляющей мощностью, невысокой стоимостью, небольшими габаритами и высокой серийноспособностью, изделия МСВТ оказывают революционизирующее влияние на все отрасли народного хозяйства. Они находят широкое применение при построении систем управления и аппаратуры связи, роботов, используются в торговых и игровых автоматах, бытовых приборах и т.п. Учитывая специфику применения МСВТ, эти изделия можно выделить в самостоятельный класс продукции, определив их следующим образом: микропроцессорные средства вычислительной техники — это электронные устройства, как правило, встраиваемые непосредственно в аппаратуру объекта, выполненные на основе микроэлектронной технологии в виде одной или нескольких БИС(СБИС), не требующие обязательного наличия индивидуальных источников электропитания, органов управления и средств теплообмена, а также специально подготовленного обслуживающего персонала, особых монтажных работ при вводе и ремонта в процессе эксплуатации.

МСВТ включают (рис. 1): комплекты микропроцессорных БИС(СБИС); однокристалльные и одноплатные микропроцессоры, микро-ЭВМ, контроллеры, устройства ввода-вывода информации и др; интегральные электронные устройства отображения информации, коммутации и т.п.

В зависимости от поставленных задач МСВТ развиваются в отрасли по нескольким направлениям при обеспечении их максимальной унификации. Унифицируются прежде всего интерфейсы, конструкции изделий и языки программирования. Завершение работ по унификации обеспечит полную совместимость всех изделий МСВТ.

Одним из основных направлений является семейство МСВТ "Электроника-НЦ", выполненных на основе разработок в архитектуре и схемотехнике.

Оно включает:

— архитектурно совместимые микропроцессорные комплекты, например серий К587, К588, V830, НЦ-80 и др;

— микро-ЭВМ "Электроника НЦ", отличающиеся вычислительной и управляющей мощностью (табл. 1);
— модули контроллеров, адаптеров, памяти и т.п.

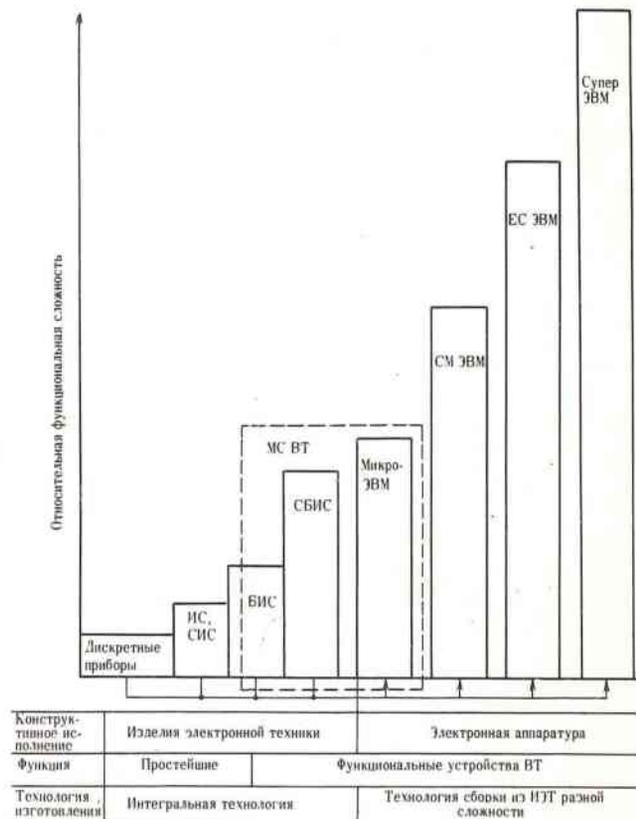


Рис. 1. Место МСВТ среди изделий электронной и вычислительной техники

Таблица 1
Основные характеристики микро-ЭВМ "Электроника НЦ"

	"Электроника - НЦ"					
	НЦ-03Т	НЦ-03Д	НЦ-31	НЦ-04Т	НЦ-80	НЦ-80-01
Разрядность слова, бит	16	16	16	16	16/32	16/32
Быстродействие, тыс. операций/с	100	100	130	200	550/250	550/250
Объем ОЗУ/ПЗУ, слов	8К	16К	8К/32К	32К	128/1024	16К/16К
Число основных команд (с модификацией)	(190)	(188)	(280)	(328)	120	120
Число уровней прерывания	4	1	4	2	8	8
Напряжение питания, В/Гц	220/50	220/50	220/50	220/50	5,0	5,0; 12,0
Потребляемая мощность, Вт	50	150	100	70	1,5	10,0
Габариты, мм	483 × 360 × 221	483 × 360 × 88	483 × 300 × 290	483 × 360 × 221	32 × 26,6 × 2,9	180 × 390 × 20
Масса, кг	28	10	30	28	0,01	0,3

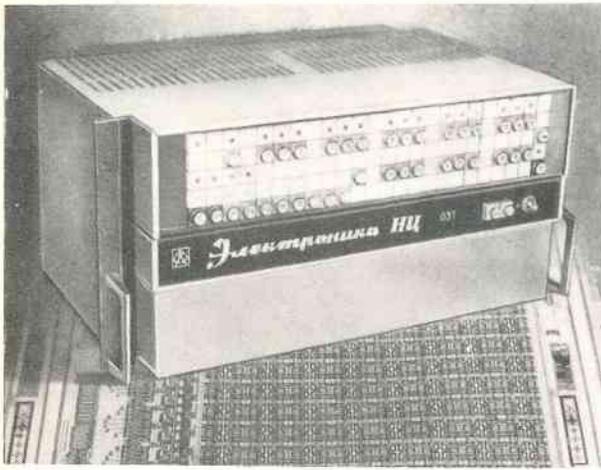


Рис. 2. Микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т"

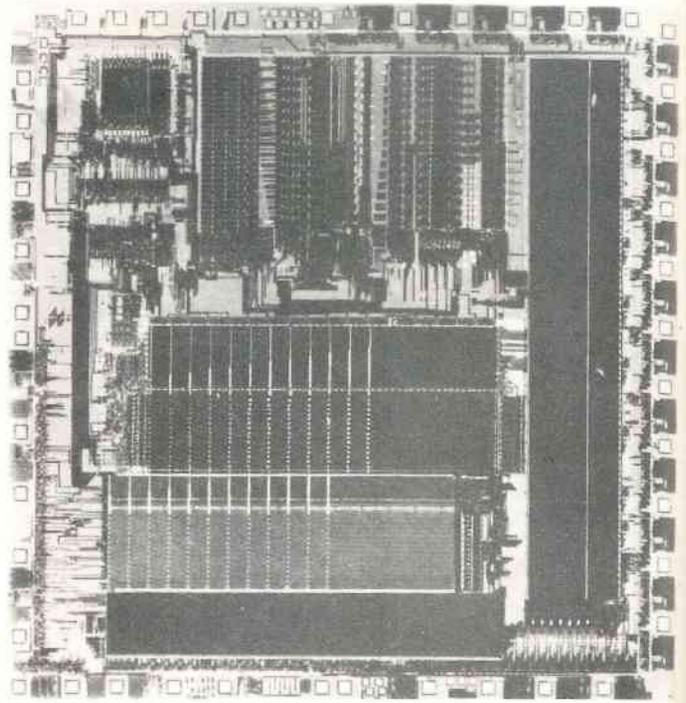


Рис. 5. Топология однокристалльной микро-ЭВМ "Электроника НЦ-80"

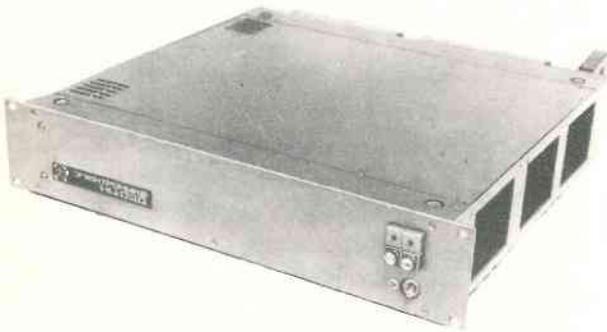


Рис. 3. Микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Д"

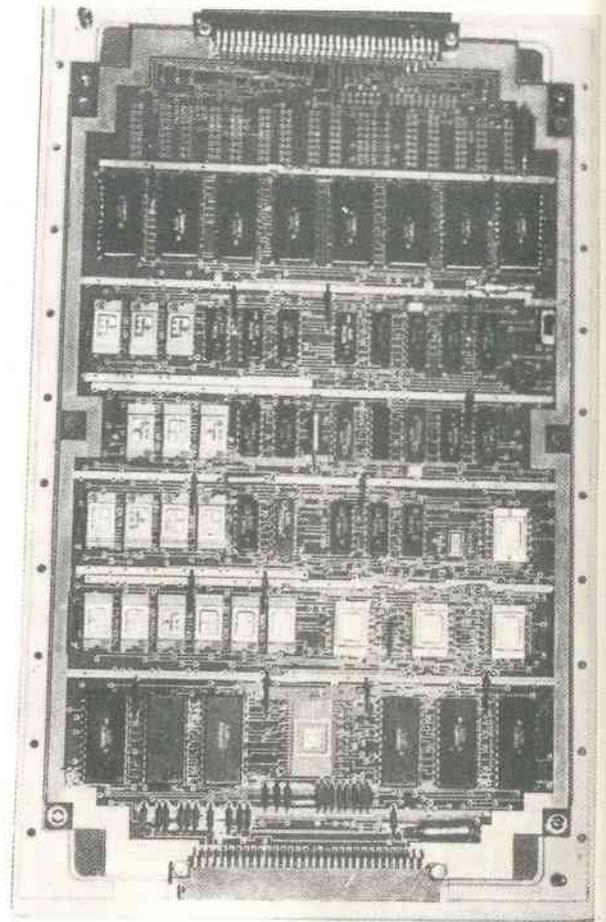


Рис. 6. Одноплатая микровычислительная система "Электроника НЦ-80-01"

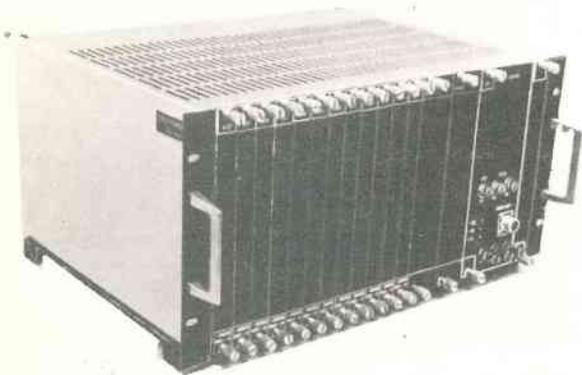


Рис. 4. Модуль оперативной памяти "Электроника ОЗУ 64К"

В настоящее время серийно выпускаются микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" (рис. 2), "Электроника НЦ-03Д" (рис. 3), модуль оперативной памяти "Электроника 64К" (рис. 4). Осваивается в производстве специализированная микро-ЭВМ "Электроника НЦ-31" для станков с ЧПУ и одноплатный модуль оперативной памяти "Электроника НЦ-32К", построенный на основе БИС К565РУЗ. Разрабатываются и другие модули памяти (табл. 2). Созданы СБИС однокристалльной микро-ЭВМ "Электроника НЦ-80" (рис. 5) и одноплатная микровычислительная система "Электроника НЦ-80-01" на ее основе (рис. 6), которые по степени интеграции, функциональным возможностям и вычислительной мощности превосходят известные в настоящее время однокристалльные и одноплатные вычислительные средства.

Таблица 2

Основные характеристики модулей памяти "Электроника НЦ"

	Модуль памяти			
	2К	8К	32К	64К
Информационная емкость, бит	32768	131072	589894	1179648
Организация, К слов × бит	2 × 16	8 × 16	32 × (16-2)	64 × (16-2)
Среднее время выборки, нс	1500	цикл 800	600	900
Напряжение питания, В/Гц	9,0	+12, +5, -5	+12, +5, -5	220/50
Потребляемая мощность, Вт в режиме хранения обмена	0,5 1,5	3 10	9 12	120 —
Габариты, мм	221 × 303 × 20	221 × 303 × 20	221 × 303 × 20	483 × 420 × 221
Масса, кг	0,8	0,8	0,8	28

Большое внимание в рамках направления "Электроника НЦ" уделяется разработке программного обеспечения (ПО), которая проводится комплексно по единой программе силами изготовителей микро-ЭВМ и основных потребителей. В настоящее время созданы дисковая резидентная операционная система реального времени, языковая резидентная диалоговая система БЕЙСИК с интерпретатором и компилятором, кросс-система программирования на ЭВМ БЭСМ-6 и ЕС ЭВМ (для Ассемблера) и перфоленточная резидентная система ПО в составе:

- операционная система однозадачного режима;
- резидентный Ассемблер;
- редактор текста;
- система отладки;
- библиотека стандартных программ (около 24К слов);
- библиотека утилит (около 15К слов).

Кросс-системы программирования ориентированы на разветвленную сеть рабочих мест программиста, основой которых является дисплей. В настоящее время функционирует система, содержащая несколько десятков таких рабочих мест, размещенных непосредственно в лабораториях программистов. В ближайшее время, с подключением ЭВМ к государственной сети связи, потребители микро-ЭВМ, имеющие рабочее место программиста, получат доступ к кросс-системам программирования разработчика микро-ЭВМ.

Микро-ЭВМ семейства "Электроника НЦ" находят широкое применение в различных областях народного хозяйства.

Это прежде всего станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Применение микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" с ОЗУ объемом 8К 16-разрядных слов в ЧПУ типа 2У32 позволило повысить производительность станка в 3–3,5 раза. При этом обеспечиваются высокие точностные характеристики с дискретностью задания перемещений 0,001 мм и величиной рабочих подач от 1 мм/мин до 6 м/мин.

Для управления универсальными металлорежущими станками создано специализированное устройство ЧПУ "Электроника НЦ-31". В нем программы обработки детали вводятся на упрощенном машинном языке, что позволяет токарю средней квалификации оперативно составлять ее практически на рабочем месте. Отлаженная программа может быть выведена на внешнее ЗУ кассетного типа и введена в другие станки. Кроме того, устройство обеспечивает возможность редактирования программы, управление станком с клавиатуры пульта и т.п. При этом обеспечивается дискретность задания размеров до 0,01 мм и величины рабочих подач до 6 м/мин.

Для системы связи гражданской авиации на основе микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Д" разработан абонентский пульт, рассчитанный на обработку 32 телеграфных каналов с пропускной способностью 0,05 сообщений/с (длина сообщения 300–2000 знаков). Базовое программное обеспечение содержит 16К 16-разрядных слов. На основе ЭВМ "Электроника НЦ" построены также центры коммутации сообщений (ЦКС) различных уровней сети связи гражданской авиации, в частности, районные ЦКС, обрабатывающие до 1 сообщения по 300 знаков в секунду по 32 каналам. Применение микро-ЭВМ обеспечивает возможность построения высоконадежных дублированных ЦКС.

Примером применения изделий "Электроника НЦ" в медицине может служить психодиагностический комплекс предстартового контроля "Тонус НЦ-01", предназначенный для экспрессного контроля психофизиологического состояния операторов различных сложных систем управления. Прибор обеспечивает возможность получения комплексной оценки состояния оператора, включающей оценку подавляющего большинства функциональных систем человека, участвующих при выполнении его профессиональной задачи.

Успешное развитие микропроцессоров и микро-ЭВМ семейства "Электроника НЦ" стало возможным благодаря комплексному подходу к их разработке, производству и применению. Такой подход, базирующийся на комплексно-целевом методе планирования, обеспечивает возможность получения рядов унифицированных микропроцессорных средств вычислительной техники, удовлетворяющих требованиям различных потребителей.

Основное назначение комплексно-целевых программ (КЦП), осуществляемых в отрасли:

- разработка оптимизированной номенклатуры унифицированных изделий электронной техники с

требуемыми параметрами, удовлетворяющей массового потребителя и обеспечивающей создание различных средств вычислительной техники, промышленной автоматики и другой аппаратуры;

— оптимизация распределения ресурсов для изготовления унифицированных ИЭТ на высоком научно-техническом уровне и в сжатые сроки.

Работа по КЦП позволила сконцентрировать усилия на главных направлениях и значительно поднять уровень разработок. Так, выпускаемые микропроцессорные комплекты соответствуют мировому уровню, что подтверждается, в частности, присвоением золотой медали КМОП комплекту (серия К587) на Лейпцигской ярмарке 1979 г. и патентованием его в США и других странах. Интересные результаты получены также в области создания полупроводниковой памяти. В табл. 3 и 4 приведены краткие характеристики ряда серийно выпускаемых микропроцессорных комплектов и некоторых БИС памяти.

Таблица 3

Основные характеристики микропроцессорных комплектов

Серия	Технология	Число БИС в комплекте	Центральный процессорный элемент	Разрядность, бит	Время цикла, мкс	Потребляемая мощность, мВт	Тип корпуса
К536	p-МОП	14	К536ИК1	8-л	10,0	70—1000	413.48—1
К580	n-МОП	4	К580ИК80	8	2,0	300—750	429.42—1
К581	n-МОП	4	К581ИК1	8,16	0,4	900	244.42—1
К582	ИИЛ	1	К582ИК1	4-л	1,76	300	244.48—1
К583	ИИЛ	13	К583ИК1	8-л	1,0	300	244.48—1
К584	ИИЛ	1	К584ИК1	4-л	2,0	300	244.48—1
К586	n-МОП	3	К586ИК1	16	0,5	1000	244.48—1
К587	КМОП	4	К587ИК2	4-л 8-л	2,0	50	429.42—1
К588	КМОП	3	К588ИК2	16-л	2,0	25	429.42—1
К589	ТТЛШ	8	К589ИК02	2-л	0,1	900	247.28—2

Таблица 4

Основные характеристики БИС памяти

ЗУ	Обозначение	Технология	Информационная емкость, бит	Организация	Максимальное время выборки, нс	Максимальная потребляемая мощность, мВт/бит	Тип корпуса
ОЗУ	К565РУ1	n-МОП	4096	4096×1	200	0,12	210А.22—1
	К565РУ3	n-МОП	16384	16384×1	200	0,08	210А.16—5
	К565РУ2	n-МОП	1024	1024×1	450	0,40	201.18—11
	К537РУ1	К-МОП	1024	1024×1	800	0,03	405.24—1
	К522РУ1	n-МОП	16384	16384×1	500	0,04	2105.24—1
	К541РУ1	ИИЛ	4096	4096×1	180	0,16	329.24—2
К560РУ415	ЭСЛ	1024	1024×1	30	0,70	238.16—2	
ПЗУ (эпоногенераторы)	К568РЕЛ	n-МОП	16384	2048×8	650	0,03	405.24—2
	К155РЕ21+24	ТТЛ	1024	256×4	60	0,40	238.16—2
ППЗУ	К558РЕ4	ТТЛШ	1024	256×4	90	0,60	238.16—2
	К500РЕ149	ЭСЛ	1024	1024×1	35	0,68	238.16—2
РПЗУ	К573РР11+14	p-ЛИЗМОП	8192	1024×8	900	0,15	405.24—1
	К558РР1	p-МОП	2048	256×8	2000	0,10	405.24—1

Ряд микропроцессорных БИС, полупроводниковые ЗУ емкостью 16К и выше относятся к категории СВИС. Проектирование СВИС, содержащих десятки и сотни тысяч транзисторов на кристалле, сопряжено с большими трудностями не только из-за

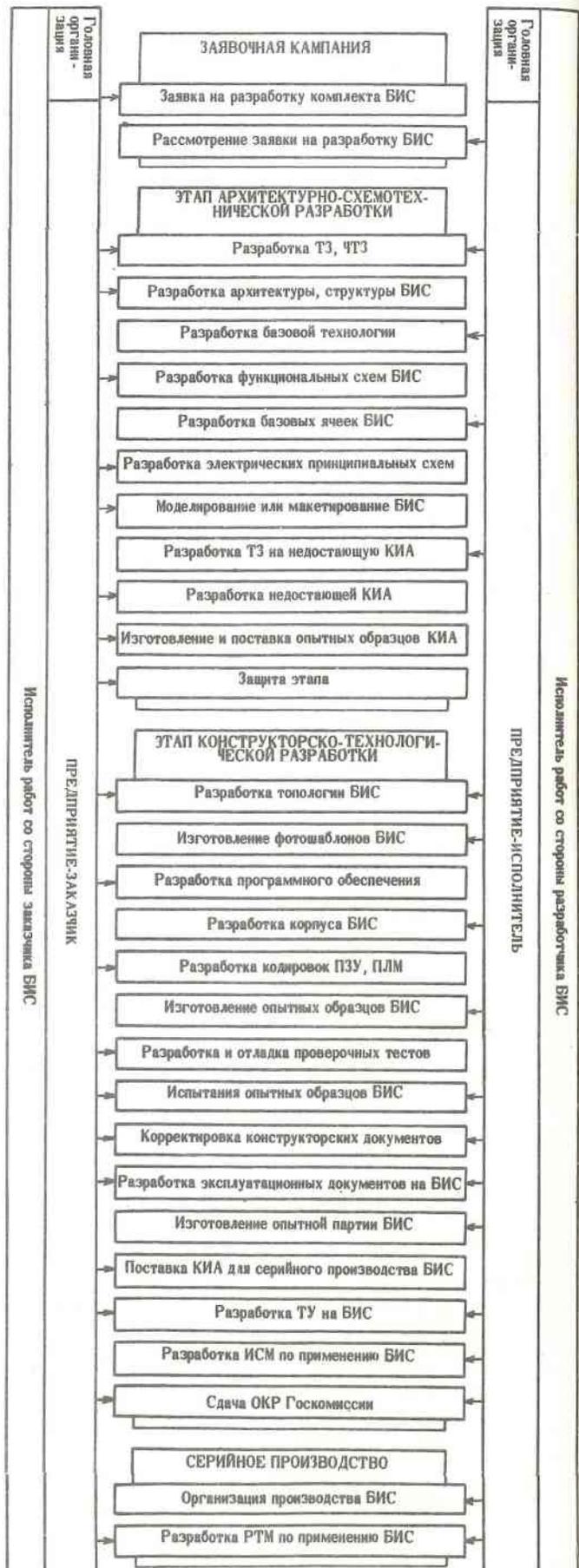


Рис. 7. Схема организации работ заказчика и изготовителя при разработке функционально сложных БИС

возросшей сложности, но и в связи с требованием отсутствия схемотехнических ошибок в функциональном построении, элементах схемы и в соединениях при условии функциональной завершенности, которая определяется минимальным числом выводов СВИС.

Кроме того, в некоторых случаях возникает необходимость в разработке специальных или аппаратно-ориентированных БИС (например, комплектов процессорно-ориентированных БИС для ЕС ЭВМ).

Для решения этих новых задач утвержден порядок работ, основанный на принципе совместной ответственности заказчика и разработчика за технический уровень разработки БИС, технологичность производства, эксплуатационные характеристики и применимость. Введение этого принципа вызвано тем, что в условиях резко возросшей сложности интегральных схем, когда каждая БИС является эквивалентом сложных функциональных блоков или узлов РЭА, качество БИС, ее функциональные и эксплуатационные характеристики, технологичность изготовления, стоимость и области применения зависят от качества разработки, архитектуры, структуры функциональных и принципиальных схем БИС и могут быть обеспечены только совместной работой специалистов по разработке РЭА и БИС. Эти новые взаимоотношения между заказчиком и разработчиком БИС определены утвержденными нормативными документами и проиллюстрированы на рис. 7. Процесс создания БИС разбит на два этапа: архитектурно-схемотехнической и конструкторско-технологической разработки. Первый этап выполняется в основном заказчиком БИС, т.е. разработчиком РЭА. Примерами реализации положений стандарта на внутриотраслевом уровне может служить создание микропроцессорного комплекта серии К588, на межотраслевом уровне — создание комплектов процессорно-ориентированных БИС для ЕС ЭВМ (серия К583 и др.), на международном уровне — создание микропроцессорного комплекта V830 для СМ ЭВМ совместно с комбинатами Robotron и IMD (ГДР).

Планируемое в КЦП поступательное развитие изделий микроэлектроники с увеличением быстродействия и степени интеграции на основе комплексно-целевых программ обусловило:

- создание параметрических рядов на уровне интегральных логических и интерфейсных схем, в т.ч. серии К155, К564, К142, К500 и др.;

- разработку нескольких направлений унифицированной аппаратуры на базе рядов интегральных схем, особенно в области вычислительной техники (ЕС ЭВМ "Ряд 2", СМ ЭВМ, ЕС ЭВМ "Ряд 3" и СМЭВМ II очереди);

- разработку и производство изделий микроэлектроники на новом уровне сложности (БИС, СВИС и МС ВТ) — микропроцессоров, ЗУ и микро-ЭВМ, которые стали основой нового этапа развития вычислительной техники и промышленной автоматики.

В. Д. Борисенков, В. С. Лопатин,
В. В. Плотников, И. Л. Талов

ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА 60"

УДК 681.324—181.4

Решение задач комплексной автоматизации управления производственными процессами, научными экспериментами, процессами обработки и передачи данных требует широкого применения средств микропроцессорной техники, обладающей большими вычислительными возможностями при малых размерах и низкой стоимости. К таким средствам относятся микро-ЭВМ и, в частности, микро-ЭВМ "Электроника 60". Ее существенным достоинством является программная совместимость с мини-ЭВМ, а, следовательно, и возможность использования большого объема программного обеспечения известных и общедоступных мини-ЭВМ. Реализация принципа архитектурной преемственности мини- и микро-ЭВМ не только обеспечивает совместимость программного обеспечения, но и позволяет использовать важный опыт, накопленный в ходе концептуальной и технической эволюции мини-ЭВМ. В то же время применение микро-ЭВМ высокой производительности (~250 тыс. операций/с) открывает принципиально новые возможности:

- наделяет промышленное оборудование развитыми логическими возможностями;

- повышает производительность существующих средств обработки данных и унифицирует применяемые технические решения;

- значительно сокращает сроки разработки и освоения новой электронной аппаратуры;

- существенно упрощает техническую документацию;

- увеличивает полезный срок службы устройств, уменьшает габариты и потребляемую мощность;

- повышает надежность систем и существенно снижает их стоимость.

Центральный процессор ЭВМ "Электроника 60" размещен на одной печатной плате размером 280 × 240 мм и состоит из микропроцессора, памяти объемом 4К слов, приемо-передатчиков канала и дополнительной логики. Обмен информацией между различными устройствами ЭВМ "Электроника 60" осуществляется через единый канал ЭВМ. 16-разрядная длина адреса позволяет обращаться к памяти объемом до 64 кбайт. Последние 8 кбайт адресного пространства предназначаются для регистров внешних устройств. Использование в ЭВМ "Электроника 60" принципа общей магистрали позволило выполнить все функциональные блоки ЭВМ

в виде конструктивно законченных устройств. Связь между ними осуществляется через единый канал, который является быстродействующей системой связи, соединяющей процессор, память и все внешние устройства. Обращение к регистрам внешних устройств осуществляется также легко, как доступ к ячейкам оперативной памяти. Единый канал обеспечивает три режима асинхронного обмена информацией — программный, режим прерывания программы и прямого доступа к памяти.

Пользователь может сам определять необходимую конфигурацию системы управления в зависимости от конкретного применения ЭВМ "Электроника 60". В его распоряжение, кроме центрального процессора, предоставляются платы управления ЭПМ "Консул 260", "Консул 260.1" и фоточитывателями FS-1501, СП-3, а также устройства управления перфоратором ПЛ-150, устройства параллельного обмена, платы динамической памяти емкостью 4К слов.

Прежде чем решить, какая из конфигураций лучше подходит, разработчик должен проанализировать все требования к системе — совокупность реализуемых функций, необходимые объем памяти и быстродействие.

В настоящее время осваиваются в серийном производстве два новых варианта центрального процессора:

— однокристалльная ЭВМ на базе СБИС микропроцессора с более высоким быстродействием, обеспечивающая компактность и технологичность систем, разрабатываемых на ее базе;

— центральный процессор ЭВМ "Электроника 60" на базе микропроцессора, состоящего из пяти БИС. В нем дополнительно аппаратно реализованы команды расширенной арифметики и операции с плавающей запятой без увеличения размеров платы. Благодаря этим мерам быстродействие операций типа умножения, деления с фиксированной и плавающей запятой удалось увеличить на порядок.

В новых разработках большое внимание уделяется планомерному производству технически завершенного комплекса средств вычислительной техники, включающих универсальные и специализированные интерфейсные узлы, устройства памяти. Разработан ряд новых типов запоминающих периферийных устройств и устройств связи с объектом.

Запоминающее устройство емкостью 16К слов с временем выборки БИС ОЗУ 16 кбит, равным 150 нс, и циклом памяти — 400 нс. Применение новых БИС ОЗУ позволило разместить устройство емкостью 16К слов на одной плате размером 240 × 135 мм.

Постоянное запоминающее устройство емкостью 2К слов, предназначенное для хранения программ и констант.

Перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство емкостью 4К слов с периодом об-

ращения, равным при записи 20 мс, временем выборки ~5 мкс. Число циклов перезаписи составляет 10^4 , время хранения информации — не менее 2000 ч.

Периферийные устройства

Тракт накопителя на гибких магнитных дисках на базе разрабатываемого в отрасли накопителя "Электроника НГМД-70"

Скорость обмена 50 кбайт/с
Емкость памяти 256 кбайт
Среднее время поиска информации 500 мс

Тракт накопителя на мини-ленте ИЗОТ 5003

Емкость памяти 10 Мбайт
Скорость обмена 10 кбайт/с
Плотность записи 32 байт/мм

Рабочая скорость движения ленты 32 см/с

Алфавитно-цифровой дисплей

Формат изображения 24 строки по 80 знаков

Скорость вывода информации 50÷9600 бит/с

Полное управление передвижением маркера

Устройство связи с объектом

Устройство аналогового ввода

Число входных каналов 8 дифференциальных,

16 однопроводных

Разрешающая способность 10 двоичных разрядов

Время преобразования на 1 канал 100 мкс

Диапазон входных сигналов 0÷5 В; 0÷10 В; ±2,5 В;

±5 В; ±10 В

Устройство аналогового вывода

Число выходных каналов 4

Разрешающая способность 10 двоичных разрядов

Диапазон выходных напряжений 0÷5 В; 0÷10 В;

±2,5 В; ±10 В

Время установления выходного напряжения 10 мкс

Для расширения возможностей ЭВМ "Электроника 60" разработан интерфейс прямого доступа к памяти, имеющий регистры счета слов, адреса, состояния и управления, а также буферный регистр. Интерфейс прямого доступа обеспечивает обмен байтами, словами и массивами со скоростью 250 кбайт/с. Кроме того, создан интерфейс пользователя, который предусматривает возможность адресации к регистрам ВУ, установку 40 микросхем. Интерфейс пользователя обеспечивает программный режим работы и режим прерывания.

Все средства аппаратного обеспечения должны удовлетворять взаимно противоположным требованиям различных классов задач пользователя, что требует определенного набора компиляторов, ассемблеров, различных обслуживающих программ и, что самое важное, комплексной операционной системы для эффективного управления всеми перечисленными средствами аппаратного и программного обеспечения. Программное обеспечение ЭВМ "Электроника 60" включает: полный набор диагностических программ, позволяющих за минимальное время провести полную функциональную проверку ЭВМ; перфокарную операционную систему; средства проблемно-ориентированного языка высокого уровня БЭЙСИК. Кроме того, для ЭВМ "Электроника 60" разработана дисковая операционная система для работы в реальном масштабе времени.

Основными направлениями применения микроЭВМ "Электроника 60" являются:

— автономная гибкая вычислительная система, рассчитанная на одного пользователя;

- составные части высокопроизводительных вычислительных комплексов;
 - автоматизированные системы управления технологическими процессами;
 - устройства передачи данных (сложные средства коммутации, мультиплексоры, схемы обнаружения и исправления ошибок и аппаратура кодирования);
 - микромашинное управление в системе управления дорожным движением;
 - бытовые приборы и сложные игровые автоматы, работающие в реальном масштабе времени.
- Созданный набор средств вычислительной техники предоставит пользователям микро-ЭВМ широкие возможности при определении необходимой конфигурации системы в зависимости от назначения. Прогресс в этой области позволит осуществить и такие исключительно важные проекты, как создание программируемых промышленных роботов, вычислительных и управляющих систем высокой производительности.

Статья поступила 18 мая 1979 г.

В. Ф. Зубашич, А. В. Кобылинский,
В. А. Темченко, Н. Г. Сабадаш

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОМПЛЕКТ БИС СЕРИИ К580.

СЕМЕЙСТВО МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА К1"

УДК 681.325.5-181.4:621.3.049.771.14

Необходимым условием для успешного применения микропроцессорных БИС в разработках средств вычислительной техники является параллельное и согласованное решение следующих вопросов:

- выбора архитектуры микропроцессорного комплекта и отдельных БИС;
- разработки типовых конфигураций микро-ЭВМ на основе комплекта БИС;
- разработки системных средств для автоматизации подготовки, отладки программного обеспечения контроллеров и микро-ЭВМ;
- подготовки потребителей к применению комплекта БИС в разработках средств вычислительной техники и радиоэлектронной аппаратуры.

Задача выбора архитектуры микропроцессорного комплекта БИС сводится к нахождению оптимального соотношения между номенклатурой БИС и эффективностью реализации средств ВТ и РЭА данного класса основе комплекта.

Комплект БИС серии К580 предназначен для построения широкого класса средств вычислительной техники и радиоэлектронной аппаратуры: от устройств автоматики и простейших контроллеров до микро-ЭВМ для управления технологическими процессами. Комплект включает, кроме высокопроизводительного однокристалльного 8-рядного микропроцессора, ряд БИС для подключения периферийных устройств и БИС для расширения системных возможностей микро-ЭВМ (рис.1).

Комплект характеризуется архитектурным единством, которое заключается в функциональной законченности и автономности отдельных БИС, магистральной организации и единстве интерфейса всех БИС, программируемости и универсальности применения, в возможности наращивания числа БИС. Функциональная законченность и автономность БИС комплекта обуславливает возможность их использования не только в составе комплекта серии К580, но и в других комплектах, а также в составе средств вычислительной техники на ИС и СИС, в радиоэлектронных системах, не содержащих вычислительных устройств. При этом обеспечивается значительное снижение аппаратурных затрат, упрощается процесс проектирования, настройки и эксплуатации аппаратуры. Например, БИС последовательного интерфейса К580ИК51 может широко применяться в качестве приемо-передатчика в системах телеграфной связи, а также при построении контроллеров видеотерминалов; БИС параллельного интерфейса К580ИК55 - при построении контроллеров практически всех типов внешних устройств с параллельным способом обмена информацией и в качестве универсального программируемого коммутатора параллельных потоков информации; БИС программируемого таймера К580ИК53 - как времязадающее устройство или программируемый генератор в системах автоматики; БИС контроллера прямого доступа к памяти К580ИК57 - для организации режимов прямого доступа к памяти как в вычислительных системах, построенных на основе других типов ИС и БИС, так и для построения контроллеров накопителей на магнитных дисках, лентах; БИС программируемого контроллера прерываний К580ИК59 - для построения устройств прерывания, дискретных вычислительных устройств и устройств автоматики.

Такие свойства комплекта как программируемость режимов работы и выполняемых функций БИС, простота наращиваемости разрядности и числа каналов, электрическая совместимость с ИС и БИС любых серий, имеющих сигналы со стандартными уровнями ТТЛ, не только обеспечивают возможность применения указанного комплекта БИС в устройствах вычислительной техники и дискретной автоматики, построенных на основе других микропроцессорных комплектов и просто

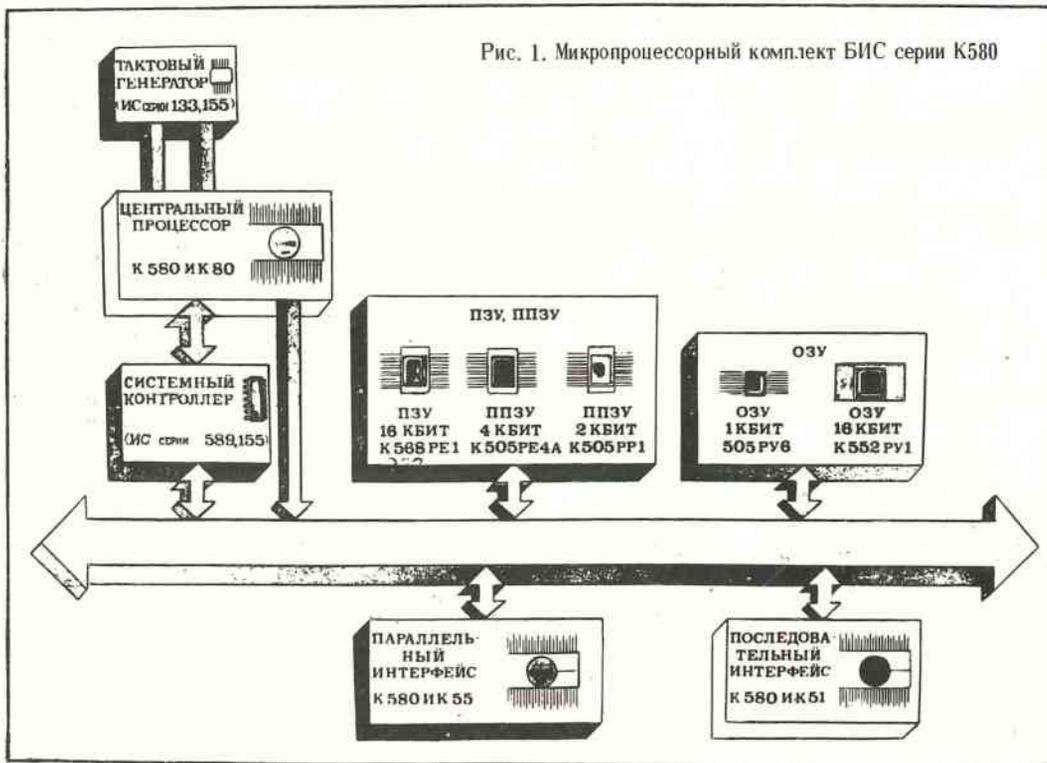


Рис. 1. Микропроцессорный комплект БИС серии К580

на основе ИС и СИС, но и позволяют вести разработку контроллеров и микро-ЭВМ, широко используя всю номенклатуру выпускаемых отечественной промышленностью ИС и БИС. Для некоторых областей применения оказывается возможным и достаточным использование только БИС центрального процессора К580ИК80 с обрамлением, построенным на основе ИС серии К155 или микропроцессорного комплекта серии К589.

В микропроцессорном комплекте серии К580 реализован асинхронный способ сопряжения с запоминающими устройствами, что дает возможность применять в сочетании с ним практически все известные серии БИС ЗУ. Основные типы БИС, применяемые совместно с набором серии К580, перечислены в таблице. Ниже приведены технические характеристики отдельных БИС микропроцессорного комплекта серии К580:

К580ИК80 (К580ИК80А) — центральный процессор	
Число кристаллов	1
Разрядность слова	8
Быстродействие типа регистр-регистр	500 тыс. операций/с
Число команд	78
Объем адресуемой памяти	64 кбайт
Способы адресации	прямая, косвенная, непосредственная
Число уровней прерывания	8
Тактовая частота	2 МГц
Число выводов	40
Рассеиваемая мощность	750 мВт
Напряжение питания	+5 В ; +12 В — 5 В
К580ИК51 — программируемый последовательный интерфейс	
Способы передачи (приема) информации	синхронный, асинхронный
Длина одной посылки	5–8 бит
Скорость передачи информации в синхронном режиме	56 кбод
в асинхронном режиме	9,6 кбод
Число выводов	31
Напряжение питания	+5 В

К580ИК53 — программируемый таймер	
Число независимых счетчиков	3
Разрядность счетчика	16
Режимы счета	двоичный, двоично-десятичный
Режимы работы	счетчик событий, программируемый, ждущий мультивибратор, делитель частоты, генератор меандра, программно-запускаемый строб, апериодно-запускаемый строб

К580ИК55 — программируемый параллельный интерфейс	
Число программируемых линий ввода-вывода	24
Число каналов передачи информации	3
Разрядность каналов	8
Режимы работы	простой ввод-вывод, ввод-вывод со стробированием, ввод-вывод по двунаправленному каналу

Число выводов	40
Напряжение питания	5 В

К580ИК57 — контроллер прямого доступа в память	
Число каналов ПДП	4
Режимы работы	автозагрузка, циклический сдвиг приоритетов, фиксированный приоритет, маскирование, удлиненная запись, конец счета, чтение памяти, запись в память

К580ИК59 — программируемый контроллер прерываний	
Число обслуживаемых прерываний	8
Режимы работы	маскирование прерываний, установление приоритетов прерываний, циклический сдвиг приоритетов прерываний, поиск запроса прерывания, чтение состояния контроллера прерываний

Наряду с созданием БИС серии К580 проведена разработка архитектуры микро-ЭВМ семейства "Электроника К1", предназначенных для отра-

Набор БИС, совместимых с микропроцессорным комплектом серии К580

Тип микро-схемы	Назначение	Основные технические характеристики
К589ИР12	Многорежимный буферный регистр	8-разрядный регистр с тремя устойчивыми состояниями
К589АП16	Шинный формирователь	4-канальный коммутатор. Канал имеет шину приема информации, шину выдачи и двунаправленную шину приема-выдачи
К589АП26	Шинный формирователь с инверсией	4-канальный коммутатор с инверсией
К589ИК14	Блок приоритетного прерывания	Блок имеет 8 входов запросов прерываний
К505РУ6	Статическое ОЗУ	Объем 1 кбит. Организация 1024 × 1
К565РУ1	Статическое ОЗУ	Объем 1 кбит. Организация 1024 × 1
К565РУ3	Динамическое ОЗУ	Объем 16 кбит. Организация 16192 × 1
К505РР1	Перепрограммируемое ЗУ с УФ-стиранием	Объем 2 кбит. Организация 256 × 8
К505РЕ4	Полупостоянное ЗУ с электрической перезаписью информации	Объем 1 кбит. Организация 512 × 2
К505РЕ3	Постоянное ЗУ	Объем 4 кбит. Организация 512 × 8
К568РЕ1	Постоянное ЗУ	Объем 16 кбит. Организация 2048 × 8

ботки типовых конфигураций микро-ЭВМ и контроллеров, обработки характеристик БИС, определения унифицированных структурных решений для микро-ЭВМ и контроллеров различного назначения, наиболее полно учитывающих структурные особенности и интерфейс комплекта, создания технических средств для построения систем автоматизации подготовки, отладки программного обеспечения контроллеров и микро-ЭВМ потребителей.

Техническая характеристика микро-ЭВМ "Электроника К1-10"

Элементная база	4-канальные БИС серий К580, К505, К589 и К155 ИС серий К580ИК80
Центральный процессор	однокристальный микропроцессор К580ИК80
Разрядность слова	8
Объем адресуемой памяти	64 кбайт
Способы адресации	прямая, косвенная, непосредственная
Число команд	78 (включая команды арифметических и логических операций, операций десятичной коррекции, стеновые операции, сложение слов двойной длины, операции ввода-вывода, операции управления)
Формат команды	однобайтная, двухбайтная, трехбайтная
Быстродействие типа регистр-регистр	500 тыс. операций/с
Система прерываний	приоритетная, 8 векторов
Емкость ОЗУ	9 кбайт с возможностью расширения до 64 кбайт
ПЗУ	2(16) кбайт
Число программируемых параллельных шин ввода-вывода	72 (возможно расширение до 144)

Число программируемых последовательных шин ввода-вывода	2 (возможно расширение до 4)
Возможность программно-аппаратной реализации стандартных интерфейсов	RS 232C, ИРПР, 2К, ОШ (модификации)
Сопряжение с периферийным оборудованием	ЭПМ "Консул 260.1" ПЛ-150, FS-1501, устройства с сопряжениями RS232C, ИРПР, 2К, ОШ
Напряжение питания	220 В (50 Гц)
Потребляемая мощность	≤ 250 ВА
Габариты	483 × 550 × 132 мм
Масса	20 кг

Программное обеспечение

- Монитор
- Ассемблер
- Отладчик
- Редактор
- Системные программные средства контроля

Принятые архитектурные, структурные и конструктивные решения позволяют реализовать семейство одно- и многоплатных микро-ЭВМ на одном наборе функционально-законченных, программно-совместимых устройств (одноплатных модулей), объединенных единым интерфейсом и конструктивными принципами компоновки и исполнения. К ним относятся: устройство центрального процессора, оперативные запоминающие устройства, устройства сопряжения с ВУ, устройство программируемых каналов ввода-вывода, устройство пульта управления.

Устройство центрального процессора представляет собой одноплатную микро-ЭВМ и может использоваться как автономно в качестве контроллера, так и в составе многоплатной микро-ЭВМ. Все устройства объединены общим интерфейсом ИК1.

Интерфейс ИК1 представляет собой унифицированную систему связей между устройством центрального процессора, запоминающими устройствами и устройствами сопряжения с ВУ. Он разработан с учетом структурных особенностей БИС комплекта и обеспечивает возможности дальнейшей модернизации и расширения устройств набора.

Наличие модуля программируемых каналов ввода-вывода позволяет обеспечить сопряжение со стандартными интерфейсами типа RS232C, ИРПР, 2К, ОШ и, соответственно, подключать ВУ, разработанные для указанных интерфейсов.

Базовой моделью семейства является микро-ЭВМ "Электроника К1-10" (рис. 2). Она ориентирована на создание системы автоматизации программирования и обработки математического обеспечения контроллеров и микро-ЭВМ, реализованных на основе комплекта БИС серии К580, а также может быть использована автономно в системах управления и контроля.

Система программирования для автоматизации подготовки и отладки программного обеспечения контроллеров и микро-ЭВМ на основе БИС серии



Рис. 2. Микро-ЭВМ "Электроника К1-10"

К580 включает резидентное математическое обеспечение отладочной системы на базе микро-ЭВМ "Электроника К1-10" и кросс-МО на универсальных мини-ЭВМ.

Резидентное математическое обеспечение реализует взаимодействие оператора с микро-ЭВМ, управление ВУ, частичную автоматизацию процесса подготовки и отладки программ, управление выполнением программы пользователя. В состав резидентного математического обеспечения входят программы МОНИТОР, ОТЛАДЧИК, РЕДАКТОР, АССЕМБЛЕР.

Программа МОНИТОР выполняет функции управления внешними устройствами и загрузки программ. В базовом варианте предусмотрены функции управления ЭПМ "Консул 260.1", перфосчитывателем FS-1501, перфоратором ПЛ-150, дисплейным модулем ВТА-2000. Предусмотрена возможность расширения функций управления ВУ путем включения пользователем с помощью команды расширения драйверов дополнительных ВУ. Загрузка программ пользователя осуществляется с перфоленты в абсолютном формате. Функция управления выполнением программы пользователя заключается в передаче управления выполняемой программой и организации возврата управления МОНИТОРУ по программным прерываниям. Кроме того, программа МОНИТОР реализует простейшие отладочные функции, такие как индикация и модификация содержимого ячеек памяти, аккумулятора и регистров микропроцессора, дампинг заданных массивов ЗУ.

К функциям программы ОТЛАДЧИК относится организация покомандного выполнения отлаживаемой программы и различных режимов трассировки, т.е. выдача на печать содержимого регистров и аккумулятора микропроцессора. Возможны такие режимы трассировки, как трассировка заданного участка программы, трассировка по командам передачи управления, трассировка по списку команд, задаваемых пользователем и режим трассировки, задаваемый пользователем.

Программа РЕДАКТОР предназначена для подготовки и редактирования программ на языке Ассемблер.

Программа АССЕМБЛЕР предназначена для трансляции программы на языке Ассемблер в объектную программу на машинном языке микропроцессора К580ИК80.

Кросс-МО на универсальных ЭВМ БЭСМ-6 и ЕС ЭВМ включает кросс-ассемблер, интерпретатор, эмулятор, ряд сервисных программ, кросс-компилятор с языка высокого уровня ПЛ/М.

Кросс-ассемблер и кросс-компилятор предназначены для трансляции программ, написанных, соответственно, на языке Ассемблер и ПЛ/М, в

объектную программу на машинном языке микропроцессора К580ИК80.

Интерпретатор предназначен для моделирования выполнения программ контроллера на универсальной ЭВМ, в том числе моделирование памяти, внешних устройств, прерываний и для трассировки в заданном режиме моделируемой программы.

Эмулятор позволяет организовать трансляцию исходной программы с последующей передачей объектного модуля на интерпретатор для моделирования.

Микро-ЭВМ "Электроника К1-10" с программным обеспечением в составе резидентного и кросс-математического обеспечения позволяет ускорить процесс проектирования и отладки систем управления и контроля на основе микропроцессорного комплекта БИС серии К580.

Наличие указанных средств позволяет проводить отработку алгоритмов работы системы контроля и управления параллельно с разработкой аппаратных средств, провести процесс моделирования алгоритмов и систем в целом, определить оптимальные технические характеристики систем.

Статья поступила 7 сентября 1979 г.

В. И. Иванов, Е. А. Иванов,
Л. Л. Муренко, А. Н. Филимонов

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ МИКРОСИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 681.325.5—181.48

ВУМС — это массовые "персональные" вычислительные и управляющие средства для инженеров и ученых, имеющие большую вычислительную мощность, высокоорганизованные языки программирования

Основные технические характеристики серийных моделей ВУМС

	"Электроника ТЗ-16"	"Электроника ТЗ-16М"	15ВСМ-5	"Электроника ДЗ-28"	"Электроника ТЗ-29"
Язык программирования	Символический	Символический	Символический	Символический	БЕЙСИК
Объем памяти, кбайт	0,4	4	1	16	32
Быстродействие, мс:					
сложение десятичное	2	2	3	1,5	5
сложение двоичное	—	—	—	0,5	0,01
элементарные функции	100-200	100-200	120-1500	100-200	60-100
Встроенные устройства ввода-вывода:					
клавиатура	Цифровая	Цифровая	Цифровая	Цифровая	Алфавитно-цифровая
дисплей	Цифровая	Цифровая	Цифровая	Цифровая	Алфавитно-цифровая
ДЗУ	МК	МК	МЛ	МЛ	МЛ
Габариты, мм	—	—	580×480×180	580×480×180	—
Масса, кг	18	18	25	24	25
Потребляемая мощность, Вт	80	100	120	120	85

вания, набор функционально законченных устройств (процессор, память, устройства ввода-вывода, источник питания и др.), объединенных в едином малогабаритном корпусе, и выполненные в настольном варианте или в виде стойки.

Современные и перспективные модели ВУМС могут быть спроектированы на базе массовых универсальных микро-ЭВМ, дополненных специализированными системами для одного или нескольких языков программирования, встроенными устройствами ввода-вывода и источником питания.

К особенностям класса ВУМС относятся: готовность к работе сразу же после включения питания (операционная система хранится в ПЗУ); возможность диалога с ЭВМ; наличие встроенных устройств ввода-вывода; простота обслуживания, возможность быстрой перестройки управляющей программы, благодаря использованию наиболее простых версий высокоорганизованных языков и наличие встроенных диагностических и отладочных средств; большой диапазон чисел, высокая точность вычислений, малые габариты и потребляемая мощность; использование логических и запоминающих БИС.

Основные технические характеристики серийных отечественных моделей ВУМС "Электроника ТЗ-16", "Электроника ТЗ-16М", 15ВСМ-5, "Электроника ДЗ-28" приведены в таблице. Все модели, кроме ВУМС "Электроника ТЗ-29", имеют символические языки программирования типа макроассемблера, включающие в себя ввод десятичных цифр, выполнение арифметических операций, набора элементарных математических функций, команд обращения к памяти и управления и т.п. Данные модели имеют объем памяти от 0,4 до 16 кбайт, набор встроенных устройств ввода-вывода в составе клавиатуры, дисплея, долговременного ЗУ на магнитной карте (МК) или ленте (МЛ), малые габариты, вес и потребляемую мощность.

Первые модели ВУМС совместимы попарно по языку программирования, интерфейсам и типам используемых устройств ввода-вывода.

Основная область применения ВУМС — автоматизация инженерного и научного эксперимента. Современные модели ВУМС успешно применяются в составе различных малых АСУТП отрасли. Так, например, исследование характеристик аналоговых ИС с помощью системы на базе ВУМС "Электроника ТЗ-29" позволило повысить производительность

труда инженера-исследователя почти в 10 раз за счет сокращения трудоемких и непроизводительных операций ручного ввода и обработки информации. Применение ВУМС типа 15 ВСМ-5 и "Электроника ДЗ-28" в составе оборудования систем числового программного управления электроискровыми станками позволяет уменьшить габариты таких установок, обеспечить быструю смену программ, повысить надежность.

С помощью ВУМС "Электроника ТЗ-16М", "Электроника ДЗ-28", "Электроника ТЗ-29" можно решать ряд сложных вычислительных задач (например, решение системы линейных уравнений, для которых в настоящее время используются дорогостоящие и громоздкие ЭВМ типа БЭСМ-6, "Минск-32" и др.

Модель нового поколения ВУМС "Электроника ТЗ-29" обладает наиболее полным набором признаков данного класса. Основная область ее применения — автоматизация инженерного и научного эксперимента. На базе этой модели может быть разработан ряд программно совместимых и совместимых по интерфейсу микросистем.

В данной модели использован язык высокого уровня типа БЭЙСИК. Она имеет объем памяти 32 кбайта и алфавитно-цифровые УВВ. Используется стандартная интерфейсная магистраль — линия коллективного пользования (ЛКП), соответствующая рекомендациям МЭК, что облегчает построение автоматизированных измерительных систем на ее базе.

Основными направлениями развития класса отраслевых ВУМС являются:

- максимальная унификация перспективных моделей ВУМС;
- совершенствование технического уровня моделей ВУМС;
- обеспечение программирования на языках расширенный БЭЙСИК и Ассемблер;
- увеличение объема оперативной памяти до 256 кбайт, быстродействия центрального процессора до 800 тыс. операций/с;
- использование встроенных кассетных ЗУ с емкостью до 256 кбайт на кассете, модульного алфавитно-цифрового и графического видеоконтрольного устройства на 2048 символов и др.;
- оснащение перспективных моделей ВУМС термопечатающим устройством на широкую бумагу, автономным видеоконтрольным устройством, интерфейсными устройствами связи с каналами ЛКП.

«ЭЛЕКТРОНИКА С5-02»

УНИВЕРСАЛЬНАЯ УПРАВЛЯЮЩАЯ МИКРО-ЭВМ



Предназначена для использования в системах, работающих в реальном масштабе времени.

Применяется в качестве отладочных комплексов для одноплатных модификаций микро-ЭВМ "Электроника С5",

а также в системах передачи данных, малых и средних АСУТП, для управления оборудованием и промышленными установками, в контрольно-измерительных системах, тренажерах, имитаторах, системах сбора и обработки информации.

Содержит модули: микропроцессора, системы памяти, устройств ввода-вывода.

Микропроцессор

включает:

- арифметическо-логическое устройство;
- устройство микропрограммного управления;
- микропрограммное запоминающее устройство.

Система памяти

объединяет модули:

- ОЗУ;
- ПЗУ;
- управления ОЗУ и ПЗУ.

Система ввода-вывода

состоит из модулей управления:

- телетайпом;
- пультами;
- перфовводом и перфовыводом;
- ЭПМ;
- связным адаптером;
- дисплеем;
- АЦП.

Техническая характеристика

Быстродействие	10 тыс. операций/с
Разрядность слова	16 бит
Емкость	
ОЗУ	.4-10К слов
ПЗУ	.2К слов
Система прерывания	трехуровневая
Глубина прерывания	8
Число основных команд	31
Число команд с модификацией	256
Система команд	единая для семейства "Электроника С5"

Программные прерывания по внутренним таймерам по четырем 12-разрядным каналам таймера

Параллельные каналы ввода-вывода (с выходом на ТТЛ уровни)	девять
	8-разрядных входных, семь 8-разрядных в выходных, четыре 16-разрядных входных-выходных
Последовательные каналы	четыре 4-разрядных программно-управляемых таймера
Напряжение питания	220В ^{±10%} однофазной сети переменного тока
Потребляемая мощность	не более 150 ВА
Габариты	460x415x245 мм (450x415x220 мм, 450x275x320 мм)
Масса	25 кг

Математическое обеспечение

- Телетайпная версия диспетчерской системы
- Модульная версия диспетчерской системы
- Библиотека стандартных подпрограмм
- Контрольно-профилактические тесты
- Резидентные средства автоматизации программирования
- Контроллеры внешних устройств
- Ассемблер и загрузчик для языка символического кодирования
- Моделирующие программы
- Комплекс программ выдачи эксплуатационной, технологической и производственной документации и автоматизации разработки заказных БИС ПЗУ

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	от -10 до +50 °С
Относительная влажность воздуха	до 95% при +35 °С

«ЭЛЕКТРОНИКА С5-12»

ОДНОПЛАТНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ УПРАВЛЯЮЩАЯ МИКРО-ЭВМ

Предназначена для использования в системах, работающих в реальном масштабе времени.

Применяется в аппаратуре коммутации каналов телеграфии, в линиях связи, терминальных устройствах, системах испытаний конструкций, в системах ЧПУ металлорежущими станками, системах управления потреблением электроэнергии и др.

Содержит три основных блока, связанных единой 16-битной информационной магистралью: микропроцессор, систему памяти и систему ввода-вывода.

Микропроцессор

- Арифметическо-логическое устройство
- Устройство микропрограммного управления
- Микропрограммное запоминающее устройство

Система ввода-вывода

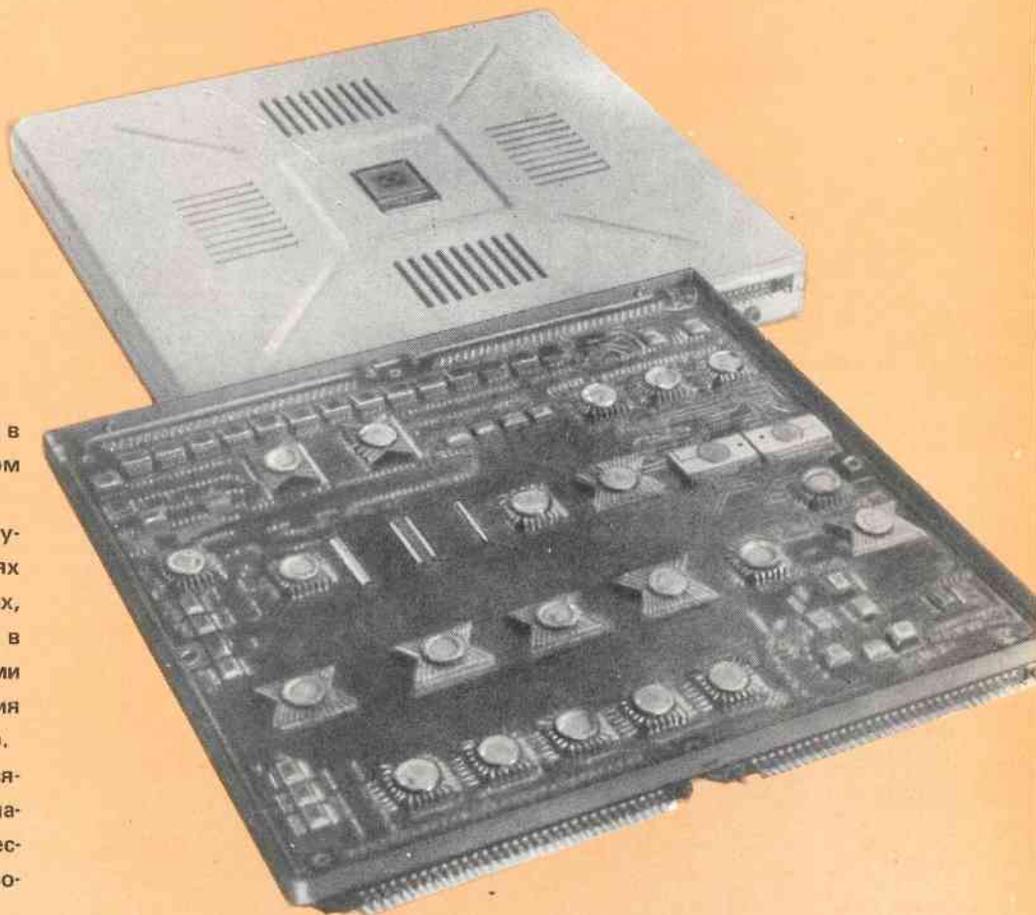
- Блок центрального управления
- Каналы связи
- Таймер

Система памяти

- ОЗУ
- ПЗУ

Техническая характеристика

Быстродействие . . .	10 тыс. операций/с
Разрядность слов	16 бит
Емкость внутренней памяти:	
ОЗУ	128 слов
ПЗУ	2К слов
Возможность наращивания . . .	до 32К слов
Система прерывания . . .	одноуровневая
Глубина прерывания	8
Число основных команд	31
Число команд с модификацией . . .	256



Система команд	единая для семейства "Электроника С5"
Параллельные каналы ввода-вывода (с выходом на ТТЛ уровни) . . .	четыре 8-разрядных канала входа и выхода
Последовательные каналы	один 8-разрядный, два 4-разрядных программно-управляемых таймера
Напряжения питания	+5В±5%, +24 В±5%; +1,5 В±10%
Потребляемая мощность	30 Вт
Габариты	284x298x30 мм
Масса	1,5 кг

Дополнительные возможности

- Предусмотрено наращивание функциональных возможностей путем непосредственной стыковки с функциональными модулями:
- ОЗУ;
 - управления телетайпом;
 - управления дисплеем;
 - ввода-вывода цифровой информации;
 - многоканального АЦП;

- ввода-вывода последовательного кода или частотной информации, ввода-вывода с перфоленты от перфораторов ПЛ-80, ПЛ-150, ЕП-35, П-35 и фотосчитывающих устройств FS-1501, P-40B, EP-40B;
- управления ЭПМ;
- ввода-вывода на телефонные и телеграфные каналы.

Условия эксплуатации

Рабочая температура	от -10 до +50°С
Относительная влажность воздуха	до 95% при +35°С

Математическое обеспечение

- Телетайпная версия диспетчерской системы
- Библиотека стандартных подпрограмм
- Контрольно-профилактические тесты
- Ассемблер и загрузчик для языка символического кодирования
- Моделирующие программы
- Комплекс программ выдачи эксплуатационной, технологической и производственной документации и автоматизации разработки заказных БИС ПЗУ

НАБОР ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ОДНОПЛАТНОЙ МИКРО-ЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА С5-12»



Модули предназначены для построения систем локального контроля и управления на основе микро-ЭВМ. Расширяют возможности применения микро-ЭВМ «Электроника С5-12», обеспечивают гибкость и универсальность при проектировании систем. Имеют единое конструктивное исполнение и одинаковые габариты 298x165x29 мм.



«ЭЛЕКТРОНИКА С5-21» — аналого-цифровой преобразователь (АЦП) напряжение—код. Обеспечивает преобразование напряжения постоянного тока в диапазоне от -10 до +10 В:

Число каналов 15
 Время преобразования ≤ 10 мс
 Ошибка преобразования $\leq 0,4\%$
 Информация на входах
 и выходах в уровнях ТТЛ и МДП БИС

«ЭЛЕКТРОНИКА С5-122» — модуль цифровых входов/выходов (ЦВВ):

Число 8-разрядных входов 4
 Число 8-разрядных выходов 4
 Информация на входах-выходах в уровнях ТТЛ

Конфигурация вычислительных средств, построенных на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и функциональных модулей.



МИКРО-ЭВМ + ОЗУ — минимальная конфигурация одноплатной микро-ЭМ. Применяется для решения задач, требующих больших объемов ОЗУ.

МИКРО-ЭВМ + ПЗУ. Может быть рекомендована для применения в процессе отработки опытных образцов аппаратуры, комплектования аппаратуры, выпускаемой малыми сериями и создания оборудования, в котором основная часть алгоритма управления или обработки информации постоянна и может быть реализована в БИС ПЗУ, а некоторая часть требует изменения либо при переходе от одной модификации оборудования к другой, либо в процессе эксплуатации каждой единицы оборудования.

МИКРО-ЭВМ + АЦП. Может применяться при создании законченных измерительных приборов или трактов измерения технологических параметров в составе АСУТП. Может стать основой цифровой следящей системы, где управление приводом осуществляется методом широтно-импульсной модуляции с помощью схем таймера, входящих в состав микро-ЭВМ, или стандартных схем цифро-аналогового преобразователя, которые должны сопрягаться с микро-ЭВМ и встраиваться в аппаратуру.

МИКРО-ЭВМ + ЦВВ. Предназначена для количественного увеличения возможностей параллельного интерфейса микро-ЭВМ.

МИКРО-ЭВМ + ОЗУ + ДИС + ВКУ. Естественным назначением такой конфигурации является индикация результатов вычислений. Модуль ДИС в этом случае может заменить более 10 плат параллельного интерфейса даже при 50%-ном использовании его возможностей по объему отображаемой информации.

МИКРО-ЭВМ + БЛОК КЛАВИАТУРЫ. Обеспечивает возможности ручного ввода информации. Вместе с предыдущей конфигурацией является технической основой организации диалога оператора с оборудованием, построенным на основе МЭ.

МИКРО-ЭВМ + ТА. Предназначена для организации процессов документирования оперативного ввода массивов информации с перфоленки и отдельных чисел с клавиатуры и выдачи информации на перфоленку. Может быть средством сопряжения удаленных микро-ЭВМ между собой или с ЭВМ более высокого уровня при работе в иерархической системе. При дополнительном подключении оперативной памяти (конфигурация МЭ + ТА + ОЗУ) может быть использована телетайпная версия диспетчерской системы.

В качестве средства отладки программ может служить минимальная конфигурация: микро-ЭВМ, один или два модуля ОЗУ, модуль ТА. Число модулей ОЗУ определяется объемом отлаживаемых задач.

*В. В. БЕССЕРЕБРЕННИКОВ, М. П. ГАЛЬПЕРИН,
Е. Б. ГИЛЯРОВСКАЯ, В. В. ГОРОДЕЦКИЙ*

"ЭЛЕКТРОНИКА С5-123" — модуль сопряжения с устройствами ввода-вывода: перфораторами типа ПЛ-150, ПЛ-80, "Перфомом Р35", "Перфомом ЕР35", фотосчитывающими устройствами типа ES -1501, "Ридмом Р40", "Ридмом ЕР40".

"ЭЛЕКТРОНИКА С5-124" — модуль сопряжения с телеграфными аппаратами (ТА) типа РТА-6 или его аналогом.

"ЭЛЕКТРОНИКА С5-125" — модуль внешнего ОЗУ:
Информационная емкость 4096x16 бит
Время выборки информации $\leq 3,5$ мкс

"ЭЛЕКТРОНИКА С5-126" — модуль дисплейного адаптера (ДИС), обеспечивающий вывод на видео-контрольное устройство (ВКУ) типа "Квант" символов русского и латинского алфавитов и цифровой информации:

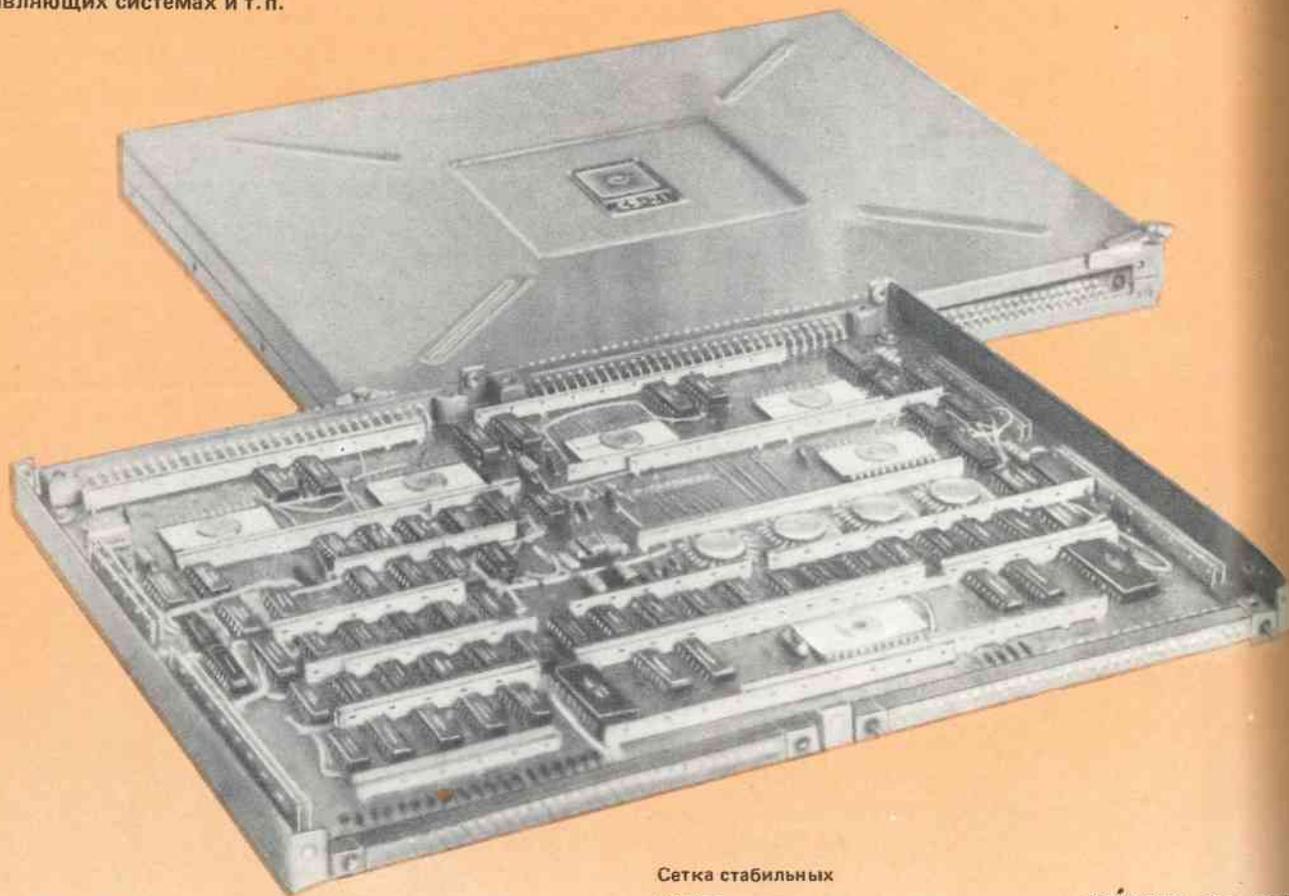
Число строк на экране ВКУ 14
Число символов в строке 20

«ЭЛЕКТРОНИКА С5-21»

ОДНОПЛАТНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ УПРАВЛЯЮЩАЯ МИКРО-ЭВМ С 16-РАЗРЯДНЫМ МИКРОПРОЦЕССОРОМ НА ОДНОМ КРИСТАЛЛЕ

Предназначена для использования в системах, работающих в реальном масштабе времени.

Применяется в контрольно-измерительном оборудовании, линиях связи, терминалах, в информационных и управляющих системах и т. п.



Техническая характеристика

Быстродействие	200 тыс. операций/с
Разрядность слова	16 бит
Емкость внутренней памяти:	
ОЗУ	256 слов
ПЗУ	2К слов
Возможность наращивания	до 32К слов
Система прерывания	одноуровневая
Глубина прерывания	8
Число основных команд	31
Число команд с модификацией	256
Система команд	единая для семейства "Электроника С5"

Параллельные каналы ввода-вывода (с выходом на ТТЛ уровни)	восемь каналов, программируемых побайтно на входы или выходы
Последовательные каналы	четыре 8-разрядных программно-управляемых канала (могут использоваться как таймеры и сдвиговые регистры)

Сетка стабильных частот	1200; 600; 120; 15; 7,5; 1 кГц; 100; 10; 1 Гц
Система внешних шин унифицирована с микро-ЭВМ "Электроника-60"	
Напряжение питания	+5В ±5%; +12 В ±5%
Потребляемая мощность	20 Вт
Габариты	309x252x29 мм
Масса	1,2 кг

Условия эксплуатации

Рабочая температура	от -10 до +50 °С
Относительная влажность воздуха	до 95% при +35 °С

Математическое обеспечение

- Программы автономного обмена с внешними устройствами
- Библиотека стандартных подпрограмм
- Контрольно-профилактические тесты
- Ассемблер и загрузчик для языка символического кодирования
- Моделирующие программы
- Комплекс программ выдачи эксплуатационной, технологической и производственной документации и автоматизации работки защитных БИС ПЗУ

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ

Микро-ЭВМ и системы на их основе все глубже внедряются в народное хозяйство. Огромные перспективы открываются при использовании их в самых разнообразных областях науки и техники, в сельском хозяйстве, медицине, быту и транспорте. Особенный эффект дает применение их в измерительных приборах, которые приобретают принципиально новые метрологические и эксплуатационные качества. Трудно переоценить роль микро-ЭВМ в массовой аппаратуре связи и промышленной автоматике, где их применение позволяет снизить затраты на проектирование и изготовление оборудования, его монтаж и эксплуатацию. С применением микро-ЭВМ открываются новые возможности в конструировании управляемых технологических агрегатов и комплексно-автоматизированных технологических линий. Микро-ЭВМ широко используются также в станкостроении, в системах мелиорации и энергосистемах, в области охраны окружающей среды. Вот почему микро-ЭВМ в настоящее время находятся в центре внимания разработчиков оборудования различного профиля многих отраслей.

НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ „ЭЛЕКТРОНИКА С5“

В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Р. Д. Брусиловский, Н. А. Закусилов,
Е. Г. Крушель, Н. П. Шарпов

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АСУТП ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ

УДК 658.5.012.011.56

Автоматизированные системы управления технологическими процессами водозабора и водораспределения предназначены для решения широкого класса задач оперативного планирования, управления режимом работы оросительной системы, контроля технологического процесса и оборудования, учета и анализа качества управления. Из общей проблемы создания алгоритмического и технологического обеспечения системы управления ГМС можно выделить класс задач управления в реальном времени режимом работы оросительной системы открытого типа межхозяйственного значения. Анализ задач этого класса позволяет выделить в свою очередь две группы:

— подзадачи управления отдельными гидротехническими сооружениями (ГТС), которые обладают широкой универсальностью благодаря однотипности оборудования гидромелиоративной системы и являются достаточно простыми;

— подзадачи управления режимом работы отдельного участка гидромелиоративной системы, содержащего ряд гидротехнических сооружений,

связанных между собой общим водным потоком. Эти подзадачи в связи с уникальностью топологической структуры каждой оросительной системы являются специализированными и требуют отдельной разработки в каждом проекте АСУТП.

Традиционно обе группы подзадач решаются с помощью различных средств. Для первой группы применяются локальные автономные регуляторы гидравлического или электрического действия. Согласование режимов работы ГТС осуществляется диспетчером оросительной системы при помощи телемеханики. Для решения подзадач управления режимом работы участка ГМС успешно используются УВК М-6000 [1]. Однако серийные локальные автономные регуляторы электрического действия (серии ГСП) не вполне адекватны особенностям технологических процессов на ГМС по следующим причинам:

— из-за существенной нелинейности технологических процессов водораспределения целесообразна автономная подстройка параметров регуляторов, но в связи со сложностями ее технической реализации настроечные параметры выбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить работоспособность системы автоматического управления (САУ) в некоторой зоне вблизи номинальных условий (при отклонении режима работы ГТС от номинального качество управления снижается);

— в аварийных и предаварийных ситуациях САУ, построенные с использованием линейных законов управления, становятся неработоспособными; введение логических законов управления оказывается технически сложным.

Управляющие вычислительные комплексы класса М-6000, которые могут быть использованы для решения подзадач как первой, так и второй групп, не применяются в АСУТП ГМС по соображениям экономического и организационного характера (не хватает квалифицированного обслуживающего персонала; вычислительные центры размещаются в отдаленных труднодоступных районах;

УВМ имеет лишь сезонную загрузку). Перечисленные недостатки успешно преодолеваются при построении АСУТП ГМС на базе одноплатных и многоплатных микро-ЭВМ [2].

Структура технических средств микропроцессорной децентрализованной АСУТП водозабора и водораспределения в межхозяйственной оросительной сети представлена на рис. 1. Система содержит два типовых модуля: "Локальная система управления" (ЛСУ) на основе одноплатной микро-ЭВМ типа "Электроника С5-11(12)" и "Координатор" (К) на основе многоплатной микро-ЭВМ типа "Электроника С5-01(02)".

В зависимости от конфигурации оросительной системы число модулей ЛСУ на каждый модуль К колеблется в пределах $10 \div 20$. Модули ЛСУ связаны с модулем К магистралью типа телемеханического канала. Предусмотрена связь модулей К по телеграфному каналу с вычислительным центром, решающим задачи управления на уровне зоны орошения в целом.

Основное преимущество технической структуры (см. рис. 1) состоит в том, что количество нестандартного оборудования, необходимого для ее реализации, невелико, а сами нестандартные блоки являются чрезвычайно простыми (см. таблицу).

Функциональная структура модуля ЛСУ является избыточной. Для унификации модулей ЛСУ (рис. 2) предполагается, что все ее функции могут быть реализованы при различных модификациях гидротехнических сооружений, причем при-

Наименование устройства	Тип устройства	Использование	Примечание
Локальный регулятор	Микро-ЭВМ "Электроника С5-11(12)"	ЛСУ	Выпускается серийно
Датчик уровня воды	РУС (ГСП)	ЛСУ	Выпускается серийно
Датчик положения затвора гидротехнического сооружения	РУС (ГСП)	ЛСУ	Выпускается серийно. Требуется конструкторская разработка узла установки датчика на затворе
Аналого-цифровой преобразователь	Стандартная плата в микро-ЭВМ "Электроника С5"	ЛСУ	Выпускается серийно
Исполнительный механизм		ЛСУ	Выпускается серийно
Релейный блок управления исполнительным механизмом		ЛСУ	Нестандартная плата
Локальная плата межмашинной связи		ЛСУ	Нестандартная плата
Общая плата межмашинной связи		К	Нестандартная плата
Координатор	Микро-ЭВМ "Электроника С5-01(02)"	К	Выпускается серийно
Устройство ввода-вывода	Телеграф	К	Выпускается серийно
Блок настройки параметров ЛСУ		ЛСУ	Нестандартная плата

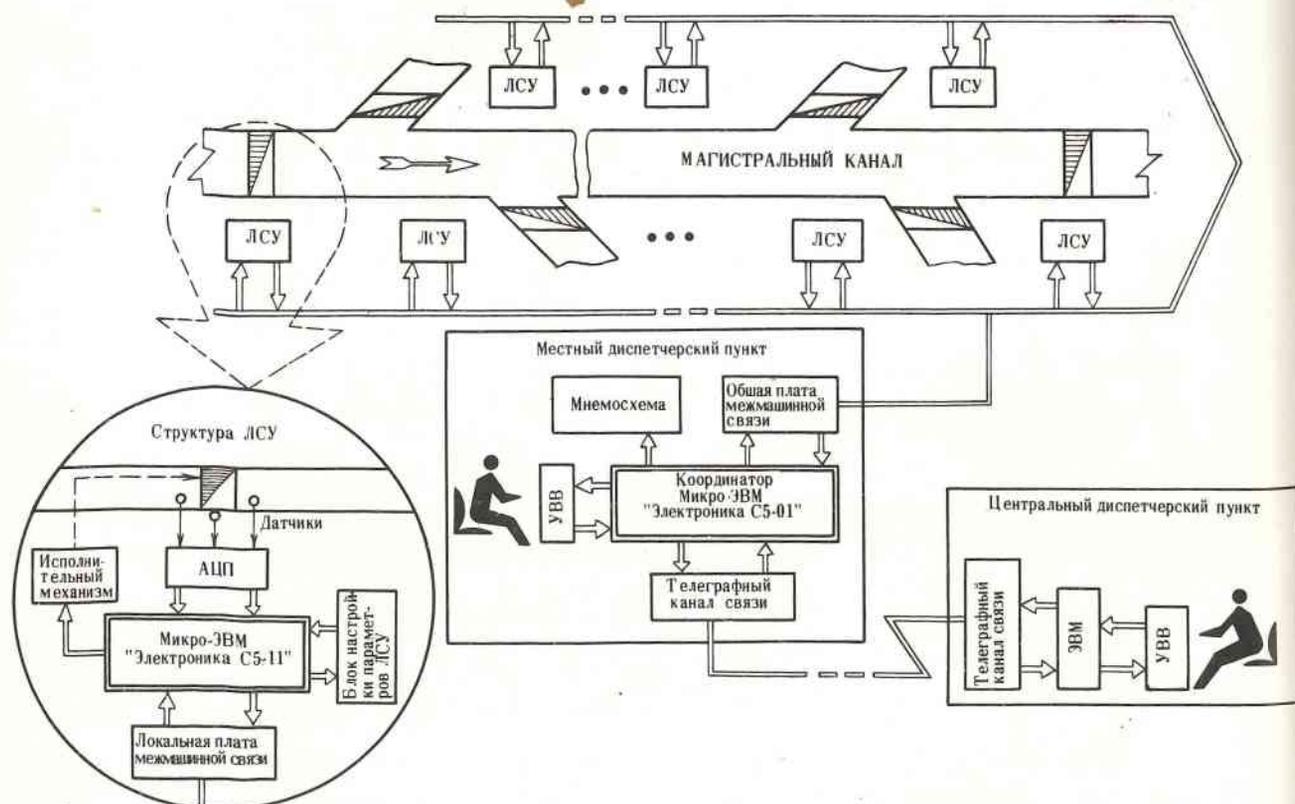


Рис. 1. Структура децентрализованной АСУТП участка ГМС

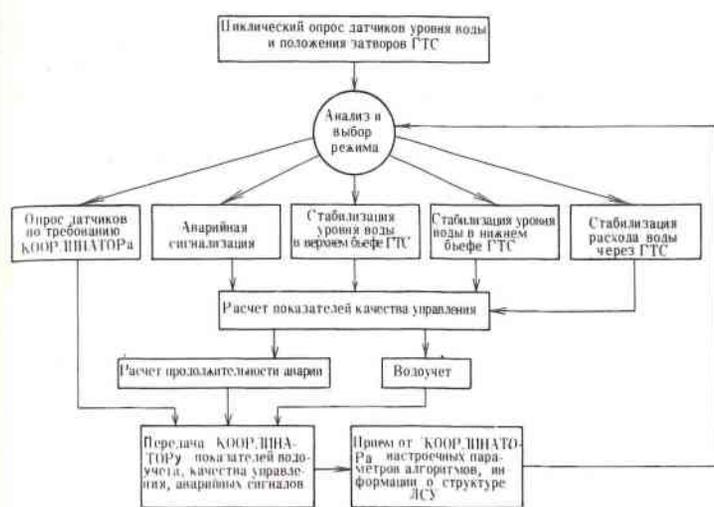


Рис. 2. Функциональная структура модуля "Локальная система управления"

вязка модуля ЛСУ к конкретному объекту осуществляется модулем К. С точки зрения потребителя (проектировщика АСУТП, наладчика и др.) модуль ЛСУ представляет собой завершённое устройство на базе одноплатной микро-ЭВМ со встроенным математическим обеспечением, т.е. сочетает простоту серийных электрических регуляторов с гибкостью УВМ.

Структура модуля К (рис.3) позволяет реализовать функции оптимизации технологического процесса водораспределения и адаптации настроечных параметров ЛСУ. В связи с тем, что модель оптимизации водораспределения зависит от конкретной конфигурации участка ГМС, математическое обеспечение модуля К подлежит разработке на стадии проектирования АСУТП. Общие принципы координации локальных подпроцессов изложены в работе [3].

К настоящему времени разработан, экспериментально проверен и внедрен в производство на гидроузле водохозяйственного комплекса бас-



Рис. 3. Функциональная структура модуля "Координатор"

сейна реки Чу многоканальный регулятор на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-01". Принципы построения микропроцессорной децентрализованной АСУТП водозабора и водораспределения используются при проектировании АСУТП зоны магистрального Северо-Крымского канала, техническая структура которого содержит 160 модулей ЛСУ и 10 модулей К и является примером массового освоения микропроцессорной техники в мелиорации и водном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маковский Э.З., Куротченко В.И. Алгоритмы управления процессом водораспределения на оросительных системах. В сб.: Централизованное диспетчерское управление водораспределением, Фрунзе: "Илим", 1974.
2. Боровской А.И., Кузнецов В.Я., Цветов В.П. Универсальные управляющие микро-ЭВМ "Электроника С5". - Электронная промышленность, 1978, вып. 5.
3. Крушель Е.Г., Брусилковский Р.Д., Асанов М.С. Многоуровневое агрегированное управление и оценивание в условиях неточной информации. В сб.: Оптимизация динамических систем. Минск: БГУ.

Статья поступила 18 мая 1979 г.

М.Б.Степьмашенко, М.Я.Танаев

УПРАВЛЯЮЩИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ
КОМПЛЕКСЫ
НА ОСНОВЕ
МИКРО-ЭВМ

УДК 681.3-181.48

Для управления электротехническим оборудованием и технологическими процессами разработаны и вводятся в эксплуатацию специализирован-

ные управляющие комплексы УВК-0 и УВК-1, построенные на основе микро-ЭВМ семейства "Электроника С5".

Универсальный управляющий комплекс УВК-0 может быть использован в составе АСУ массовыми электропечами (ионного азотирования, индукционными и т.п.), линиями гальванических покрытий, высокочастотными электротермическими установками для зонной плавки, станками горячей прокатки и т.д.

Комплекс УВК-1 успешно работает в составе системы управления электропечами электрошлакового переплава машиностроительного завода [1]. Предполагается установить и ввести в действие такой же комплекс для управле-

ния печью вакуумно-дугового переплава.

Опыт эксплуатации УВК-1 позволил создать новую модернизированную модель комплекса на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-02Г", который может выполнять следующие функции:

- последовательный опрос и измерение напряжения датчиков аналоговых сигналов (14 каналов);
- опрос датчиков дискретных сигналов (32 канала);
- программную обработку результатов опроса и формирование аналоговых и дискретных управляющих воздействий на исполнительные органы;
- автоматический вывод на печать и табло данных, характеризующих работу

технологической установки с привязкой к текущему времени;

— отсчет интервалов времени с заданным периодом;

— ручное инициирование любой подпрограммы в ходе выполнения основной программы;

— вывод на перфоленду любого массива программ, хранящихся в ЗУ;

— корректировку хода плавки путем ввода директив вручную через телеграфный аппарат;

— вывод оперативной информации на экран видеоконтрольного устройства.

В состав УВК-1, помимо микро-ЭВМ "Электроника С5-02Г" с платами АЦП и дисплейного адаптера, входят ЦАП, табло отображения текущего времени и технологических параметров, счетчики внешних импульсов и таймеры, формирователи входных и выходных сигналов, формирователи сигналов прерываний, пульт УВК с коммутационными устройствами, устройство сопряжения интерфейса ввода-вывода, устройства стабилизированного питания, периферийные устройства и т. п. Конструктивно УВК-1 состоит из стандартного шкафа, в который встроены микро-ЭВМ и три кассеты с платами, стола периферийных устройств, где размещаются фотосчитыватель, перфоратор и ВКУ, и тумбы с телеграфным аппаратом. При использовании УВК-1 в условиях нестабильности питающего напряжения промышленной сети предусмотрена работа комплекса от двух независимых фидеров через специально разработанный для этой цели агрегат бесперебойного питания, построенный на базе синхронного генератора.

Комплекс УВК-0 построен на базе одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и по сравнению с УВК-1 представляет собой вычислительное средство с более узким кругом решаемых задач, меньшим объемом памяти и ограниченным набором периферийного оборудования [2]. Этот комплекс позволяет выполнять те же функции, что и УВК-1, но с меньшим объемом информации по каналам аналоговых и дискретных сигналов. Для расширения возможностей комплекса разработан целый ряд сервисных плат и плат для сопряжения с микро-ЭВМ, объектами управления и периферийными устройствами. Используя их, нетрудно получить различные модификации УВК-0, соответствующие частным требованиям заказчика (в пределах имеющегося конструктивного объема блока, мощности источника питания и в зависимости от числа мест под платы).

Разработаны две базовые модификации УВК-0: сложная УВК-0Т и упрощенная УВК-0Г. В состав УВК-0Т помимо одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-12" входят многоканальные АЦП и ЦАП, табло отобра-

жения текущего времени и технологических параметров, счетчики внешних импульсов и таймеры, формирователи входных и выходных дискретных сигналов, формирователь сигналов для телеграфного аппарата, дешифратор адресов и команд, платы ППЗУ, коммутационная панель, а также ВКУ "Квант-М" с платой дисплейного адаптера.

Комплекс УВК-0Т успешно используется для отладки технологических программ и в составе САУ действующей печи ионного азотирования.

В комплексе УВК-0Г отсутствуют платы АЦП и ЦАП, платы формирования телеграфных сигналов, несколько упрощены платы счетчиков и текущего времени, но увеличено число дискретных каналов.

Конструктивно комплекс УВК-0 выполнен в виде стандартного блока размером 480x475x320 мм, который можно встраивать в типовые шкафы управления. В комплекс входит блок питания с резервированием от герметичных аккумуляторов, выполненный в аналогичном блоке размером 480x475x160 мм. УВК-0 может комплектоваться телеграфным аппаратом и видеоконтрольным устройством.

Представляет большой интерес и является перспективной разработкой модификация комплекса УВК-0 на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-21". Намечено создать комплекс повышенной надежности и высокого быстродействия, что еще более расширит сферу применения микро-ЭВМ.

Использование микро-ЭВМ в качестве встраиваемых средств в УВК-1 и УВК-0 обеспечивает значительный народнохозяйственный эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов Л.С., Медведев В.С., Стельмашенко М.Б. Управляющий вычислительный комплекс УВК-1 на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-01". — Электронная промышленность, 1978, № 10.
2. Стельмашенко М.Б., Танаев М.Я. Управляющие вычислительные комплексы на базе микро-ЭВМ "Электроника С5". — Электротехника, 1979, № 4.

Статья поступила 6 июня 1979 г.

Ю. А. Изаксон-Демидов,
В. А. Каллистратов, Е. М. Тутукин

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕР- МИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-02"

УДК 681.3—181.48

Постановка задачи автоматизации электротермического оборудования (ЭТО) с применением новейших средств вычислительной техники продиктована возросшей сложностью ЭТО и технологических процессов, а также отсутствием возможности реализовать функции систем автоматического управления (САУ) с помощью традиционных средств автоматики. В процессе решения этой проблемы пришлось столкнуться с противоречием между универсальностью самой микро-ЭВМ и уникальностью систем управления (СУ) и их функций в сложных электротермических установках. Создание уникальных СУ на базе одной и той же универсальной микро-ЭВМ неизбежно привело бы к разработке большого числа систем, выпускаемых мелкими сериями. Затраты на такие работы и время их реализации оказались бы чрезмерно большими, поэтому, начиная с разработки первого опытного образца, усилия были направлены на создание системы, универсальной для широкого класса ЭТО.

В качестве объекта для внедрения такой системы была выбрана 60-тонная электрошлаковая печь (ЭШП). СУ печью выполняет как специфические функции, характерные только для этого объекта, так и достаточно широкий набор функций, общих для СУ другими электротермическими установками.

Разработка СУ проводилась одновременно с созданием аппаратной части комплекса УВК-1. Макетный образец УВК-1 построен на базе микро-ЭВМ С5-01А2, а промышленный вариант выполнен на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-02". Исходя из общей постановки задачи, при разработке комплекса и макетного образца имелась в виду универсальность его применения. Универсальность структуры САУ ЭШП обеспечивается методами организации про-

граммного обеспечения и базируется на аппаратных возможностях УВК-1.

Программное обеспечение САУ ЭШП имеет модульную структуру, использующую расширенную систему прерываний. Всего в системе может быть реализовано до 48 задач, разбитых на 6 групп по уровням приоритета с относительным приоритетом внутри группы. Наличие кросс-поля системы прерываний позволяет строить систему произвольной конфигурации.

Некоторые функции системы реализованы в виде самостоятельных задач: динамически управляемый циклический опрос АЦП; первичная обработка полученной информации, включающая экспоненциальное усреднение и статистический анализ; регистрация параметров процесса и результатов вычислений; выдача информации на цифровое табло с использованием управляемой маски и выходного масштабирования; опрос и формирование информации, поступающей по импульсным входам; целевые функции обработки данных — вычислительные операции для получения косвенных параметров процесса, диагностики и прогнозирования состояния объекта, а также расчет программных значений параметров, выработка законов регулирования, формирование установок для задач регулирования.

В самостоятельные задачи выделены также задачи формирования управляющих воздействий как функций отклонения текущих параметров процесса от уставок; обеспечение необходимых реакций системы при вмешательстве оператора через органы ручного управ-

ления процессом; реализация диалога оператора и системы в ходе технологического процесса. Диалог организован, исходя из принципа абсолютного приоритета оператора: директивы или действия оператора по включению или отключению каналов управления воспринимаются системой как безусловные.

Независимость и универсальность программных модулей, имеющих ранг задач, достигнута путем организации обмена между задачами и внешними по отношению к микро-ЭВМ устройствами УВК через аппарат стандартных подпрограмм обмена. Обмен информацией между задачами и хранение переменных, общих для различных задач, организованы через банк данных.

Коэффициенты и константы, конкретизирующие вычисления и законы регулирования, обеспечивающие настройку системы на конкретный технологический процесс, размещаются в отдельной области оперативной памяти и могут загружаться отдельно. Инициация задач происходит через систему прерываний. Асинхронный режим работы задач реализуется аппаратными прерываниями и через аппарат вызова задач. Автономность выполнения задач обеспечивается строгим соблюдением диспетчерских соглашений и развитием диспетчерской системы в соответствии с расширенной системой прерываний.

Большое внимание при разработке САУ ЭШП уделено задачам генерации системы и привязки параметров к состоянию объекта в любой произвольный момент времени.

Оператор с помощью пульта управления, имеющегося в составе УВК-1, может выполнить до 15 директив, каждая из которых реализуется соответствующей прикладной подпрограммой стандартной пультовой задачи. На пульте расположены кнопки переключения каналов аналогового и дискретного управления объектом с ручного на автоматический режим. Любой такой переход инициирует через систему прерываний соответствующую целевую задачу. При такой организации диалога директивы могут быть выражены в привычных для конкретного применения терминах, что обеспечивает высокую экономичность системы.

Начальная генерация системы производится при вводе перфолент с программами и массивами исходной информации с помощью автономного начального и абсолютного загрузчиков. При этом с трансмиттера ТА необходимо ввести лишь начальный загрузчик. Дальнейший ввод осуществляется через фотосчитыватель с контролем информации, введенной в ОЗУ. По окончании ввода начальная генерация системы заканчивается и комплекс готов к работе. Полная генерация с привязкой к процессу осуществляется при нажатии соответствующих кнопок на пульте.

Опыт промышленной эксплуатации позволяет сделать вывод о том, что САУ с УВК-1 могут найти самое широкое применение не только для управления ЭТО, но и во многих других областях промышленности, а также при автоматизации научных экспериментов.

Статья поступила 11 июня 1979 г.

Р. Д. Брусиловский, Н. А. Закусилов,
А. Ш. Рахматуллин, В. И. Шабловский

МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-12" В АСУ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

УДК 681.3-181.48

Общая структура децентрализованной АСУТП водозабора и водораспределения включает два типовых модуля: "Локальная система управления" и "Координатор".

Вопросы реализации модуля "Локальная система управления" рассматриваются применительно к задаче автоматизации технологических процессов

подкачивающих насосных станций (ПНС). Последние относятся к гидротехническим объектам наиболее массового применения в связи с внедрением в практику орошаемого земледелия широкозахватной поливной техники. Существующий уровень автоматизации технологических процессов ПНС на базе технических средств релейной автоматики по различным причинам не позволяет обеспечить удовлетворительного качества согласования режимов работы ПНС с режимами работы дождевальных машин. Дальнейшее совершенствование средств автоматизации ПНС неизбежно влечет за собой увеличение стоимости технических средств из-за усложнения схем управления, а также повышение сложности монтажно-наладочных работ и эксплуатации. При этом функциональные возможности средств автоматизации ПНС существенно не расширяются, а низкая их надежность не позволяет обеспечить массового внедрения.

С развитием нового класса средств управляющей вычислительной техники — микро-ЭВМ — появился эффективный путь решения задач автоматизации ПНС. Успешное их решение обусловлено конструктивным оформлением микро-ЭВМ в виде законченного прибора, не требующего дополнительного обслуживания в период эксплуатации, и наличием программируемой памяти, позволяющей реализовать сложный набор логических и вычислительных операций без усложнения аппаратуры. Система автоматизации подкачивающей насосной станции должна обеспечивать:

- возможность изменения производительности насосной станции в зависимости от числа одновременно работающих дождевальных машин (основной режим);
- сохранение нормального режима напорной сети (дежурный режим);
- поддержание режима постоянной готовности к пуску;
- остановку насосных агрегатов при возникновении неисправности на насосной станции или в оросительной сети (аварийное отключение);
- возможность изменения очередности включения насосных агрегатов для обеспечения равномерности износа оборудования;



Рис. 1. Функциональная схема локального регулятора

— блокировку, не допускающую включение насосных агрегатов при падении уровня воды в подводящем канале ниже установленного предела.

Функциональная схема регулятора подкачивающей насосной станции на базе одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-12" приведена на рис. 1. Регулятор, кроме перечисленных выше функций, обусловленных технологией работы насосной станции, выполняет функции технической и технологической диагностики состояния станции и обмена информацией с верхним уровнем управления.

Введение этих блоков в структуру регулятора позволяет передать на верхний уровень управления информацию об аварийных и предаварийных режимах, возникающих на насосной станции, а также информацию учетного характера. С верхнего уровня принимаются указания диспетчера на включение, отключение и ограничения на производительность насосной станции, полученные из решения общесистемной задачи водораспределения.

В отличие от используемых в настоящее время типовых систем автоматизации ПНС шкаф автоматики (на базе релейных устройств) заменен регулятором на базе одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-12" (рис. 2), которая для обеспечения гальванической развязки силовых и измерительных цепей сопряжена с электроприводом насосов через релейный блок. Согласование цифровых входов микро-ЭВМ с аналоговыми датчиками производится

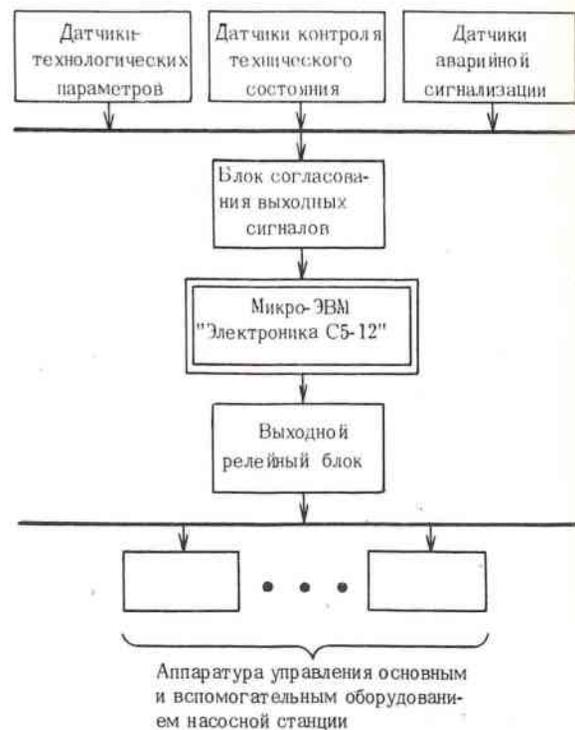


Рис. 2. Структурная схема автоматизированной ПНС

через плату АЦП, а электроконтактные датчики соединяются с микро-ЭВМ непосредственно.

Программные средства микро-ЭВМ, выполняющие все перечисленные выше функции (см. рис. 1), построены по модульному принципу. Это позволяет применить для автоматизации насосных станций один и тот же регулятор на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-12"; наборы программных модулей, реализованных в ней, включаются в исполнение в зависимости от типа ПНС и наличия на станции средств контроля технологических параметров. Специальная программа организует решение задач в реальном масштабе времени.

Технические решения по созданию систем автоматизации ПНС на базе микро-ЭВМ используются при проектировании АСУТП магистрального канала, в зоне орошения которого эксплуатируется более 3000 подкачивающих насосных станций.

Статья поступила 18 мая 1979 г.

Н. Ш. Вартанян, С. В. Загородний, В. П. Калинин,
К. С. Карапетян, В. В. Мелконян

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

УДК 658.5.012.011.56



Повышение требований к учету и контролю за расходом электроэнергии определило необходимость создания специализированных систем цент-

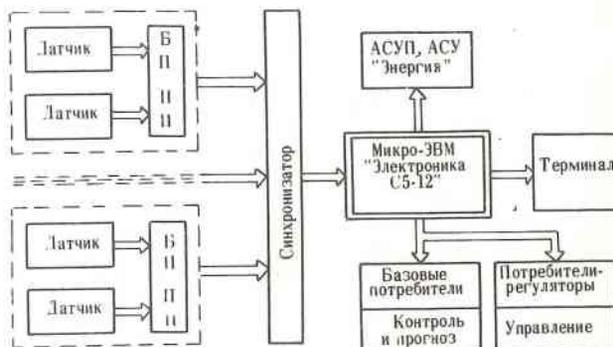
рализованного сбора, хранения и обработки информации о потреблении электроэнергии.

Необходимость выполнения ограничений, накладываемых энергетическими системами в часы пиковых нагрузок, а также эффективное использование мощностей и электрической энергии на промышленных предприятиях требуют введения функций управления в системы централизованного сбора, хранения и обработки информации о потреблении электроэнергии.

Несмотря на то, что разработанные и серийно выпускаемые системы (например, ИИС Э1-48, СЭУ-160, УКПЭ-2, ИСЭН-1) снабжены вычислительными устройствами для обработки поступающей информации о потреблении электроэнергии, в них отсутствуют управляющие функции по оптимизации графика нагрузки предприятия. Рациональным следует считать построение такой системы, которая удовлетворяла бы требованиям коммерческого и технического учета и являлась бы звеном в замкнутом контуре управления: потребитель—система—потребитель. Этим требованиям удовлетворяет автоматизированная система учета, контроля и оперативного управления потреблением электроэнергии промышленных предприятий "Электроника П1-ЭЭ", выполненная на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-11 (12)".

Объектом контроля и управления является система энергоснабжения (СЭС) предприятия. Сбор информации, поступающей с электросчетчиков-датчиков, осуществляется посредством блоков приема и передачи информации (БПИ) (см. схему). Исходная информация по линии связи через мультиплексную систему поступает на вычислительно-управляющий терминал — базовый узел системы, включающий микро-ЭВМ "Электроника С5-11 (12)".

Базовый узел по заданному алгоритму осуществляет обработку входной информации, контроль и прогнозирование совмещенной получасовой мощности базовых потребителей, а также управление потребителями-регуляторами, т.е. потребителями, способными изменять потребление энергии с учетом накладываемых ограничений.



Структурная схема средств автоматизации программирования

Вся входная информация обрабатывается согласно выражению

$$W_i = N_i K_{ТТ_i} K_{ТН_i} C_{и}, \quad (1)$$

где W_i — расход электроэнергии по отдельному пункту учета, кВт-ч;

N_i — число импульсов, поступающих в систему за промежуток времени Δt ;

$K_{ТТ_i}$ — коэффициент трансформации i -го трансформатора тока;

трансформатора напряжения;

$K_{ТН_i}$ — коэффициент трансформации i -го трансформатора напряжения;

$C_{и}$ — "цена" входного импульса, кВт-ч.

Для серийно-выпускаемых электросчетчиков-датчиков импульсов типа САЗУ-И687, САЗУ-И689

$C_{и} = 0,001$ кВт-ч/имп.

При встраивании датчиков в существующие счетчики

$$C_{и} = 1/n_{об}, \quad (2)$$

где $n_{об}$ — число оборотов диска счетчика на 1 кВт-ч расхода электроэнергии.

Обработанная согласно приведенному выше выражению (1) информация суммируется по группам потребителей. Далее производится прогнозирование текущего получасового максимума на грузки предприятия. Для прогноза совмещенной 30-минутной максимальной нагрузки выбран метод адаптивного экспоненциального сглаживания. На основании прогнозной величины вырабатывается управляющее воздействие на локальные схемы автоматизации технологических процессов или непосредственно на коммутационный аппарат погребителя. Управление потребителями-регуляторами производится согласно их приоритету. При выборе приоритета используются методы априорного ранжирования, основанные на обработке данных о значимости (важности) параметров потребителей. Прогнозирование и выработка управляющего воздействия осуществляется с шагом упреждения 5; 10 или 15 мин.

Кроме того, алгоритм обеспечивает соблюдение баланса реактивной мощности в узле распределения сетей предприятия и электроснабжающей организации при оптимально заданных значениях реактивной мощности, а также управление реактивными нагрузками в узлах СЭС предприятия по критерию минимума потерь активной мощности.

Индикация и регистрация промежуточных и окончательных результатов обработки информации о потреблении электроэнергии осуществляется на терминале, включающем микро-ЭВМ "Электроника С5-12", дисплей, телетайп.

Автоматизированная система "Электроника П1-ЭЭ" выполняет следующие функции: учет расхода электроэнергии (активной и реактивной) по

предприятию, сбор информации о потреблении электроэнергии как по отдельным мощным приемникам, так и по группам потребителей; выработку текущего значения времени; вычисление и хранение максимально совмещенной получасовой активной и реактивной мощности при пиковых нагрузках энергосистемы за сутки, месяц, квартал; контроль 30-минутной совмещенной мощности предприятия; прогнозирование 30-минутной совмещенной мощности с заданным шагом упреждения; автоматическое (автоматизированное) управление электрической нагрузкой предприятия в часы пиковых нагрузок энергосистемы; управление режимом реактивной мощности предприятия; вывод информации на регистрирующий индикационный терминал.

Система "Электроника П1-ЭЭ" имеет связь с ЭВМ более высокого уровня (АСУП, АСУ "Энергия").

Статья поступила 2 июля 1979 г.

В СТАНКОСТРОЕНИИ

Э. А. Петросян, Л. М. Птицина,
В. И. Симоненков, К. В. Ухолов

МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-11" В УСТРОЙСТВАХ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАНКАМИ

УДК 681.3.06

Перспективным планом развития промышленности предусматривается создание и внедрение станков с программным управлением как одного из основных направлений технического перевооружения машиностроительных предприятий. Использование устройств с программным управлением позволяет значительно повысить производительность оборудования, качество обработки изделий, а также заменить в какой-то мере недостающие кадры высококвалифицированных станочников.

Расширение технологических возможностей и повышение надежности работы устройств программного управления может быть достигнуто при использовании микро-ЭВМ, статических программно-

носителей и других достижений микроэлектронной техники. Примером тому может служить устройство программного управления "Электроника П1-ПУ01" (рис. 1,2), предназначенное для оснащения токарных, сверлильных, фрезерных и других станков. Устройство особенно эффективно используется при модернизации морально устаревших станков с управлением от магнитной ленты (рис. 3). К достоинствам устройств программного управления на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-11" относятся их высокая устойчивость к помехам производственных цехов.

В качестве программносителя в устройстве используются одноплатные модули "Электроника П5-ППЗУ" с электрической сменой информации, выполненные на базе БИС К558РЕ11.

Модуль обеспечивает хранение записанной информации при отключенном питании в течение не менее 2000 ч. Информационная емкость модуля составляет 1К 16-разрядных слов, что соответст-

вует примерно 80 кадрам управляющей программы в коде ИСО.

Преобразование информации модуля памяти в управляющие сигналы цикловой автоматики и приводов подач выполняется на одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-11". При быстродействии 10 000 операций/с микро-ЭВМ в режиме линейно-круговой интерполяции обеспечивает выходную частоту системы ~300 импульс/с, а в режиме ускоренных перемещений ~800 импульс/с, что соответствует основным характеристикам приводов подач станков с магнитной лентой. Для оснащения станков с более широкополосными приводами микро-ЭВМ "Электроника С5-11" дополняется малоразрядным интерполятором.

Блок-схема алгоритма работы устройства П1-ПУ01 приведена на рис. 4. После начального пуска система управления приводится в исходное состояние, устанавливается счетчик кадров, код



Рис. 1. Устройство ЧПУ токарным станком



Рис. 2. Структурная схема устройства "Электроника П1-ПУ01"

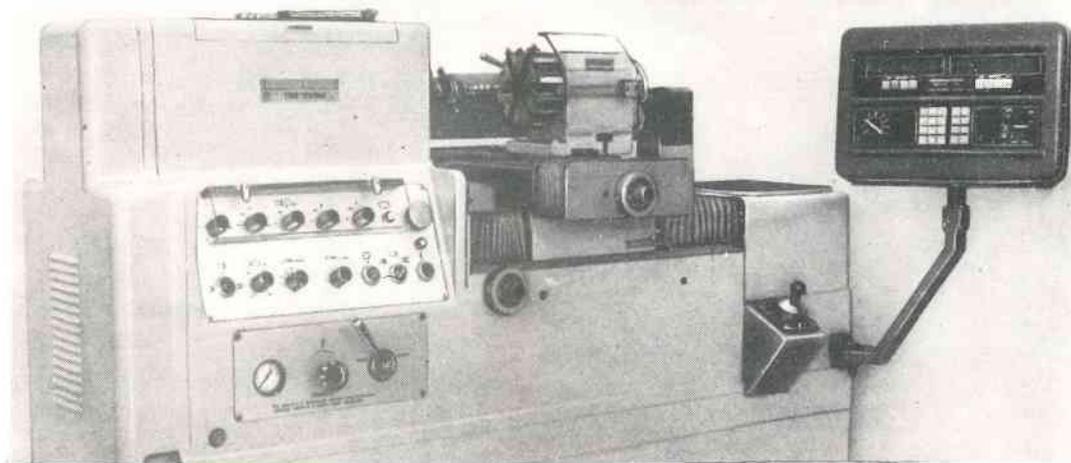


Рис. 3. Токарный станок с устройством ЧПУ

текущей подачи сбрасывается в 0. Затем начинается выборка и обработка кадров управляющей программы. Если в кадре задан признак разгона или торможения, то в процессе интерполяции после выдачи каждого импульса на шаговые двигатели, происходит корректировка счетчика, регулирующего выходную частоту, до тех пор, пока не будет достигнута нужная подача. Линейно-круговая интерполяция реализована по методу оценочной функции в соответствии с зависимостью

$$F_{nm} = z_m x_K - x_n z_K,$$

где x_K, z_K — координаты конечной точки обработки (при $x_0, z_0 = 0$);

x_n, z_m — текущие координаты точки обработки контура детали.

При круговой интерполяции по методу оценочной функции промежуточные точки обрабатываемой дуги с радиусом R определяются из выражения

$$F_{nm} = x_n^2 + z_m^2 - R^2.$$

Если промежуточная точка контура находится в области $F \geq 0$, то следующий импульс выдается

по координате x ; если $F < 0$, то по координате z .

Задача линейно-круговой интерполяции решалась двумя методами — методом ЦДА (цифровой дифференциальный анализатор) и методом оценочной функции. Последний сравнительно прост в реализации на ЭВМ, и программа интерполятора получается более короткой. Эти обстоятельства и определили выбор данного метода.

Поскольку в токарных станках координаты x и z имеют различные значения величины дискретного перемещения, то на выходе интерполятора предусмотрен блок изменения масштаба по оси x , реализованный в форме инверсивного счетчика. После обработки всей информации, заданной в кадре, происходит выборка следующего кадра. При достижении кода, обозначающего конец управляющей программы, происходит останов микропроцессора. Нажатие кнопки "Пуск" приведет к повторной обработке управляющей программы. Для обработки быстрых перемещений по одной оси (для увеличения выходной частоты) предусмотрен отдельный блок.

Сокращению сроков разработки данного алгоритма в значительной степени способствовало использование микро-ЭВМ "Электроника С5-11" в комплекте с модулем перепрограммируемой памяти П5-ППЗУ (см. рис. 2). Для обеспечения записи информации в П5-ППЗУ через устройство ввода информации "Электроника П5-ЗП ППЗУ" с фотосчитывающим устройством FS-1501 разработан перекодировщик на основе мини-ЭВМ, обеспечивающий преобразование информации с пятидорожечных перфолент на восьмидорожечные.

Использование модулей памяти П5-ППЗУ позволяет полностью исключить из сферы обслуживания станков с программным управлением перфоленты, перфораторы и фотосчитывающие устройства, вносящие в управляющие программы значительное число ошибок и имеющих недостаточную надежность в работе. Управляющие программы составляются на мини-ЭВМ в режиме диалога, и через устройство ввода информации П5-ЗП ППЗУ записываются в модуль памяти П5-ППЗУ. После проверки информации на имитаторе станка модуль памяти передается в цех.

Опыт эксплуатации станков с программным управлением на основе устройства "Электроника П1-ПУ01" показывает, что простой станков из-за отказов систем управления сокращается в 5–10 раз, брак обрабатываемых деталей в 3–4 раза. Затраты на модернизацию окупаются за 1–3 месяца.

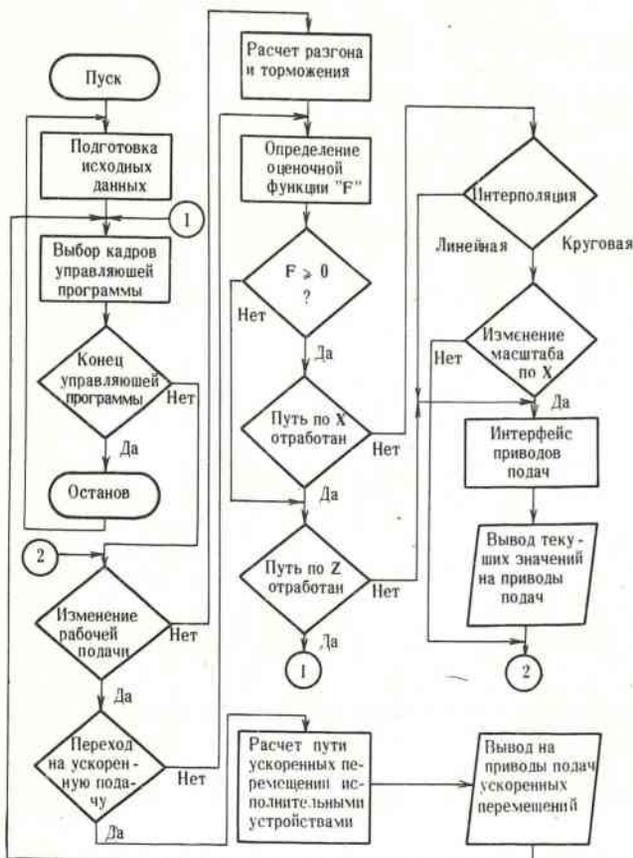


Рис. 4. Укрупненная блок-схема алгоритма работы устройства ПУ "Электроника П1-ПУ01"

Г. Г. Смолко

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИМИ СТАНКАМИ

УДК 681.325.5-181.48:621.9

Технический уровень, масштабы и эффективность производства в машиностроении во многом зависят от технического и производственного потенциала станкостроительной промышленности, которая обеспечивает народное хозяйство средствами производства. Структура парка металлорежущего оборудования в машиностроении изменяется в направлении увеличения удельного веса специализированного и автоматизированного оборудования, особенно с программным управлением, являющегося основным фактором повышения производительности труда в серийном и мелкосерийном производстве. Выпуск станков с программным управлением в течение десятой пятилетки увеличился в три раза. Если такие темпы роста сохранятся, то будет достигнут достаточно высокий уровень автоматизации, который позволит значительно улучшить качество выпускаемых станков, повысить их технический уровень, производительность, надежность и безопасность в эксплуатации. Широкое использование микропроцессоров и микро-ЭВМ способствует формированию следующих концепций их развития:

1. Создание и освоение в производстве оборудования с *функциональными системами управления* (ФСУ) охватывает такие группы оборудования, как: автоматические линии (автоматы и агрегатные станки с переналаживаемым циклом работы), револьверные станки с автоматическим циклом работы.

ФСУ должны обеспечивать управление режимами обработки, главным приводом и приводом подачи, последовательностью работы механизмов станка, предельными перемещениями по осям координат. Работа по осям координат осуществляется последовательно.

Учитывая простоту выполняемых функций управления, а также ограничение стоимости всего электрооборудования станка, для построения ФСУ предусматривается использование микро-ЭВМ типа "Электроника С-5".

2. Создание и освоение в производстве группы станков с *оперативными системами управления* (ОСУ), обеспечивающими подготовку управляющей программы непосредственно на рабочем месте на основе широкого использования типовых технологических циклов обработки. Эти станки призваны

заменить в машиностроении наиболее распространенные универсальные токарные, фрезерные и другие группы станков. Они рассчитаны на обслуживание рабочими со средним образованием, способными в режиме диалога с системой управления сформировать управляющую программу, вводя конкретные значения параметров из памяти системы управления в стандартный технологический цикл обработки. На станках этой группы обрабатывают детали в полуавтоматическом цикле, что обеспечивает рост производительности до 10 раз по сравнению с универсальным оборудованием (в зависимости от сложности детали).

К микро-ЭВМ, используемым в ОСУ, предъявляются специальные требования: быстродействие выше 200 тыс. операций/с, наличие ОЗУ, ПЗУ и ППЗУ, интерполятора и т.д. Поэтому исходя из оптимизации электрических и конструктивных характеристик была проведена разработка специализированной микро-ЭВМ "Электроника НЦ-31", которая служит основой создания этого типа систем управления.

3. Дальнейшее совершенствование многоинструментальных станков будет основано на оснащении их современными приводами и многопроцессорными системами управления, обеспечивающими существенное упрощение формирования управляющей программы, введение необходимых коррекций, диагностику состояния всех систем станка, предупреждение брака обрабатываемой детали и другие функции. Эту группу станков, ориентированную на серийное производство деталей и обеспечивающую рост производительности по сравнению с универсальным оборудованием в два-три раза, называют продуктивными станками, а систему управления — *продуктивной системой управления* (ПСУ).

4. Для обработки более сложных деталей предусматривается создание и развитие уникальных станков со встроенными ЭВМ и свободным программированием необходимых алгоритмов обработки. В эту группу включаются крупные фрезерно-расточные, продольнообрабатывающие и карусельные станки, станки для фрезерования и шлифования деталей со сложными поверхностями и т.п. Системы управления для таких станков называют *уникальными системами управления* (УСУ).

Для создания ПСУ, УСУ и систем для участков можно использовать практически любую универсальную микро-ЭВМ. Однако, исходя из возможностей программного обеспечения и удобства для пользователей, по нашему мнению, в этих системах управления лучше всего применять микро-ЭВМ "Электроника 60", которая входит в ряд СМ ЭВМ. Ниже приводятся результаты анализа предпочтительного использования современных микро-ЭВМ в системах управления:

ФСУ-1	Автоматические линии	—	"Электроника С5"
ФСУ-2	Автоматические станки	—	"Электроника С5"
ОСУ-1	Оперативные токарные станки	—	"Электроника НЦ-31"

ОСУ-2	Оперативные фрезерно-расточные станки	—	"Электроника НЦ-31"
ОСУ-3	Оперативные шлифовальные станки	—	"Электроника НЦ-31"
ОСУ-4	Оперативные фрезерные станки с поочередной обработкой координат	—	"Электроника НЦ-31"
ПСУ-1	Токарные продуктивные станки	—	"Электроника 60"
ПСУ-2	Карусельные станки	—	"Электроника 60"
ПСУ-3	Фрезерно-расточные продуктивные станки	—	"Электроника 60"
УСУ	Уникальные станки	—	"Электроника 60"

Благодаря применению микропроцессоров и микро-ЭВМ стал возможным переход от централизованного изготовления управляющих программ к индивидуальной их подготовке на рабочем месте. Происходит не только функциональное и структурное изменение управляющих систем, но и создается предпосылка для реализации совершенно нового модульного принципа управления, основанного на применении микропроцессорной техники, который позволит перейти к выпуску унифицированных базовых узлов электронной системы, как, например, станция управления (СУ), перепрограммируемый командный аппарат (ПК), следящий привод подачи (ПП) и привод главного движения, а также измерительные преобразователи. Комплектация электронных систем управления (см. таблицу) должна осуществляться базовыми узлами (блоками). Модульное построение систем управления значительно повышает ее гибкость и надежность, но одновременно с этим предъявляет специальные требования к математическому обеспечению.

Система управления	Модификация базовых узлов					
	СУ-1	СУ-2	СУ-3	ПК-1	ПК-2	ПП
ОСУ-1	1					2
ОСУ-2	1					3
ОСУ-3	1					2
ПСУ-1		1		1		2
ПСУ-2		1		1		4
ПСУ-3		1		1		до 5
УСУ		1			1	до 9
ФСУ-1				1		
ФСУ-2			1		1	

Проблема создания электронных систем управления для машиностроения является комплексной и решение ее должно осуществляться объединенными усилиями изготовителей электронного оборудования и изделий электронной техники. В связи с этим необходимо создание специальной комплексно-целевой программы работ, результатом которой должна явиться разработка специально ориентированных микропроцессорных БИС и микро-ЭВМ, обеспечивающих опережающее развитие станков с электронными системами управления.

Статья поступила 11 июня 1979 г.

Г. Г. Смолко, Э. К. Яценко

МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-12" В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИМИ СТАНКАМИ

УДК 681.3-181.48

Система программного управления металлорежущими станками на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-12" относится к числовым системам, носящим название оперативных. Эти системы управляют станками и позволяют вводить, контролировать и изменять программу с пульта оператора при обработке относительно простых деталей. Требования к ним, возможные варианты их исполнения, а также технические характеристики микро-ЭВМ "Электроника С5" и ее функциональных модулей позволяют определить следующие направления использования микропроцессорной техники этого семейства:

— устройства цифровой индикации, функциональные системы управления агрегатными станками, токарными автоматами, термопластавтоматами при дискретности отсчета системы 0,1 мм с объемом операции 30–40 и частотой их повторения 100–200 Гц;

— оперативные системы управления фрезерными и токарно-револьверными станками при дискретности отсчета 0,01 мм с объемом операций 100–150 и частотой их повторения 20–60 Гц;

— измерительные системы, контрольно-вычислительные комплексы с дискретностью отсчетов систем 0,001 мм и выше с объемом операций до 500–800 и частотой их повторения 10–20 Гц;

Критерием выбора конкретной системы управления служит значение максимальной скорости перемещения рабочего органа. В зависимости от значения скорости возможно выполнение различного объема однотипных операций в единицу времени. Установлено, что предельная задача по управлению фрезерным станком сводится к выполнению этой операции с частотой 40–60 Гц при скорости перемещения рабочего органа 6 м/мин и дискретности отсчета системы 0,01 мм.

Применение микро-ЭВМ "Электроника С5-12" в системе управления фрезерными станками для решения задач прямоугольного формообразования и позиционирования основано на возможностях микропроцессора и особенностях работы фрезерных станков. К последним относятся: раздельное после-

довательное выполнение прямоугольного формообразования деталей и позиционирования рабочих органов по каждой из координат, сложившаяся номенклатура технологических циклов и устойчивость структур технологических процессов, использование относительно простого режущего инструмента с установленным уровнем влияния изменения отдельных его параметров на параметры технологического процесса и выходные параметры обрабатываемой детали, обеспечение оптимизации параметров технологического процесса самим оператором.

К наиболее важным задачам, решаемым микро-ЭВМ, относятся: ввод программы, формирование управляющих команд на исполнительные механизмы станка в зависимости от скорости перемещения рабочего органа и близости от заданной координаты, управление приводом по программе, выполнение некоторых операций по диагностике станка и системы, выполнение контроля в определенном объеме набранной программы.

Использование микро-ЭВМ "Электроника С5-12" для решения задач по управлению фрезерным станком на скорости 6 м/мин с дискретностью 0,001 мкм требует оснащения системы управления оптронными средствами, что увеличит весогабаритные показатели системы в 2-3 раза, стоимость в 1,5-2 раза и трудоемкость в 2-2,5 раза. Структурная схема оперативной системы программного управления для фрезерных станков приведена на рис. 1.

Панель управления (рис. 2) с расположенными на ней органами управления и дисплеем типа "Квант" обеспечивает ввод информации о перемещении рабочего органа станка, параметрах режущего инструмента, режимах резания, характере цикла обработки, некоторых специальных функциях, а также отображения информации в процессе ввода, контроля и автоматической отработки. Блок автоматики решает задачи управления исполнительными механизмами станка. Блок управления приводом служит для управления приводом подачи, выполненным в виде привода постоянного тока.

Система управления работает в режимах ввода данных, индикации и управления по программе. Первый режим обеспечивает ввод данных с помощью клавиатуры данных и функциональных кнопок. Информация вводится о каждом из девяти инструментов в виде радиуса и длины, номера кадра номера функции, определяющей характер цикла, величины подачи, скорости, некоторых специальных функций, значений координат, обрабатываемых в кадре. В этом режиме возможен пок кадровый последовательный или выборочный контроль введенной информации.

В режиме индикации осуществляется индицирование текущего значения координат и эквидистант. Перемещение рабочего органа может осуществляться как вручную, так и механически с запоминанием величины подачи.

Режим управления по программе состоит в управлении рабочими органами станка в соответствии с информацией, размещенной в кадре. Смена кадров производится автоматически. В этом режиме могут быть запрограммированы остановки рабочего органа в середине обрабатываемого кадра для

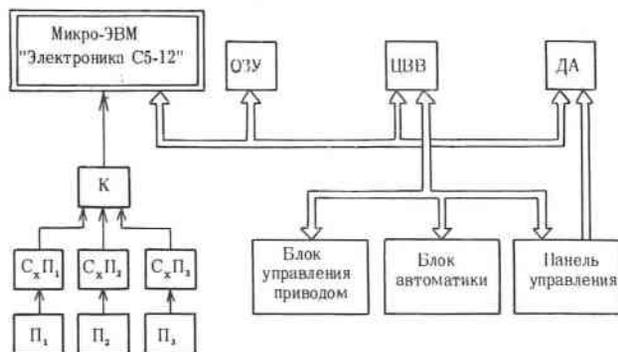


Рис. 1. Структурная блок-схема оперативной системы управления для фрезерных станков: ОЗУ – оперативное запоминающее устройство; ЦВВ – цифровое устройство ввода-вывода; ДА – дисплейный адаптер; К – коммутатор первичного преобразователя координат; П₁, П₂, П₃ – первичные преобразователи по трем координатам; СхП₁, СхП₂, СхП₃ – схемы формирования сигналов

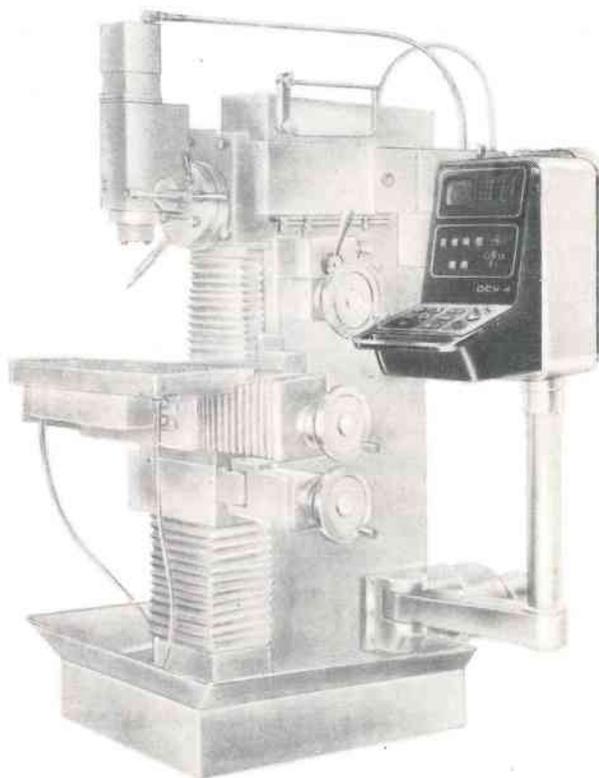


Рис. 2. Оперативная система управления для фрезерных станков типа ОСУ-4

вызова оператора, в начале кадра и в конце элементарного цикла для проверки обрабатываемой программы.

Число программируемых координат оперативной системы равно 3 с дискретностью отсчета по каждой координате соответственно 0,01 мм. Максимальная программируемая величина перемещения рабочего органа составляет 999,99 мм. Система обладает набором элементарных движений и циклов, сложных циклов, программируемых номером функции и возможностью диагностирования некоторых критических ситуаций с указанием адреса неисправности. Максимальное число кадров программы равно 99. Общий вид оперативной системы управления фрезерным станком приведен на рис. 3.

Применение микро-ЭВМ "Электроника С5-12" для управления фрезерным станком является перспективным направлением создания систем управления. Анализ технико-экономических показателей различных вариантов построения системы управления показывает, что такие системы по сравнению с системами на основе элементов средней интеграции и внутренней памяти обладают в 4–5 раз меньшим объемом, в 2–2,5 раза меньшим весом и трудоемкостью в изготовлении, а также в 1,5–2 раза меньшей стоимостью.

Оперативная система управления фрезерным станком соответствует уровню лучших зарубежных образцов аналогичного назначения, а само семейство машин "Электроника С5" — хорошей основой для создания оперативных и функциональных систем управления для металлорежущих станков.*

* Смоло Г.Г. Перспективы развития электронных систем управления металлорежущими станками. — Электронная промышленность. См. наст. вып., с. 39.

Статья поступила 11 июня 1979 г.

Н. Ш. Вартанян, Ю. М. Еремеев, В. В. Мелконян,
С. А. Орехов, А. Я. Стерлин

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ

УДК 681.3—181.48:621.373

Совершенствование методики экспериментального исследования прочностных характеристик конструкционных материалов, элементов конструкций и самих изделий требует совершенствования средств физического моделирования внешних факторов, действующих на конструкцию в эксплуатации, с целью достижения наибольшей достоверности результатов лабораторных испытаний.

Современные лабораторные средства испытаний материалов и конструкций (рис. 1) представляют собой автоматизированные комплексы, имеющие один или несколько контуров управления и включающие в свой состав программозадающие устройства, регуляторы, датчики, преобразователи и силовые исполнительные механизмы. Одним из аспектов дальнейшего совершенствования испытательного оборудования является разработка многоканальных функциональных генераторов (программозадающих устройств), реализующих сложные по форме временные зависимости изменения выходных сигналов, имитирующих характер воздействия реальных факторов (силовых, тепловых, климатических и т.д.) на конструкцию.

Сложность программ испытаний, необходимость их многократного повторения и гибкой перестройки обусловили применение микро-ЭВМ, предоставляющих широкие возможности для запоминания, хранения и обновления информации о законах нагружения объектов и режимах проведения испытаний. Однако использование вычислительной техники для непосредственного запоминания и поточечной генерации сложных зависимостей оказывается нерентабельным.

Чтобы разгрузить память микро-ЭВМ и значительно расширить частотный диапазон воспроизводимых функций, целесообразно применять микро-ЭВМ в сочетании с аппаратурой, реализующей различные виды аппроксимации функций по относительно небольшому числу точек, задаваемых микро-ЭВМ. Многоканальные функциональные генераторы (рис. 2), построенные по этому принципу, включают в свой состав ППЗУ и аппаратную часть (рис. 3). В ППЗУ заносятся программы управления работой функционального генератора и массив

ЭП

РЕКЛАМА

НОВАЯ КНИГА

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Панфилов И. В., Половко А. М.

Под ред. А. М. Половко. — М.: Советское радио,
1980 (II кв.)

Рассматриваются основы теории построения, методы анализа и синтеза, а также вопросы организации вычислительного процесса многомашинных и многопроцессорных вычислительных систем для решения совокупности связанных между собой задач управления в реальном масштабе времени.

Для научных работников и инженеров, работающих в области исследования и проектирования вычислительных машин и систем.

данных, содержащий параметры генерируемых функций по четырем каналам.

Примерный вид генерируемой функции и способ ее кодирования приводятся на рис. 4. Предварительно заданная функция (см. рис. 4, а) разбивается на отдельные участки аппроксимации (см. рис. 4, б) таким образом, чтобы каждый участок аппроксимации был с возможно большей продолжи-

тельностью и соответствовал одному из аппаратно-реализованных видов аппроксимации (линейной или синусоидальной формы). Если эти участки повторяются циклически, то их можно объединить в один. Кодирование участков четырьмя словами: длительностью участка (максимальный объем информации 12 бит), видом аппроксимирующей функции (1 бит), величиной ординаты конечной точки



Рис. 1. Структурная схема САУ испытательного стенда

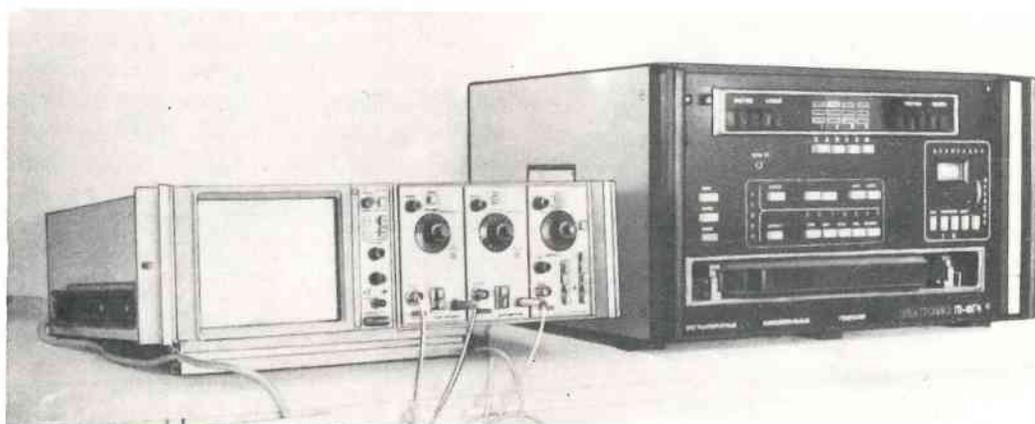


Рис. 2. Многоканальный программируемый функциональный генератор "Электроника П1-ФГ4"

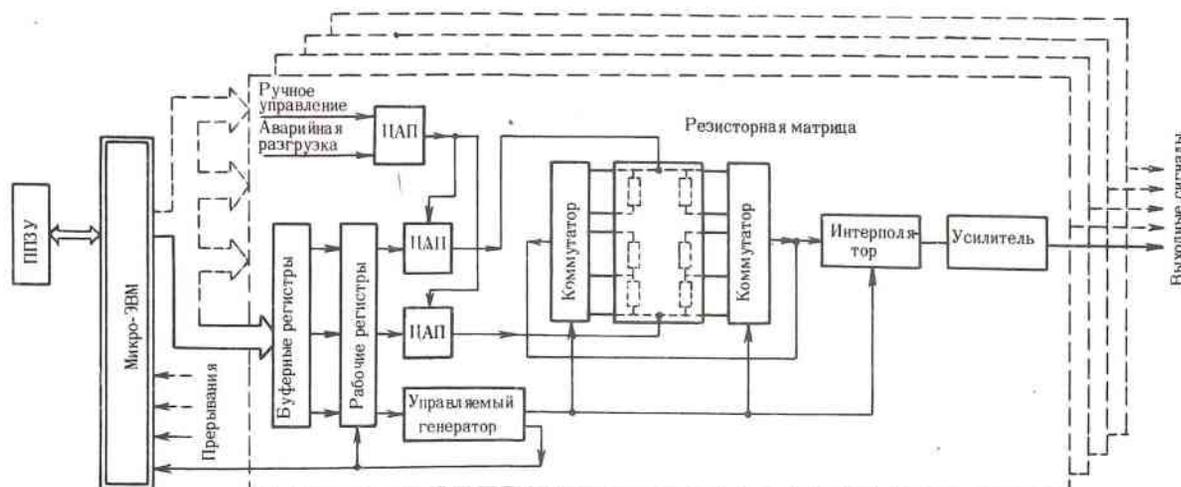


Рис. 3. Структурная схема функционального генератора

(9 бит) и числом циклического повторения (15 бит). Таблица иллюстрирует способ кодирования функции, приведенной на рис. 4, б.

Участок	Вид функции	Ордината		Длительность, с	Число повторений
		начала участка	конца участка		
1	Синусоида	0	100	3	1
2	Линейная	100	-50	1	5

Группы участков объединяются в подблоки (см. рис. 4, а), воспроизведение которых может повторяться заданное число раз, после чего происходит (если это необходимо) генерация подблоков другого типа. Совокупность подблоков с заданным числом повторения каждого образует блок генерируемой функции, который непрерывно повторяется. Такой способ кодирования позволяет более экономно использовать имеющийся объем памяти запоминающего устройства при реализации сложных циклически повторяющихся законов изменения внешних воздействий.

Программа управления (алгоритм работы функционального генератора) является неизменяемой частью программного обеспечения и содержит пять разделов: "Подготовка", "Сброс", "Исходное положение (автоматическое)", "Исходное положение (ручное)", "Рабочая программа".

Программа "Подготовка" формирует содержимое общих регистров всех задач для организации работы системы прерывания и реализации многоканального режима. По окончании действия этой

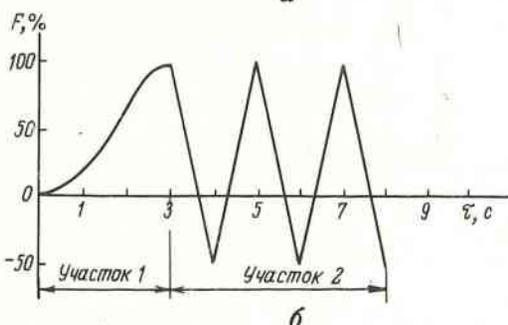
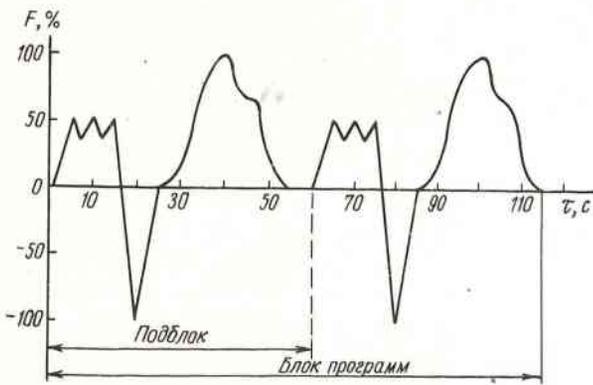


Рис. 4. Примерный вид (а) и способ задания (б) генерируемой функции

программы на выходе микро-ЭВМ появляется сигнал ожидания и машина повторяет цикл. Основную часть программного обеспечения функционального генератора составляет рабочая программа (рис.5), осуществляющая запись параметров генерируемой функции на буферном регистре в нужной последовательности для организации циклов, повторений подблоков заданное число раз и непрерывной повторяемости всей функции. При этом микро-ЭВМ выдает сигналы на внешние счетчики полудиклов и блоков.

"Рабочая программа" едина для работы со всеми каналами и вызывается по прерыванию. При переходе от обслуживания одного канала к другому состояние каждого канала запоминается на соответствующих общих регистрах. "Рабочая программа", так же как программы "Сброс",

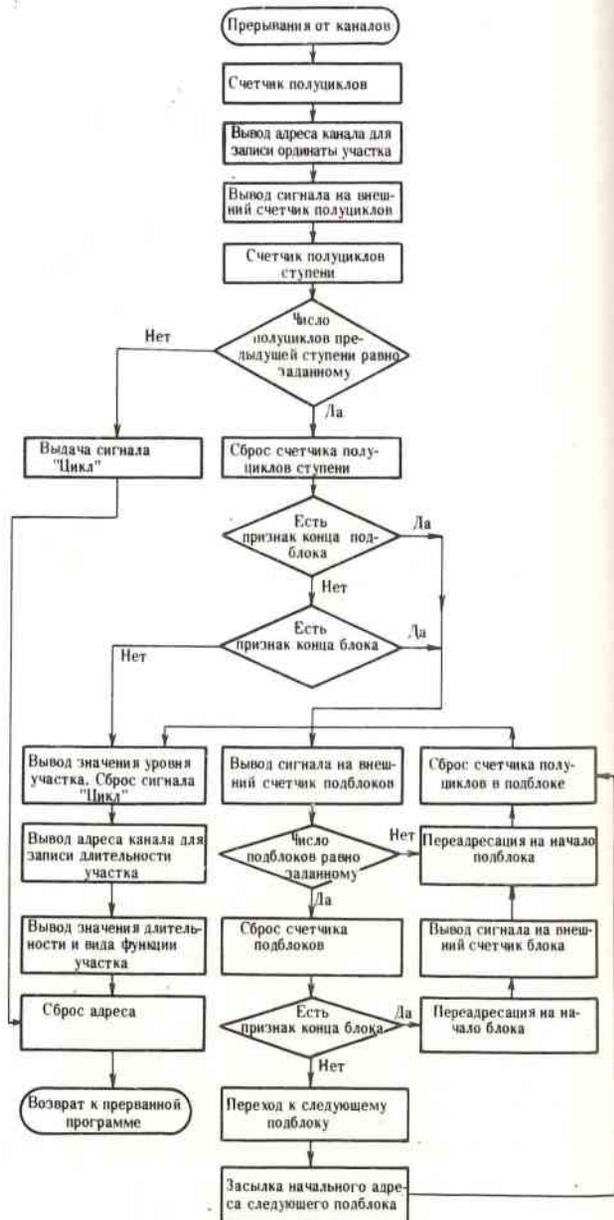


Рис. 5. Алгоритм процесса записи параметров генерируемой функции на буферном регистре

"Исходное положение" (ручное и автоматическое), замаскирована от всех программных прерываний. При наличии нескольких сигналов прерывания уход на соответствующую программу осуществляется только через нулевую задачу по приоритету. Самый высокий приоритет имеет рабочая программа первого канала. Остальные задачи по приоритету принимаются на обработку в следующем порядке:

- "Рабочая программа" (канал № 1),
- "Рабочая программа" (канал № 2),
- "Рабочая программа" (канал № 3),
- "Рабочая программа" (канал № 4),
- "Сброс",
- "Исходное положение (автоматическое)",
- "Исходное положение (ручное)".

Программа "Сброс" снижает уровень выходных сигналов функционального генератора от текущего значения до нуля с заданной скоростью. Она вызывается по аварийному сигналу или по инициативе оператора, ведущего эксперимент. Значение времени разгрузки хранится в ППЗУ в массиве данных. Программа "Сброс" работает в одной задаче для всех каналов и поэтому для организации обслуживания четырех каналов микро-ЭВМ, кроме сигнала прерывания, принимает еще и адрес, который может прийти от одного канала или от группы каналов, работающих синхронно. В последнем случае группа каналов будет разгружаться синхронно со скоростью, записанной в массиве данных наиболее приоритетного канала. Для осуществления процесса сброса микро-ЭВМ записывает значение длительности и вида функции разгрузки на рабочий регистр длительности. После этого выводится сигнал "Включение разгрузки", по которому выходной сигнал генератора стремится к нулю с заданной скоростью. Для продолжения процесса генерации с прерванной точки необходимо восстановить значение длительности и форму прерванного участка на буферном регистре длительности.

Программа "Исходное положение (автоматическое)" необходима для приведения в начальное состояние содержимого общих регистров рабочих задач и также является единой для всех каналов. В соответствии с ней микро-ЭВМ приводит к нулевым значениям буферные и рабочие регистры, производит начальную установку опорного ЦАП в максимум. После этого выполняется запись на буферные регистры значений уровня, длительности и формы первого участка. Таким образом, функциональный генератор подготавливается для начала генерации заданной функции.

Программа "Исходное положение (ручное)" выполняет начальную установку устройства для работы в ручном режиме. Она также является единой для всех каналов. По этой программе микро-ЭВМ осуществляет установку опорного ЦАП в нуль и запись на рабочие регистры уровня максимального положительного числа.

Взаимодействие микро-ЭВМ, реализующей рассмотренные алгоритмы управления, с аппаратной частью многоканального функционального генератора происходит следующим образом. На подготовительном этапе микро-ЭВМ обнуляет буферные и рабочие регистры тех каналов функционального генератора, которые включены в работу. Затем засылает исходную информацию о первых участках этих каналов на их буферные регистры. На рабочих регистрах при этом сохраняются нулевые значения, в результате чего на выходах каналов остаются нулевые потенциалы.

По команде "Пуск" информация с буферных регистров переписывается на соответствующие рабочие регистры, что приводит к выбору требуемой резисторной матрицы (определяющей закон аппроксимации), а также заданию через ЦАП значений начальной (нулевой) и конечной точек первого участка аппроксимации на вершины резисторных матриц. Запись информации на рабочий регистр длительности участка аппроксимации обеспечивает включение управляемого генератора, задающего унитарный код требуемой частоты. Код поступает на реверсивный коммутатор выбранной резисторной матрицы и обеспечивает последовательное подключение всех узловых точек этой матрицы к выходу прибора, в результате чего выходной сигнал генератора изменяется с заданной скоростью от нуля до ординаты участка конечной точки. Для сглаживания ступенчатого изменения выходного сигнала между выходом коммутаторов и выходом прибора размещается интерполатор.

Одновременно по команде "Пуск" в микро-ЭВМ поступает сигнал прерывания, инициирующий выполнение рабочей программы соответствующей задачи, согласно которой на буферные регистры записываются ордината конечной точки и длительность следующего участка. При достижении коммутатором вершины матрицы вырабатывается сигнал об окончании текущего ($n-1$) участка аппроксимации. По этому сигналу коммутатор переключается на реверсивное направление, а на рабочий регистр ЦАП, содержащий информацию о начальной точке текущего участка аппроксимации, записывается информация о конечной точке следующего n -го участка. (Информация о конечной точке текущего участка не изменяется, так как она определяет начальную точку вновь генерируемого n -го участка).

Одновременно с записью конечной точки следующего участка на рабочий регистр длительности записывается информация о его длительности. Сигнал об окончании текущего участка аппроксимации поступает в ЭВМ в качестве прерывания. По этому сигналу ЭВМ последовательно заносит на буферные регистры информацию о параметрах ($n+1$) участка.

Обмен между ЭВМ и аппаратной частью функционального генератора происходит регулярно в конце каждого участка, за исключением тех случаев, когда необходимо циклическое повторение

одного и того же участка. В этом случае ЭВМ выработывает сигнал "Цикл", который запрещает обмен между буферными и рабочими регистрами до тех пор, пока ЭВМ не подсчитает (по числу прерываний) предварительно заданное в программе число повторений участка. По выполнении заданного числа повторений сигнал "Цикл" снимается.

Технические характеристики функционального генератора при использовании микро-ЭВМ "Электроника С5-11" и ППЗУ "Электроника П5-ППЗУ" следующие:

Число каналов	4
Режим работы каналов	автономный, синхронный
Форма участков аппроксимации	$y = kx$; $y = \sin x$
Число участков аппроксимации	40
Точность задания ординат конечных точек участков	0,2%
Диапазон изменения длительности полцикла	от 50 мс до 10 мин
Максимальное число подблоков	32 000
Максимальное число полциклов	32 000
Диапазон изменения выходного сигнала	± 10 В

В процессе работы пульт управления функциональным генератором обеспечивает возможность останова генерации функции по выполнению каждого участка, в экстремальных точках функции, в ее текущем значении или на заранее заданном уровне. После останова предусмотрено продолжение генерации функции с прерванного значения или с начала (в зависимости от желания оператора).

Построение многоканального функционального генератора по описанному принципу позволило создать на базе отечественной микро-ЭВМ устройство, не уступающее по своим параметрам зарубежным аналогам и обеспечивающее проведение широкого класса прочностных исследований.

Статья поступила 14 июня 1979 г.

В. А. Жамов, В. И. Лагутин,
Н. Я. Миндлин, Е. Г. Ярополов

СПЕКТРОФОТОМЕТРЫ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ОТ МИКРО-ЭВМ

УДК 681.785.557:681.3—181.48

Методы количественного спектрального анализа нашли широкое распространение в спектроскопии. Однако их эффективность находится в прямой зависимости от скорости получения и обработки спектрофотометрической информации. Поэтому одним из основных направлений развития спектрального приборостроения является широкое внедрение вычислительной техники, позволяющей повысить степень автоматизации процесса измерения, а также расши-

рить круг и число задач, решаемых с помощью прибора.

По назначению спектральные приборы делятся на *приборы для научных исследований* (обладают высокими метрологическими характеристиками и снабжены малыми ЭВМ, работающими по сменным программам) и *универсальные приборы* для решения производственных задач, а также для проведения несложных научно-исследовательских работ (обладают более низкими метрологическими характеристиками, снабжены встроенными микро-ЭВМ, работающими по набору жестких программ, обеспечивающими автоматизацию процесса измерения, управление узлами прибора и предварительную обработку спектрофотометрической информации, которая для большинства производственных задач является окончательной). Более сложная обработка информации осуществляется на большой ЭВМ [1].

Встроенная в измерительный спектральный прибор микро-ЭВМ придает ему ряд принципиально новых качеств, позволяющих повысить производительность труда оператора примерно на порядок, автоматизировать работу прибора и, самое главное, обеспечить непосредственное воздействие на ход технологического процесса, параметры которого измеряются этим прибором [2].

Универсальные спектрофотометры СФ-39 и СФ-21 предназначены для измерения и регистрации спектральных коэффициентов пропускания или оптической плотности жидких и твердых прозрачных веществ в спектральном диапазоне от 190 до 750 нм (СФ-39) и от 190 до 1100 нм (СФ-21). Общность задач управления и обработки спектрофотометрической информации, применительно к указанным приборам, позволила разработать для них микро-вычислительную систему МВС-1.

МВС-1 снабжена двумя группами жестких программ.

Первая группа программ обеспечивает автоматизацию процесса измерения и регистрации измеряемой информации [3]: прием с клавиатуры параметров, задаваемых оператором, и их индикацию на цифровом табло; смену источников и приемников излучения, фильтров и дифракционных решеток в зависимости от длины волны; сканирование спектра в заданном интервале длин волн с определенным шагом, с заданным числом циклов и заданной выдержкой между циклами; запись в ОЗУ (для определения длин волн) значений 100%-ного пропускания фотометрических величин в пределах всего спектрального диапазона; выход на заданную длину волны; измерение, преобразование и выдачу на цифровое табло текущих значений фотометрических величин и длин волн; управление самописцем, формирование кадра информации и выдачу его на телетайп Т-63. При этом оператор должен задать: интервал сканирования (λ_{\min} и λ_{\max}), интервал выборки информации по длинам волн или шаг сканирования, число циклов сканирования заданного

интервала, выдержку времени между отдельными циклами сканирования, режим выхода на самописец или на телетайп, режим управления автоматическим кюветным отделением или автоматической приставкой для смены жидких образцов (до 64 образцов), вид регистрируемой фотометрической величины (спектральный коэффициент пропускания T , оптическая плотность D , концентрация C), вид обработки информации.

Вторая группа программ обеспечивает обработку спектрофотометрической информации: простое усреднение многократно измеренной

фотометрической величины (число усреднений задается оператором); усреднение методом скользящих медиан; сглаживание спектра методом наименьших квадратов; расчет первой сглаженной производной от измеряемой величины по длинам волн или во времени (при проведении измерений на одной длине волны); расчет второй сглаженной производной от измеряемой величины по длинам волн или во времени; расчет первой несглаженной производной от измеряемой величины по длинам волн или во времени при большом отношении сигнал-шум; расчет второй несглаженной производной от измеряемой величины по длинам волн или во времени; расчет интеграла от измеряемой величины в заданном интервале длин волн или за заданное время; калибровку фотометрической шкалы прибора в единицах концентрации по одному эталону.

Оператор обращается к машине в условных кодах, одинаковых для обоих спектрофотометров. В БИС ПЗУ ЭВМ хранятся неизменяемые значения параметров, по которым осуществляется жесткое управление прибором. Кроме рабочих программ, в ПЗУ введена контрольная программа, позволяющая с помощью специального стенда проверить работоспособность МВС-1 в цехе-изготовителе автономно, без подключения к спектрофотометру. Общий объем рабочих и контрольной программы составляет 1,8К 16-разрядных слов.

В состав МВС-1 (рис.1) входят типовые элементы замены (ТЭЗ), поставляемые предприятием-изготовителем микро-ЭВМ, и ТЭЗ, разработанные и изготавливаемые предприятием-изготовителем МВС-1. К первым из них относятся микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и некоторые микропроцессорные функциональные модули (МФМ): 3 модуля цифрового ввода-вывода, АЦП, сопряжения с телетайпом Т-63. Ко вторым — управления двумя преобразователями угол-код и шаговыми двигателями, ЦАП для управления пером самописца, клавиатуры и цифрового табло и блок питания. ТЭЗы, как и МФМ, имеют размеры 280x160 мм и размещаются в общем каркасе (рис.2). ЭВМ "Электроника С5-12" устанавливается вне каркаса. Спектрофотометр СФ-39 (или СФ-21) и МВС-1 представляют собой единый комплекс в настольном исполнении.

ЭВМ МВС-1, выполненная на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и МФМ, позволяет автоматизировать работу узлов спектрофотометра, производить первичную обработку результатов измерений и тем самым снизить уровень шума при измерениях, расширить область применения прибора (например, включать прибор как измеритель в автоматизированный технологический цикл), уменьшить габариты прибора, повысить производительность труда оператора. Способ фиксации информации, полученной от спектрофотометра, на перфоленте разрешает в случае необходимости производить вторичную обра-

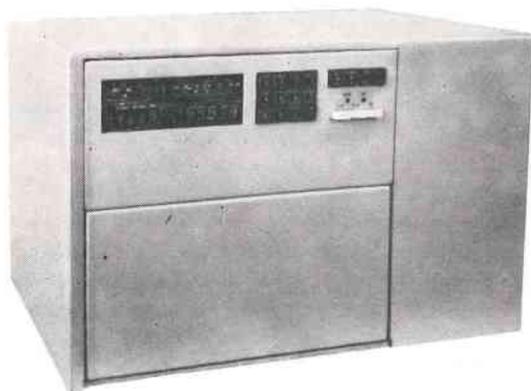


Рис. 1. Вычислительная машина МВС-1 для спектрофотометров

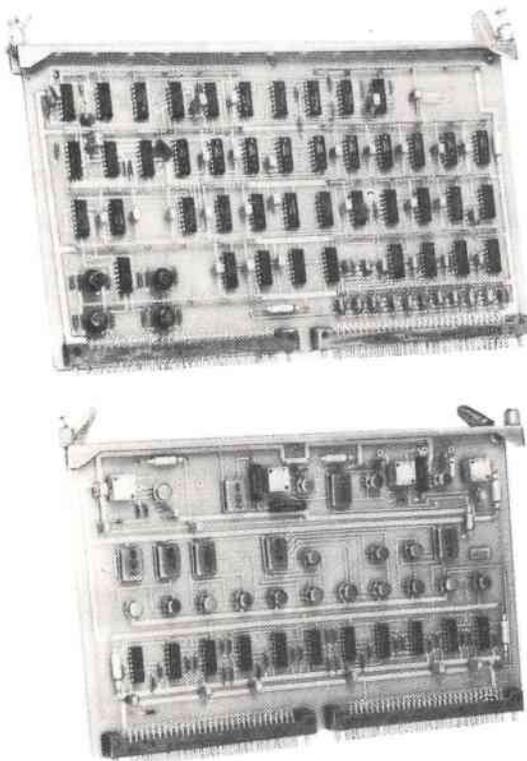


Рис. 2. Типовые элементы замены ЭВМ МВС-1

ботку результатов измерения на ЭВМ общего назначения. Спектрофотометры СФ-39 и СФ-21 со встроенной микро-ЭВМ по своему техническому уровню соответствуют лучшим образцам аналогичных приборов ряда зарубежных фирм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ли фляндчик Б.И., Сергеев Д.В., Трилес-
н и к И.И. Современное состояние и перспективы использования

вычислительной техники в оптическом спектральном приборостроении. — Оптико-механическая промышленность, 1978, № 5.

2. Пролейко В.М. Микровычислительные системы и их применение. — Электронная промышленность, 1978, вып. 5.

3. Жамов В.А., Миндлин Н.Я., Самбурский В.В. и др. Применение микро-ЭВМ "Электроника С5-11" для обработки спектрофотометрических данных. — Там же.

Статья поступила 21 июня 1979 г.

В. А. Жамов, В. В. Косенко, Н. Н. Рукавицын, Ю. С. Скворцов, Е. Г. Ярополов

КОМПЛЕКС ОТЛАДКИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-12" ДЛЯ ДЛИНОМЕРОВ ИЗГ-4 И ИЗВ-4

УДК 681.3.06

Оптические дилномеры относятся к той категории измерительных приборов, где применение микро-ЭВМ дает значительный эффект. Дилномеры ИЗГ-4 и ИЗВ-4 предназначены для абсолютных и относительных измерений по одной координате наружных размеров объектов с плоскими, параллельными и цилиндрическими поверхностями, среднего диаметра наружной резьбы, конусности, внутренних размеров объектов с плоскими и параллельными поверхностями, диаметров отверстий, среднего диаметра и шага внутренней резьбы, толщины фольги и т.д.

Основные технические характеристики
дилномеров

Пределы измерений, мм	
ИЗВ-4.....	0—200
ИЗГ-4.....	0—500
Дискретность цифрового отсчета, мкм.....	0,2
Измерительное усилие, Н.....	0,5; 1,0; 1,5; 2,0
Максимальная скорость перемещения измерительной пиноли, мм/с.....	40

В ИЗГ-4 измерительная пиноль перемещается по горизонтальной оси, а в ИЗВ-4 — по вертикальной, что обусловлено конфигурацией измеряемых объектов. Столик ИЗГ-4, на котором устанавливается объект, в отличие от столика ИЗВ-4 имеет возможность перемещаться в пространстве, поэтому функциональные возможности ИЗГ-4 шире, а рабочие программы сложнее.

Для дилномеров (с учетом одинаковых принципов их работы) разрабатывается единая управляющая ЭВМ на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-12".

Основные задачи, решаемые микро-ЭВМ:

— управление процессом измерения и перемещением столика ИЗГ-4;

- измерение объектов с плоскими и параллельными поверхностями;
- вычисление некруглости, конуса и клина, диаметра отверстий;
- определение максимумов и минимумов при касании измерительной пиноли объектов сложной формы;
- вычисление шага и среднего диаметра внутренней и наружной резьбы;
- расчет среднего значения;
- контроль за работой микро-ЭВМ и дилномера.

В процессе измерения микро-ЭВМ управляет торможением измерительной пиноли перед ее подходом к объекту, определяет момент касания с объектом, следит за развитием усилия прижатия измерительной пиноли к объекту, после измерения объекта обеспечивает отвод пиноли в заданную точку. При управлении столиком микро-ЭВМ следит за его текущей координатой и обеспечивает остановку столика в положениях, задаваемых оператором.

Перед измерением объекта оператор вводит в ЭВМ величины номинального размера и допуски, а после измерения получает на экране дисплея размер объекта, величину и знак отклонения размера от номинального, а также информацию "Размер объекта верен" или "Размер объекта не верен".

При определении некруглости многократно измеряется диаметр объекта при его вращении, и ЭВМ выдает на экран дисплея максимальный и минимальный диаметры объекта.

В результате измерения конуса или клина на дисплей выдаются величины конусности или клиновидности, выраженные в градусах и в виде величины уклона.

Перед измерением отверстий и резьбовых объектов оператор вводит в микро-ЭВМ размеры применяемых измерительных наконечников и приспособлений, например, диаметр измерительных проволок, диаметр шарообразных наконечников, и после вычисления получает на экране дисплея интересующие его параметры объекта.

Программа нахождения максимумов и минимумов координаты измерительной пиноли позволяет решать такие задачи, как совмещение оси объекта (например, сферы) с линией измерения дилномера.

При вычислении среднего значения (например, толщины фольги) на экране дисплея высвечиваются результаты многократных измерений объекта. Оператор наблюдает их и дает указание ЭВМ вычислить среднюю величину результатов измерений. Если, по мнению оператора, один или несколько результатов измерений не достоверны, то их можно перед вычислением среднего размера объекта стереть, указав микро-ЭВМ порядковые номера стираемых результатов.

Программа контроля обеспечивает обнаружение неисправностей блоков микро-ЭВМ и дилномера перед работой и в процессе измерений.

Применение дисплея вместо цифрового табло предоставляет оператору большие удобства в работе, так как на экране отражается вся текущая информация по ходу процесса измерения, индицируются все исходные данные, введенные оператором, и последовательность вычислений.

Для каждой из вышеуказанных задач разрабатывается своя страница ин-

1	X	НОМ.	23	НВО1	00	П
2	170,00002			УСИЛЕН	01	
3	ДОП.	24	25	0,5	Н	
4	+ 0,00042			X ПННОЛП		
5	- 0,00068			180,0106		
6	ОТКЛОНЕНИЕ (X)			03	04	
7	+ 0,0142			030,1218		
8	РАЗМЕР <X>			05	06	
9	170,0144			002,0000		
10	НЕ ВЕРЕН			СТОЛ	Z	07
11	ТАЛОН	26		ZB		08
12	170,0004			ZH		09
13				ОТМ.ОГР.		
14						

Рис. 1. Кадр дисплея задачи "Измерение"

формации дисплея (рис.1) и общая страница дисплея "Оглавление" с перечнем всех задач и их символическими номерами для вызова любой из десяти страниц на экран по желанию оператора. ВКУ "Квант" позволяет выводить на экран 14 строк по 20 символов в каждой строке. Экран разбит на две части — левую и правую. На левой половине экрана отображается информация одной из конкретных задач измерения. На правой — общая информация, характерная для всех задач.

В первой строке иллюстрируемой задачи (см.рис.1) размещается обозначение X ном. (номинальный размер объекта) и присвоенный ему программный символ "23". Во вторую строку левого полукadra оператор вводит с клавиатуры ввода исходных данных X ном. (170,0002 мкм). В третьей строке левого полукadra дается обозначение двух допусков на изготовление объекта с программными символами 24 и 25. В четвертую и пятую строки левого полукadra оператор вводит с клавиатуры величину допусков (+0,0042 мкм и -0,0068 мкм). В шестой строке левого полукadra высвечивается обозначение "Отклонение", а в седьмой — величина измеренного отклонения размера объекта от номинального размера (+0,0142). Восьмая и девятая строки



Рис. 2. Комплекс для отладки рабочих программ длиномера ИЗВ-4

индицируют измеренный размер объекта (170,0144). Десятая строка сообщает оператору, что измеренный размер объекта вышел за пределы заданного допуска и, следовательно, "Размер неверен", а строки 11 и 12 высвечивают размер использованного эталона.

Правая часть кадра дисплея занята индикацией правильности ввода программных символов, индикацией усиления прижатия пинноли к объекту, высвечиванием текущей координаты измерительной пинноли и другой информацией, отражающей процесс измерения объекта.

Анализ информационных возможностей ВКУ "Квант" свидетельствует о том, что для всех задач ОМП средней сложности достаточно организовать 7-10 страниц дисплея. При этом для реализации работы дисплея и задач ОМП достаточно одной платы дополнитель-

ного ОЗУ на 2К, поставляемой потребителю предприятием-изготовителем микро-ЭВМ "Электроника С5-12". Отладка рабочих программ для длиномера ИЗВ-4 осуществляется с помощью отладочного комплекса, в состав которого входит микро-ЭВМ "Электроника С5-02", телетайп РТА-6 и дисплей ВКУ "Квант" (рис.2).

Применение в длиномерах ИЗГ-4 и ИЗВ-4 микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и дисплея расширяет функциональные возможности длиномеров, повышает их производительность в 5-10 раз, снижает число субъективных ошибок оператора, повышает степень автоматизации работы длиномеров и уменьшает объем цифрового оборудования, изготовляемого предприятием-изготовителем длиномеров.

Статья поступила 21 июня 1979 г.

О. А. Миронов, В. В. Самбурский

МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-12" В ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРАХ

УДК 681.3-181,48.004.14

Успехи микроэлектроники позволяют разработчикам оптико-механических приборов (ОМП) постоянно совершенствовать цифровые узлы приборов. В цифровые узлы управления и обработки инфор-

мации ОМП вводятся ИМС повышенной степени интеграции и, что особенно важно, — микро-ЭВМ.

В сравнительно несложных ОМП, предназначенных к выпуску значительными сериями, по ряду причин целесообразно применять микро-ЭВМ "Электроника С5-12":

- рабочие программы таких приборов имеют объем до 2К слов и не требуют вмешательства со стороны потребителя;
- микро-ЭВМ может быть встроена в малогабаритные настольные ОМП;
- поставка микро-ЭВМ оптическому предприятию проводится в любых требуемых количествах;
- сравнительно невысокая стоимость микро-ЭВМ;
- наличие большого набора изготавливаемых се-

рийно микропроцессорных функциональных модулей (МФМ), расширяющих возможности микро-ЭВМ.

Микро-ЭВМ "Электроника С5-12" применяется в ОМП в различных сочетаниях со следующими МФМ: дополнительное ОЗУ, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), плата расширения цифровых входов-выходов (ЦВВ), плата сопряжения с перфоратором ПЛ-80 (ПЛ-150) и фотосчитывателем с перфоленты FS-1501, плата сопряжения с телетайпом РТА-6 (Т-63), плата управления видеоконтрольным устройством (ВКУ) "Квант" и др.

Наличие у микро-ЭВМ "Электроника С5-12" МФМ позволяет подбирать их в необходимом сочетании для различных ОМП без значительных затрат времени на разработку комплексов ОМП — микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и иметь минимальную избыточность цифровой аппаратуры в оптических комплексах. Связь указанных МФМ с микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и между собой осуществляется посредством проводов без применения устройств согласования.

Во многих оптических приборах имеются электромеханические узлы (столики микроскопов, измерительные пиннолы, монохроматоры на базе поворотной дифракционной решетки и др.), управление которыми не требует высокого быстродействия микро-ЭВМ. Это позволяет применять "Электронику С5-12" без аппаратного повышения ее быстродействия. Микро-ЭВМ "Электроника С5-12" может работать с двойной длиной слов (2 × 16 двоичных разрядов), что вполне достаточно для современных ОМП.

Для ОМП, нуждающихся в скорости выполнения более 5000 операций/с, целесообразно использовать модель "Электроника С5-21", математическое обеспечение которой совместимо с моделью "Электроника С5-12".

С целью сокращения срока разработки комплексов ОМП — микро-ЭВМ "Электроника С5-12" желательно иметь ОМП, уже оснащенный цифровым управляющим вычислительным устройством, выполненным на жесткой ТТЛ-логике. Наличие в ОМП таких цифровых узлов, как ЦАП, АЦП, преобразователи угол-код, приводы на шаговых двигателях, цифровое табло, клавиатура ввода исходных данных, облегчает разработку линий электрических связей ОМП с микро-ЭВМ.

В настоящее время микро-ЭВМ "Электроника С5-12" работает в составе спектрофотометров СФ-39 и СФ-21, длиномеров ИЗВ-4 и ИЗГ-4 и световых сканирующих микроскопов УМСМ. Перечень цифрового оборудования, входящего в эти ОМП, представлен в таблице. Оборудование разделено на три группы: оборудование, поставляемое заводом-изготовителем микро-ЭВМ и МФМ; оборудование, разрабатываемое и изготовляемое оптическим предприятием; периферийные устройства. По таблице можно проследить степень повторяемости одинакового оборудования в различных ОМП и соотношение объемов цифрового оборудования первой и

второй групп. Габариты МФМ и ТЭЗ одинаковы, что дает возможность устанавливать их в общий каркас.

Состав цифрового оборудования комплексов ОМП — микро-ЭВМ "Электроника С5-12"

Цифровое оборудование	Спектрофотометры		Длинномеры		Световой сканирующий микроскоп УМСМ
	СФ-39	СФ-21	ИЗВ-4	ИЗГ-4	
1					
Микро-ЭВМ "Электроника С5-12"	*	*	*	*	*
ЦВВ	*	*	*	*	*
АЦП	*	*	*	*	*
Плата телетайпа	*	*	*	*	*
Плата перфоратора и фотосчитывателя	*	*	*	*	*
Плата дисплея	*	*	*	*	*
Дополнительное ОЗУ	*	*	*	*	*
2					
Блок питания	*	*	*	*	*
ЦАП	*	*	*	*	*
ТЭЗ — Клавиатура ввода	*	*	*	*	*
ТЭЗ — Цифровая индикация	*	*	*	*	*
ТЭЗ — Коммутатор шаговых двигателей	*	*	*	*	*
ТЭЗ — Преобразователь угол-код	*	*	*	*	*
ТЭЗ — Лatchик линейных перемещений	*	*	*	*	*
3					
Телетайп Т-83	*	*	*	*	*
Перфоратор ПЛ-150	*	*	*	*	*
Самостоятель АКС-4	*	*	*	*	*
ВКУ "Квант"	*	*	*	*	*

Использование микро-ЭВМ в ОМП позволяет:

- расширить функциональные возможности и область применения приборов;
- повысить степень автоматизации работы и производительность;
- улучшить технические характеристики;
- увеличить надежность работы;
- автоматизировать поиск неисправностей узлов ОМП;
- осуществить первичную обработку и обеспечить выход на ЭВМ общего назначения для вторичной обработки информации;
- унифицировать цифровую аппаратуру для различных ОМП благодаря программной реализации задач.

Статья поступила 21 июня 1979 г.

•ЭП•



РЕКЛАМА

НОВАЯ КНИГА

МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5" И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

М. П. Гальперин, В. Я. Кузнецов,
Ю. А. Маслеников и др.

Под ред. В. М. Пролейко: — Советское радио, 1980 (IV кв.)

Описываются принцип построения, технологическое и программное обеспечение семейства отечественных микро-ЭВМ "Электроника С5". Анализируются пути решения вопросов, возникающих при применении микро-ЭВМ в аппаратуре, приборах и системах управления; даны практические рекомендации и примеры использования микро-ЭВМ семейства "Электроника С5".

Для специалистов, занимающихся разработкой и внедрением вычислительной техники.

« ЭЛЕКТРОНИКА П5-ППЗУ »

ОДНОПЛАТНЫЙ МОДУЛЬ ПЕРЕПРОГРАММИРУЕМОГО ПЗУ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СМЕНОЙ ИНФОРМАЦИИ



- Используется совместно с микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" в качестве внешней постоянной памяти.
- Позволяет реализовать целевые программы с изменяемыми параметрами.
- Полностью заменяет внутреннее ПЗУ микро-ЭВМ.
- Допускает многократную перезапись целевых программ.
- Может служить отладочным средством для целевых программ микро-ЭВМ.
- Расширяет сферу применения микро-ЭВМ семейства "Электроника С5".
- Позволяет проводить оперативную переориентацию программ целевого назначения.
- Обеспечивает большой экономический эффект.
- Выполнен на базе микросхем К558РЕ11 и подключается к микро-ЭВМ посредством соединительного кабеля.

Информационная емкость	1024x16 бит
Режим работы	"Стирание", "Запись", "Считывание", "Хранение информации"
Цикл обращения в режиме считывания	≥ 10 мкс
Время выборки информации	≤ 5 мкс
Длительность хранения информации при отключенном питании	2000 ч
Число циклов перезаписи	$\geq 10^4$
Напряжение питания	+5В $\pm 10\%$, +24В $\pm 5\%$, -12В $\pm 10\%$

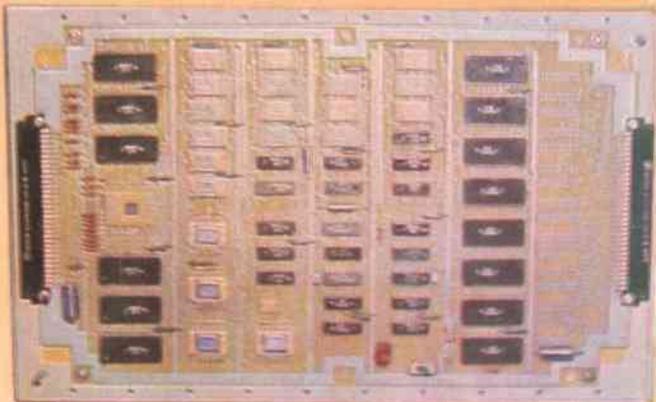
Потребляемая мощность	
в режиме работы с микро-ЭВМ	≤ 5 Вт
в режиме запись-стирание	≤ 2 Вт
Габариты	300x188x30 мм
Смену информации рекомендуется производить на устройстве "Электроника П5-ЗП ППЗУ".	

В. В. АНДРЕЕВ, А. А. БАДАЛЯН, Н. Ш. ВАРТАНЯН, Б. М. ДОМБАЯН, В. В. МЕЛКОНЯН

МИКРО-ЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-03Т»



Применяется в системах управления технологическими процессами, измерительным и контрольно-испытательным оборудованием, для сбора и предварительной обработки данных в информационно-поисковых комплексах, для решения инженерных вычислительных задач, а также в качестве периферийных программируемых контроллеров терминалов в вычислительных комплексах.



Процессор

Разрядность	16 бит
Быстродействие типа регистр-регистр в однопроцессорном варианте	> 100 тыс. операций/с
в двухпроцессорном	> 160 тыс. операций/с
Быстродействие типа регистр-память в однопроцессорном варианте	50 тыс. операций/с
в двухпроцессорном	80 тыс. операций/с
Число команд, различаемых по коду операций и виду адресации	190
Число приоритетных уровней прерывания (глубина прерывания ограничена только объемом памяти, отводимым для стека)	8
Время реакции на прерывание	25 мкс
Число регистров пользователя	4

Модуль памяти

Объем	32 К
при подключении дополнительных модулей	128 К

Объем программы	короткая, относительная, непосредственная через регистр, стековая
Область данных (относительно базы данных)	короткая в нулевой странице, непосредственная через регистр с инкрементом и декрементом, с индексированием

Интерфейс

(совместим с интерфейсом ряда СМ ЭВМ)

Быстродействие обмена по интерфейсу	100 тыс. слов (два байта)
-------------------------------------	---------------------------

Типы модулей микро-ЭВМ

- ПРЦ1, ПРЦ2 — процессоры
- ПУ1, ПУ2 — модули взаимодействия с пультом управления
- АТ — модуль обслуживания запросов на пользование общей магистралью
- УМ — усилитель-согласователь интерфейса
- ОЗУ — модуль емкостью 2К, 4К, 8К слов
- КК — контроллер управления механизмом ЭПМ "Консул-260"
- КСП — контроллер управления механизмами ПЛ-150 и FS-1501
- ПВВ — контроллер управления алфавитно-цифровым дисплеем

"Видеотон 340"

- ВВ — программируемый интерфейс, 32 входа и 32 выхода
- БП — блок питания
- ППУ — пульт

Математическое обеспечение

- Кросс-система программирования, реализованная на БЭСМ-6
- Ассемблер
- Система отладки
- Редактор текста
- Библиотека стандартных программ
- Система контроля
- Перфоленточная операционная система:
 - управляющая программа;
 - загрузчик;
 - программа приема и анализа директив;
 - управление памятью;
 - управление вводом-выводом (физический уровень);
 - управление заданием;
 - связь с оператором;
 - логический уровень ввода-вывода

Пульт инженера-программиста

С пульта осуществляются следующие операции: включение и выключение питания, прямой доступ к памяти в режимах считывания и записи, считывания с индикацией регистров процессора, локомандное выполнение программы, останов автоматического выполнения программы, индикация ячейки памяти по набранному адресу в автоматическом режиме работы, начальная установка модулей ЭВМ, блокировка действия клавиш.

Дополнительные возможности

- Организация многопроцессорных и многомашинных комплексов, взаимодействующих по интерфейсу общей магистрали
- Подключение дополнительных блоков памяти
- Подключение дополнительных специализированных блоков

Общие данные

Потребляемая мощность	< 30 Вт
Питание	однофазная сеть, 220 В/50 Гц
Габариты каркаса	483x360x221 мм
Масса	< 28 кг

МИКРО-ЭВМ

«ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-03Д»

Применяется в системах управления технологическими процессами, измерительном и контрольно-испытательном оборудовании, для сбора и предварительной обработки данных в информационно-поисковых системах, в качестве инженерной машины, программируемого контроллера, в автономных системах управления и т.д.



Центральный процессор

Быстродействие:	
регистр-регистр	≥ 100 тыс. операций/с
регистр-память	≥ 50 тыс. операций/с
Разрядность слова	16 бит
Число регистров	9
в т.ч. пользователя	4
Число команд	190
Число способов адресации данных	6
программы	5
Прерывания внешние:	
число приоритетных уровней	1
число приоритетных позиций	< 16
Прерывания внутренние	4 типа
Время реакции на прерывание	25 мкс

Память

Объем модуля	8Кх16 бит
------------------------	-----------

Общий объем 32Кх16 бит*
(в одном корпусе с процессором)

Предусмотрена возможность подключения массовой памяти (в отдельном корпусе)

Модули микро-ЭВМ

- ПРЦ НЦ-03Д — процессор
 - Контроллеры:
 - КПМ — "Консул-260";
 - КПЛ — перфоленточные устройства ПЛ-150 и FS-1501 с прямым доступом в память;
 - КПИ — алфавитно-цифровой дисплей "Видеотон-340" и алфавитно-цифровое печатающее устройство
 - БП — встроенный блок питания
 - ОЗУ 8Кх16 бит
- В стадии освоения:
- АМ — адаптер универсальной системной магистрали
 - АМП — адаптер прямого доступа
 - КПД — контроллер гибкого диска
 - МТК — мультиплексор каналов связи
 - ПСР-161 — выносной пульт управления

* Модуль 32Кх16 бит — в стадии освоения.

Математическое обеспечение

- Кросс — система программирования на ЭВМ БЭСМ-6;
 - система архивации и редактирования;
 - макроассемблер;
 - интерпретатор системы команд;
 - система отладки
- Резидентная перфоленточная система:
 - редактор текста;
 - ассемблер;
 - система отладки;
 - система контроля;
 - операционная система;
 - библиотека стандартных программ;
 - набор вспомогательных программ

Общие сведения

Потребляемая мощность	≤ 85 Вт
Питание — однофазная сеть	220 В/50 Гц
Габариты:	
модуля	180х300 мм
корпуса микро-ЭВМ.	483х425х88 мм
	(8 модулей в корпусе)

НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ"

В СЛОЖНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

Н. М. Воробьев, Э. Е. Иванов, В. С. Кокорин,
Н. А. Смирнов, В. С. Травницкий

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ
СЕМЕЙСТВА

"ЭЛЕКТРОНИКА НЦ"

В СИСТЕМАХ
КОММУТАЦИИ
СООБЩЕНИЙ

УДК 681.3—181.4:621.394/.395

Системы коммутации сообщений предназначены для решения задач приема, обработки и передачи информации в узлах телеграфной и телефонной сети связи. Общая схема использования центра коммутации сообщений (ЦКС) приведена на рис. 1. Здесь ЦКС представлен как система, расположенная в пункте связи с входящими и исходящими каналами. Единицей информации для ЦКС служит сообщение—массив знаков определенной структуры (формата). Согласно формату, принятому в сети связи гражданской авиации, сообщение имеет начало, заголовок, текст и окончание. Обработка заключается в анализе заголовка. Скорость передачи сообщений по телеграфному каналу равна 50 бод, по телефонному 1200 ÷ 4800 бод. Средняя длина сообщения составляет около 300 знаков. Возможны длинные сообщения до 2000 знаков.

Весь круг задач ЦКС можно разбить на 4 группы:

1. Основные целевые задачи ЦКС.
2. Задачи, решение которых способствует выполнению основных целевых задач с учетом особенностей реальной сети связи.
3. Задачи управления функционированием ЦКС.
4. Задачи контроля сбоев и отказов оборудования ЦКС.

К задачам первой группы относятся:

- прием информации, непрерывно поступающей по входящим каналам, и накопление сообщений;
- обработка и маршрутизация принятых сообщений;
- преобразование кодов и форматов сообщений при наличии разнородных каналов связи;



Рис. 1. Схема использования центра коммутации сообщений

— передача обработанных сообщений в исходящие каналы.

Алгоритмы перечисленных задач должны разрабатываться согласно соответствующим правилам и процедурам обмена.

Вторую группу составляют задачи:

- контроля правильности входящей и исходящей нумерации сообщений;
- формирования журнальных записей по каждому сообщению и архивное хранение журнала;
- оперативного хранения сообщений (оперативной архивации);
- суточной архивации;
- месячной архивации;
- обеспечения оперативной повторной передачи сообщений из архивов по внешним запросам;
- исправления искаженных сообщений;
- отображения состояния и загрузки каналов связи;
- сбора статистики.

Основной особенностью задач этой группы является необходимость хранения больших массивов информации с обеспечением достаточно быстрого доступа к любой ее части. Так, например, при нагрузке 1 сообщ/с объем суточного архива составляет 200 Мбит, а месячного — $6 \cdot 10^3$ Мбит.

Решение задач третьей группы представляет возможность оперативно управлять работой ЦКС, т.е. изменять конфигурацию системы, получать нужные справки о ее работе и т.п. К этим задачам в первую очередь относятся обработка и исполнение директив диспетчера.

Наконец, задачи четвертой группы обеспечивают контроль работоспособности аппаратуры ЦКС с выдачей сигналов в случае отказов и сбоев для принятия решений по обеспечению функционирования системы в данных условиях.

Из анализа описанных задач следует, что разработчики ЦКС должны обеспечить возможности выполнения системой больших объемов разнообразных вычислительных работ, сопряжения системы с телеграфными и телефонными каналами связи, документирования огромных объемов информации с возможностью достаточно быстрого доступа к ней, непрерывного функционирования системы при исключительно высоких требованиях к надежности работы и достоверности обработки информации, активного участия человека.

В основу дальнейшего рассмотрения может быть положена функциональная блок-схема ЦКС (рис. 2), позволяющая реализовать перечисленные требования.

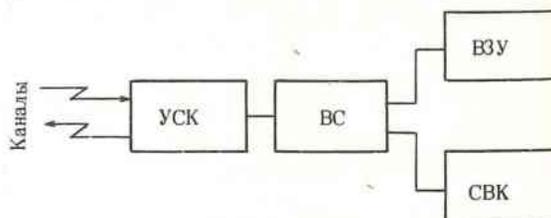


Рис. 2. Функциональная блок-схема ЦКС: ВС — вычислительные средства; УСК — устройство сопряжения ВС с каналами связи; ВЗУ — внешние запоминающие устройства; СВК — средства визуального контроля

В качестве основных вычислительных средств системы выбрана одна из моделей семейства микро-ЭВМ "Электроника НЦ". Средства визуального контроля являются основным элементом, обеспечивающим взаимодействие человека с системой. Для конкретизации структурной схемы ЦКС необходимо перейти к количественным оценкам возможности технической реализации тех или иных характеристик и требований.

Структура ЦКС. Каков подход к построению структуры ЦКС? Конечно, было бы весьма желательно, если бы удалось синтезировать оптимальную с точки зрения выбранных критериев структуру на основе некоторого формального математического аппарата, учитывающего реальные технические возможности. В методологическом аспекте ЦКС может быть отнесен к классу так называемых больших систем, теория которых бурно развивается в последние несколько лет. Однако, несмотря на достигнутые результаты, они имеют скорее методологическое значение и не дают конструктивного аппарата для получения конкретных структурных решений. Поэтому мы идем по пути выделения важнейших характеристик системы и их рационального обеспечения с помощью определенного набора функциональных аппаратно-программных модулей. При этом рациональность понимается в смысле минимальной функциональной избыточности семейства модулей, обеспечения рассматриваемые характеристики. Получаемые решения должны быть не очень далеки от оптимальных в смысле номенклатуры и общего объема аппаратных и программных средств при выбранной вычислительной базе.

Как выбрать указанные основные характеристики на фоне огромного разнообразия характеристик и требований к ЦКС? Основным критерием здесь должна служить техническая сложность обеспечения той или иной характеристики: чем выше сложность, тем важнее характеристика. Для ЦКС как системы массового обслуживания основными характеристиками являются следующие:

- критические интервалы обслуживания, превышение которых недопустимо или допустимо с весьма малыми вероятностями;
- пропускная способность;
- допустимые величины очередей заявок на обслуживание;
- величины допустимых пиковых нагрузок.

Наряду с указанными характеристиками следует также рассмотреть проблему обеспечения необходимой надежности и роль человека в процессе работы системы.

Критические интервалы обслуживания. ЦКС — система реального времени, но "реальность" эта на разных этапах обработки сообщений различна. Наибольшее значение здесь имеют этапы приема заказов из каналов и их передачи в каналы. Таким образом, для ЦКС проблема обеспечения критических интервалов оказывается тесно связанной с проблемой сопряжения каналов с используемыми вычислительными средствами. Рассмотрено два уровня сопряжения каналов с ЭВМ: "прямое" под-

ключение каналов к машине (уровень 1) и подключение через устройство сопряжения, самостоятельно формирующее знаки и пересылающее их в ЭВМ (уровень 2). В первом случае от ЭВМ требуется производительность порядка 4,6 тыс. операций/с на каждый 50-бодный канал; во втором — в 5 раз меньше. Микро-ЭВМ "Электроника НЦ" при уровне 1 может обслужить ~ 12 дуплексных телеграфных каналов, а при уровне 2 — около 60 таких каналов. Исходя из требований технического задания, нами принят уровень сопряжения 2.

Пропускная способность ЦКС. Разработанный ЦКС обеспечивает пропускную способность до 1 сообщ/с (до 86400 телеграмм в сутки). Число операций, необходимое для обработки одного сообщения в формате МГА, можно подсчитать по формуле

$$N_{\text{обр}} = 700 l + 6500,$$

где l — число блоков, на которые разбивается сообщение при его накоплении в ОЗУ [1]. При средней длине сообщения 300 знаков и размере блока 30 слов, $l = 10$. Тогда $N_{\text{обр}} = 13500$ операций, а скорость обработки сообщений процессором

$$\pi = \frac{60000}{13500} \approx 4,4 \text{ сообщ/с.}$$

Поскольку обработка составляет около 20 % всего объема работы вычислительных средств ЦКС, реальная пропускная способность процессора $\pi \approx 0,9$ сообщ/с.

Таким образом, одна микро-ЭВМ не может обеспечить требуемой пропускной способности, особенно с учетом необходимости получения определенного запаса. Тем самым обработку сообщений в ЦКС должны вести не менее двух микро-ЭВМ "Электроника НЦ".

Допустимые величины очередей заявок. В ЦКС обслуживаются очереди принимаемых сообщений, сообщений на обработку, на передачу, на архивацию. Наличие указанных очередей вызывает необходимость выделения соответствующих объемов оперативной памяти.

Оценим объем памяти под принимаемые сообщения, если они целиком накапливаются в ОЗУ. Обозначим через p вероятность задействования данного канала по приему*. Тогда в случае независимости и однородности каналов, вероятность того, что прием будет вестись по k каналам одновременно составит [2]:

$$p(k) = p_k = \frac{c^k}{N} p^k (1 - p)^{N-k}, \quad (k = \overline{0, N}),$$

где N — общее число приемных каналов, подключенных в ЦКС. Очевидно, требуемый объем памяти

$$V_{\text{пр}}(k) = \sum_{i=1}^k L_i, \quad (i = \overline{1, N}),$$

где L_i — длина сообщения (в знаках или байтах),

* В технике связи эту величину часто называют "скважностью" канала.

принимаемого по i -му каналу. Длина сообщения, являясь случайной величиной, распределена по закону

$$w(L_i) = \frac{1}{L_{\text{ср}}} \exp(-L_i / L_{\text{ср}}),$$

где $L_{\text{ср}} = 300$ зн — средняя длина сообщения. Функция распределения суммарной длины принимаемых по k каналам сообщений имеет вид

$$w_k(L_{\text{пр}}) = \frac{\alpha^k L_{\text{пр}}^{k-1}}{(k-1)!} \exp(-\alpha L_{\text{пр}}), \quad \alpha = \frac{1}{L_{\text{ср}}},$$

а распределение безусловной суммарной длины всех принимаемых сообщений определяется выражением

$$w(L) = \sum_{k=0}^N c_N^k p^k (1-p)^{N-k} \frac{\alpha^k L^{k-1}}{(k-1)!} \exp(-\alpha L).$$

При достаточно большом числе каналов ($N > 20$) функцию $w(L)$ можно аппроксимировать нормальным законом. Тогда для располагаемого объема оперативной памяти $V_{\text{пр}}$ получается выражение

$$V_{\text{пр}} = pNL_{\text{ср}} + \Phi^{-1}(1 - 2P_{\text{отк}}) \sqrt{2pN(1-p)L_{\text{ср}}},$$

где $P_{\text{отк}}$ — вероятность отказа от приема сообщения из-за нехватки памяти; $\Phi^{-1}(\dots)$ — функция Лапласа [2]. В табл. 1 показана зависимость величины необходимого объема памяти от числа приемных каналов при скважности $p = 0,5$ и вероятности отказа $P = 10^{-3}$.

Таблица 1

N	30	48	64	128	256
$V_{\text{ОЗУ}}$ байт	7100	10400	13300	24500	46000

Аналогичным образом могут быть оценены объемы ОЗУ, зарезервированные под очереди на обработку, передачу и архивацию. Аналитические оценки, подтвержденные моделированием, показали, что при 32 дуплексных каналах для обеспечения вероятностей отказа в постановке в очередь P , равных 10^{-4} , 10^{-6} и 10^{-8} требуются объемы оперативной памяти 35, 50 и 90 кбайт соответственно.

Пиковые нагрузки. При средней длине $L_{\text{ср}} = 300$ зн и скорости 50 бод одно сообщение будет приниматься около $t_{\text{пр}} = 45$ с. Следовательно, входной поток 32 телеграфных каналов при их полной непрерывной загрузке (скважность равна 1) составит

$$\pi_{\text{ср. max}} \frac{32}{45} \approx 0,71 \text{ сообщ/с,}$$

а с учетом реальной скважности $p \approx 0,8$

$$\pi_{\text{ср}} \approx 0,6 \text{ сообщ/с.}$$

Таким образом, рассматриваемое выше значение нагрузки $\pi = 1$ сообщ/с в 1,7 раза превышает среднюю нагрузку.

Однако, как показывает опыт, на отдельных интервалах в дневное время могут возникать нагрузки, превышающие средние в 2–3 раза. В теории систем массового обслуживания такие нагрузки называются пиковыми. Они часто являются бичом систем реального времени, нарушая режим нормального функционирования системы вплоть до полного прекращения ее работы, поэтому и обеспечение работоспособности системы в условиях пиковых нагрузок представляет собой одну из важнейших задач разработки. В ЦКС влияние пиковых нагрузок может приводить к превышению критических времен обработки, а также к резкому увеличению очередей на разных этапах обработки.

Основными этапами обработки потока сообщений являются прием-передача информации каналов, обработка ее вычислительными средствами и архивация. Как отмечалось, прием и передача информации в ЦКС — самые ответственные этапы в смысле недопустимости превышения некоторых достаточно малых критических значений времен обслуживания. Исходя из этого, было принято решение ввести в структуру ЦКС специальную аппаратуру сопряжения, реализующую обмен с вычислительными средствами на уровне знаков и обеспечивающую необходимые времена обработки при любой загрузке каналов связи. При архивации сообщений проблемы пиковых нагрузок практически не возникает. В самом деле, минимальные скорости обмена внешних накопителей (например, дисков, лент) составляют не менее нескольких десятков кбайт в секунду, а поток архивуемых сообщений даже при их максимальной длине $L_{\text{max}} = 2000$ знаков и 5-кратной перегрузке

равен не более 10 кбайт/с*. Этап обработки сообщений требует более внимательного рассмотрения. Выше было показано, что на этом этапе пропускная способность одной микро-ЭВМ "Электроника НЦ" составляет около 0,9 сообщ/с, поэтому принято решение использовать для обработки две микро-ЭВМ. Изучим характеристики обслуживания на этапе обработки при перегрузках. Предположим, что до момента t_0 нагрузка равнялась средней величине $\pi_1 = 0,6$ сообщ/с, а в момент t_0 произошло резкое увеличение нагрузки. До момента t_0 средняя величина очереди на обработку определяется выражением [2]

$$n_{\text{ср}} = \rho / (1 - \rho),$$

где коэффициент нагрузки $\rho = r_{\text{обсл}} / r_{\text{пост}}$ — отношение среднего времени обработки одного со-

* При $L_{\text{max}} = 2000$ зн рассматриваемая сеть из 32 каналов практически не может давать таких перегрузок, т.е. оценка потока существенно завышена.

общения к среднему интервалу поступления сообщений. До момента t_0

$$\rho_1 = \frac{0,6 \text{ сообщ/с}}{2,0,9 \text{ сообщ/с}} \approx 0,35$$

и средняя величина очереди

$$n_1 = \frac{0,35}{0,65} < 1 \text{ (сообщ.)}$$

При $\rho < 1$ в стационарном режиме очередь всегда ограничена, но при $\rho = 1$ длина очереди $n_{\text{ср}} \rightarrow \infty$. Это свидетельствует о том, что при нагрузках, равных обслуживающим возможностям системы или превышающих их, очередь на обслуживание неограниченно возрастает. Закон возрастания очереди имеет вид [3]

$$n(t) = n_1 + \frac{\rho - 1}{\tau_{\text{обсл}}} t, \quad t \geq t_0,$$

где n_1 — длина очереди до момента t_0 , $\rho > 1$ — новый коэффициент нагрузки; $\tau_{\text{обсл}}$ — время обработки одного сообщения. С учетом сказанного о величине пиковой нагрузки и необходимого запаса примем $\pi_{\text{пик}} = 2$ сообщ/с. Тогда пиковый коэффициент нагрузки $\rho_2 \approx 1,1$.

Таблица 2

$t - t_0$, мин	5	10	15	20	25	30
$V_{\text{ОЗУ}}$, кбайт	23	46	69	92	115	138

Табл. 2 иллюстрирует зависимость объема памяти, необходимой для хранения нарастающей очереди необработанных сообщений, от времени после момента возникновения пиковой нагрузки. Если принять объем ОЗУ равным 128 кбайт (максимальный объем, адресуемый ЭВМ непосредственно) и учесть, что объем программ должен составить не менее 80 кбайт, то свободного объема 48 кбайт хватит для очередей примерно на 10 мин. С учетом очередей на передачу эта цифра будет существенно меньше, поэтому указанный объем памяти явно недостаточен. В существующих ЦКС обычным решением рассматриваемой проблемы является использование внешней памяти для сброса очередей в интервалах пиковых нагрузок. Однако такое решение имеет два существенных недостатка:

1. Внешние накопители гораздо менее надежны, чем современные ОЗУ. Поскольку необработанные сообщения еще не задокументированы в системе (это можно сделать только при обработке), то искажения и порча их при записи и повторном считывании с внешних устройств увеличивают вероятность потери сообщений системой.

2. Организация сбросов и последующий ввод сброшенных сообщений сильно усложняют программное обеспечение ЦКС.

Кардинальным решением проблемы пиковых очередей, свободным от этих недостатков, является использование расширенной оперативной памяти (РОЗУ). Объем этой памяти определяется необходимостью обеспечения быстрого доступа к архивируемой информации с целью повторения определенных сообщений по внешним запросам. Как показывает реальная статистика запросов, их подавляющее число приходится на 30-, 40-минутную предысторию. Таким образом, основное требование к РОЗУ — обеспечить хранение указанной предыстории обработанных сообщений. При средней нагрузке, равной 0,6 сообщ/с, и времени хранения $T_{\text{арх}} = 40$ мин требуемый объем РОЗУ $V_0 = 430$ кбайт. С учетом объема программного обеспечения $V_{\text{РОЗУ}} = 512$ кбайт.

Рассмотрим, как будет вести себя система с РОЗУ при перегрузках. Модель этапа обработки приведена на рис. 3. Здесь v_2 — поток, отвечающий пиковой нагрузке с интенсивностью $\pi_2 = 2$ сообщ/с; v_0 — поток обработанных сообщений, интенсивность которого π_0 соответствует возможностям двух микро-ЭВМ "Электроника НЦ", т.е. $\pi_0 = 2 \times 0,9 = 1,8$ сообщ/с; v_3 — поток необслуженных сообщений с интенсивностью $\pi_3 = \pi_2 - \pi_0$. Именно этот поток формирует очередь сообщений $n(t)$. Очевидно, с момента t_0 длительность хранящейся в ОЗУ предыстории $T_{\text{арх}}(t)$ будет сокращаться (рис. 4).

На участке от t_0 до $t_0 + t_2$ закон изменения $T_{\text{арх}}(t)$ имеет вид

$$T_{\text{арх}}(t) = T_0 - \frac{T_0 - T_2}{t_2} (t - t_0),$$

где $T_0 = V_0 / \pi_{\text{ср}} = 40$ мин — время хранения,



Рис. 3. Схема модели этапа обработки

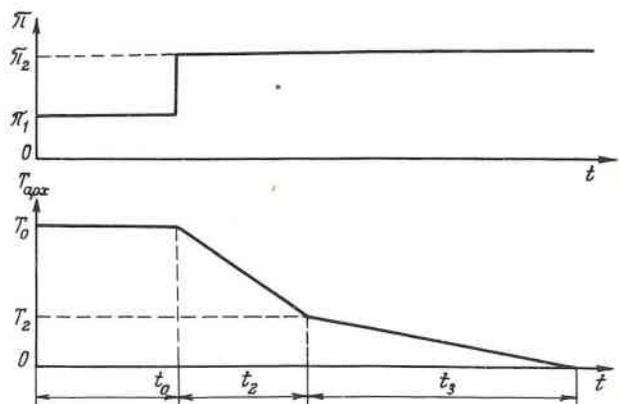


Рис. 4. Влияние пиковых нагрузок на длительность хранимой предыстории

соответствующее средней нагрузке $\pi_{\text{ср}} = 0,6$ общ/с до момента t_0 ; $T_2 = t_2 = V_0 / \pi_2 L_0 \approx 12$ мин — время заполнения архива новыми сообщениями после момента t_0 .

Начиная с момента $t_0 + t_2$ до момента $t_0 + t_2 + t_3$ справедливо выражение

$$T_{\text{арх}}(t) = T_2 - \frac{T_2}{t_3}(t - t_0 - t_2),$$

где $t_3 = V_0 / (\pi_2 - \pi_0) L_0 \approx 120$ мин — время заполнения РОЗУ очередью необработанных сообщений. Очевидно, с момента $t_0 + t_2 + t_3$ архив обработанных сообщений будет отсутствовать.

Опыт работы ЦКС показывает, что система определенное время (7–10 мин) может достаточно удовлетворительно работать с архивом. На основании выражения для $T_{\text{арх}}(t)$ можно определить, что длительность хранимой предыстории уменьшится с 12 до 10 мин за время $\Delta t \approx 18$ мин, т. е., начиная с момента появления пиковой нагрузки в течение 30 мин ЦКС будет работать нормально без сбрасывания очередей необработанных сообщений во внешнюю память. Поскольку рассматриваемые пики нагрузки могут существовать всего несколько минут, наличие РОЗУ указанного объема эффективно решает задачу борьбы с перегрузками ЦКС.

Надежность и достоверность. ЦКС должен удовлетворять исключительно высоким требованиям по надежности работы и достоверности обработки информации. Такие характеристики можно

получить лишь при высокой надежности отдельных компонент структуры ЦКС и глубоком резервировании аппаратных средств.

Принятый вариант структуры ЦКС приведен на рис. 5. Как видно из рисунка, ЦКС фактически состоит из двух параллельно работающих подсистем (полукомплектов), каждая из которых может решать все целевые задачи ЦКС.

Каждый полукомплект включает две микро-ЭВМ "Электроника НЦ", мультиплексор каналов связи, расширенную оперативную память, запоминающие устройства на магнитных лентах (НМЛ). Мультиплексоры каналов связи подключаются к каналам через блоки электрического сопряжения. Расширение адресного пространства ОЗУ обеспечивается с помощью введения дополнительных регистров старших разрядов. Для повышения эффективности взаимодействия микро-ЭВМ в полукомплектах реализовано независимое двухходовое управление каждым блоком РОЗУ. Связь полукомплектов осуществляется прямым взаимодействием процессоров с помощью специальных адаптеров.

Для ввода директив диспетчера ЦКС служат телетайпы ТТ-63 и видеотоны VT-340. Последние используются также для отображения состояния аппаратуры ЦКС.

Реконфигурационные свойства структуры обеспечиваются прежде всего возможностью автоматического переключения полукомплектов в случае выхода из строя одного из них. Кроме того, возможна автоматическая замена любого процессора одного полукомплекта любым процессором друго-

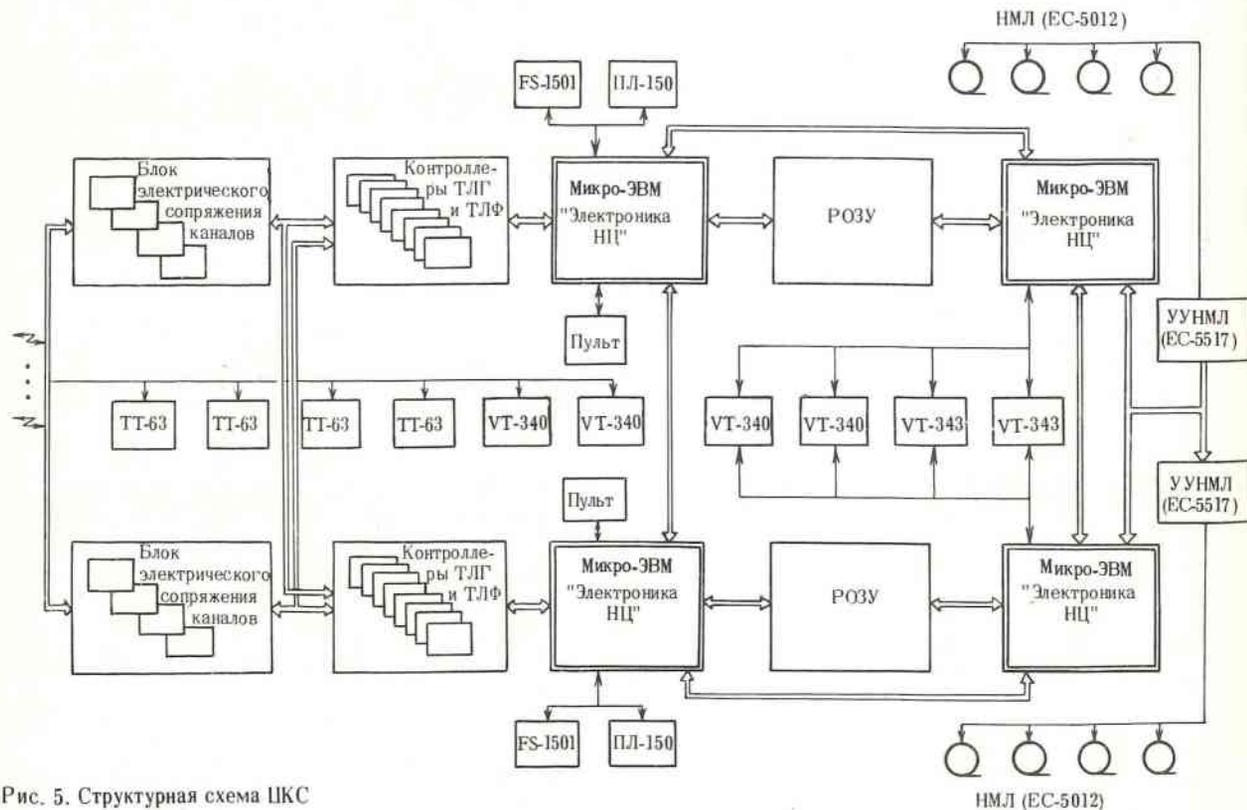


Рис. 5. Структурная схема ЦКС

го, а также переключение внешних устройств на вход любого процессора.

В процессе функционирования ЦКС диспетчеру приходится, во-первых, следить за работой системы и принимать решения в сложных ситуациях, во-вторых, заниматься исправлением поступающих искаженных сообщений. Первая задача может быть решена классическими средствами обеспечения диалога "человек - ЭВМ", а вторая имеет определенную специфику. Искажения сообщений в сети связи чаще всего происходят из-за ошибок ручного телеграфирования и ручной обработки, или за счет искажений в линиях связи. Часть ошибок может быть устранена автоматически, однако значительное их число остается и для исправления требуется вмешательства человека. В настоящее время основным средством, служащим указанной цели, являются алфавитно-цифровые дисплеи.

Предположим, что исправление сообщений осуществляется операторами с помощью N независимо работающих алфавитно-цифровых дисплеев.

При малом числе дисплеев процедура исправления с отказами (если все дисплеи заняты, заявка удаляется из системы) обеспечивает характеристики, не слишком критичные как к интенсивности входного потока сообщений, так и к скорости исправления сообщений оператором. Например, при $N = 1$, возрастании потока искаженных сообщений в 2 раза и уменьшении времени исправления в 1,5 раза вероятность отказов увеличивается всего на 10-16 %.

Анализ "безотказной" процедуры исправления (если все дисплеи заняты, искаженное сообщение ставится в очередь) показал, что очередь сообщений, ожидающих исправления, может неограниченно возрастать при средней квалификации операторов ЦКС и числе дисплеев менее 2.

С учетом особенностей рассмотренных режимов выбран смешанный режим: обслуживание ведется с отказами, однако существует некоторое число мест "ожидания", определяемое размером отводимой для этого памяти. В таком случае преимущества метода с отказами становятся более ощутимыми. Расчеты показывают, что при двух дисплеях и буферной памяти объемом 1500 байт (в среднем на 5 сообщений) даже при пиковой нагрузке с интенсивностью 2 сообщ/с вероятность отказа не превышает 0,1. Режим исправления с отказами полезен и для дисциплинирования абонентов ЦКС.

Описанная структура ЦКС, обоснованная и построенная с применением микропроцессорных средств, является весьма гибкой, обеспечивает высокую надежность и адаптацию системы в условиях перегрузок, допускает модульное наращивание при увеличении числа и типов обслуживаемых каналов. Использование в структуре расширенной оперативной памяти РОЗУ создает необходимые предпосылки для упрощения программного обеспечения и ускорения сроков разработки системы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базилевич Е.В., Прамнэк Г.Ф. Системы автоматической коммутации сообщений. - М.: Связь, 1972.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Физматгиз, 1962.
3. Кокс Д., Смит У. Теория очередей. - М.: Мир, 1966.

Статья поступила 24 июля 1979 г.

И.В. Городецкий, Л.П. Дорофеева, А.В. Яковлев

МИКРО-ЭВМ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ АСУ

УДК 681.3.06

Особенности задач, решаемых АСУ сложным, состоящим из нескольких подсистем, комплексом, определяют требования к параметрам микро-ЭВМ системы. В свою очередь, в каждую подсистему входит большое число абонентов, взаимодействие которых синхронизируется службой единого времени. Подсистемы обмениваются информацией между собой, а также комплексом, находящимся на более высокой ступени иерархии.

АСУ подсистемы должна обеспечивать:

- решение вычислительных и управляющих задач, которые находятся в следующем соотношении: 50% составляют вычислительные задачи, в том числе 30% - операции с фиксированной запятой и 20% - операции с плавающей запятой и 50% - задачи управления;
- обработку информации по отдельным алгоритмам с возможностью представления чисел в диапазоне: $-10 \cdot 10^7 \leq 10^n \cdot M \leq 1 \cdot 10^7$, где n - порядок $-14 \leq n \leq 7$; M - мантисса $-10^{10} \leq M \leq 10^{10}$ при точности вычислений, составляющей 10^{-8} % относительно максимального значения;
- обмен информацией с большим числом регистровых абонентов;
- работу в реальном масштабе времени;
- высокую надежность выполнения задач управления;
- эффективность проведения стыковок аппаратуры подсистем и комплекса благодаря автоматизации процедуры функциональных стыковок;
- удобство отладки и корректировки программ.

ЭВМ АСУ должны отвечать требованиям, которые кратко сводятся к следующему:

- наличие целочисленной арифметики (быстро-

действие — 10^5 операций/с) и арифметики с плавающей запятой (быстродействие — $20 \cdot 10^3$ операций/с);

- объем ОЗУ — 10^5 бит;
- возможность работы со словами, битами, байтами, двойными словами;
- возможность пословного обмена информацией с большим числом абонентов;
- способность принимать от абонентов и обрабатывать до 64 запросов на прерывание программы;
- способность к комплексированию.

До появления 16-разрядных микро-ЭВМ разработчики АСУ сложными комплексами вынуждены были использовать в контуре управления универсальные ЭВМ, поскольку точности вычислений и быстродействия управляющих мини-ЭВМ было недостаточно для решения задач управления. По ряду технических и технико-экономических параметров, например, надежности, потребляемой мощности, занимаемой площади, стоимости, универсальные ЭВМ не удовлетворяли разработчиков. Задачи АСУ подсистемы можно было решить на модели среднего класса ЕС ЭВМ. Но использование ЭВМ из серии ЕС в АСУ подсистемы осложняется тем, что в системе команд ЕС нет операций над битами, и для того, чтобы выделить 1 бит в слове, полученном от абонента, требуется выполнить несколько команд, что приводит к непроизводительным затратам времени и памяти. Кроме того, обмен по селекторному или мультиплексному каналу производится массивами информации, поэтому при необходимости обмена одним словом приходится тратить много времени. Особенно неудобно организовывать связь с регистровыми абонентами при возникновении некорректных ситуаций.

Из-за большой стоимости универсальных ЭВМ АСУ строили по принципу централизации. При этом вся информация, подлежащая обработке, по системе цифрового обмена передавалась в центральную ЭВМ, что приводило к усложнению математического и программно-алгоритмического обеспечения, увеличению потоков информации в контуре управления.

Развитие микропроцессорного направления позволило перейти от создания микро-ЭВМ с малой разрядной сеткой, т.е. ограниченным набором команд, к созданию 16-разрядных микро-ЭВМ с расширенным набором команд и быстродействием, сравнимым с быстродействием универсальных ЭВМ среднего класса.

Принцип "ЗМ" (модульность, магистральность, микропрограммирование), реализуемый в архитектуре выпускаемых серийно и разрабатываемых микро-ЭВМ, позволяет создавать программируемые средства вычислительной техники, проблемная ориентация которых достигается сменой программ.

Использование микро-ЭВМ в контуре управления сложным комплексом изменяет и расширяет его функциональные возможности по сравнению с организацией на универсальных ЭВМ. К преимуществам

такого комплекса относится возможность пословного обмена с регистрами-абонентами как с ячейками оперативной памяти, невысокая стоимость, малая потребляемая мощность, небольшие габариты, высокая надежность, наличие системы команд, ориентированной на решение задач управления, малый срок ввода в эксплуатацию.

Применение микро-ЭВМ позволяет строить вычислительные средства управления по принципу распределения вычислительных ресурсов, т.е. приближения их к потребителю при условии малой связности алгоритмов, реализуемых АСУ. Благодаря этому упрощается логика программно-алгоритмического обеспечения, уменьшаются потоки информации в контуре управления. Это в свою очередь сокращает сроки ввода в эксплуатацию сложных комплексов, а также дает возможность приступить к практическому решению вопроса создания комплексов, не требующих постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Требованиям программирования задач управления и вычислений наиболее полно отвечает одна из высокопроизводительных микро-ЭВМ семейства "Электроника НЦ". Быстродействия и емкости ОЗУ этой микро-ЭВМ достаточно для решения задач АСУ подсистемы. Разрядность АУ с фиксированной и плавающей запятой гарантирует заданную точность вычислений. Высокая пропускная способность магистрали позволяет проводить обмен со всеми абонентами подсистемы. Наличие в составе микро-ЭВМ контроллеров обмена с расширенным набором периферийных устройств создает удобные условия для программно-алгоритмического обеспечения.

С помощью этой микро-ЭВМ, имеющей удобную систему команд, можно решить широкий спектр как вычислительных задач, так и задач управления. Способность микро-ЭВМ к комплексированию позволяет создавать многомашинные АСУ.

Статья поступила 3 мая 1979 г.

·ЭП·



РЕКЛАМА

НОВАЯ КНИГА

АНАЛОГОВЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ И МИНИ-ЭВМ

П. Гарет

Пер. с англ. — М.: Мир, 1980, 13 л.

В простой, доступной и сжатой форме рассматриваются современные аппаратные средства и технические структуры аналоговых устройств и подсистем для сбора, предварительной обработки и ввода в микропроцессоры и мини-ЭВМ данных о параметрах технологических процессов, а также аппаратура связи в АСУ технологическими процессами и технические структуры локальных управляющих устройств на базе микропроцессоров. Значительное внимание уделено системотехническим вопросам.

С. Г. Догаев, А. А. Мозгин,
В. С. Петровский, С. Е. Потапов

ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-ОЗД"

УДК 681.3.06

Информационно-справочная система (ИСС) для сбора, редактирования, хранения, поиска и выдачи справочной информации небольшого объема реализована на базе микро-ЭВМ "Электроника НЦ-ОЗД" с использованием перфоленты для долговременного запоминания информации. Отсутствие внешних запоминающих устройств определило организацию всей ИСС в оперативной памяти.

Пользователь может удалять из библиотеки или включать в нее разделы по своему желанию. Когда раздел исключается из библиотеки, занимаемая им оперативная память освобождается и библиотека реорганизуется таким образом, чтобы вся свободная оперативная память была представлена одной сплошной зоной. Имеющийся на перфоленте раздел может быть введен в библиотеку, если его размер не превышает объема

ным и для вновь формируемого раздела выполняется автоматически, т.е. новый раздел всегда формируется в конце библиотеки.

В режиме редактирования выполняется модификация содержимого раздела и вывод его на перфоленту. Переход к редактированию следующего раздела возможен только через режим просмотра.

Переход в режим ввода информации выполняется из режима редактирования. В этом режиме по определенным правилам формируются кадры раздела. По окончании ввода кадра ИСС переходит в режим редактирования.

Рассмотренная ИСС использовалась для выдачи справочных данных участникам различных конференций. Дальнейшее развитие ИСС связано с введением в нее накопителей на магнитных лентах и дисках для увеличения объема хранимой справочной информации, уменьшения времени ответа системы и расширения ее функциональных возможностей, в частности использования речевого ввода команд.

Статья поступила 16 апреля 1979 г.



Структура информационных массивов

Основной единицей информации в ИСС является раздел, состоящий из кадров. Размер раздела и число кадров в нем ограничиваются объемом оперативной памяти. Раздел занимает сплошную зону в памяти и может быть выведен на перфорационную ленту. Совокупность разделов образует библиотеку с оглавлением, состоящим из организованных в список описателей разделов. В описателе содержится информация о размере, числе кадров и местоположении раздела.

Информационные массивы ИСС образуют древовидную структуру, в вершине которой расположено оглавление библиотеки, на втором уровне — оглавление разделов, на третьем — кадры разделов, представляющие терминальные вершины структуры (см. рисунок). Каждому разделу, присутствующему в оперативной памяти, и кадрам одного раздела присвоены определенные номера. Размер кадра раздела не ограничен, однако в зависимости от используемого для общения с системой терминала имеет смысл его ограничивать. Например, при работе с дисплеем размер кадра может быть ограничен объемом экрана.

свободной оперативной памяти. Последний введенный с перфоленты или вновь набранный раздел включается в конец библиотеки и может модифицироваться.

Взаимодействие пользователя с ИСС осуществляется с помощью команд. В процессе взаимодействия ИСС может находиться в одном из трех режимов: просмотр, редактирование и ввод новой информации.

В режиме просмотра пользователь может организовать библиотеку, модифицировать ее, открыть для просмотра нужный раздел и вывести на терминал содержимое любого кадра раздела. Просмотр кадров ведется как с указанием конкретного номера кадра, так и в режиме автоматического вывода содержимого кадров, когда на терминал последовательно выводятся кадры раздела через заданный промежуток времени.

Формирование раздела выполняется в режиме редактирования, переход к которому осуществляется из режима просмотра. Редактировать можно только последний введенный в библиотеку раздел. Это условие является обязатель-



НОВАЯ КНИГА

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ

И. В. Прангишвили, Г. Г. Стецюра

М.: Наука, 1980, 15 л.

Книга посвящена принципам построения мультипроцессорных сосредоточенных и распределенных систем управления. Рассмотрены особенности децентрализованных систем с распределенной архитектурой, указаны целесообразные области их применения, приведены примеры построения АСУ на базе микро-ЭВМ и микроконтроллеров. Дан обзор зарубежных вычислительных систем. Большое внимание уделено взаимодействию микропроцессорных моделей в системах обработки данных и возможностям параллельных вычислений.

Книга предназначена для специалистов в области вычислительной техники и систем управления.

« ЭЛЕКТРОНИКА 60 »

Предназначена для использования в системах, работающих в режиме реального масштаба времени.

Применяется в оборудовании для управления производством и технологическими процессами, решения экономико-статистических, технических, организационных и других задач.

Малые размеры и небольшая потребляемая мощность при достаточно высоком быстродействии и развитой системе команд позволяют использовать ее в качестве встраиваемого блока в оборудовании различного назначения.

Модель программно совместима с мини-ЭВМ "Электроника 100/16И", М-400, СМ-3, СМ-4. Укомплектованная источником питания и устройствами ввода-вывода, она является самостоятельной системой.

Микро-ЭВМ "Электроника 60" построена на основе микропроцессорного набора из четырех n-канальных МДП БИС с поликремниевыми затворами. Состоит из функционально законченных модулей, выполненных на отдельных платах и соединенных единым каналом.



Система "Электроника 60"

Микропроцессор

Система команд включает в себя без адресные, одноадресные и дваадресные команды с возможностью обработки байтов. Обеспечен прямой доступ к памяти.

Разрядность для чисел	
и команд	16 бит
Быстродействие	250 тыс. операций типа "регистр-регистр" в секунду
Число регистров общего назначения	8
Прерывание программы	векторное

Модуль памяти

Полупроводниковое динамическое ОЗУ. Регенерация осуществляется под управлением микропроцессора.

Объем	8 К
при подключении дополнительных модулей	56 К
Число способов адресации	8
Время выборки основной памяти	≤ 0,7 мкс
Длительность цикла регенерации	≤ 1,8 мкс
Период регенерации	2 мс

Модуль управления внешними устройствами

Число устройств, подключаемых к каналу	17
--	----

Модуль параллельного интерфейса

Позволяет подключать к микро-ЭВМ устройства параллельного действия и вести обмен информацией с использованием средств прерывания программы с максимальной скоростью 90К слов/с.

Все модули объединены в единый конструктивный блок и работают от источников постоянного напряжения +5 и +12 В. Размеры блока без источника питания 340x325x85 мм. Перфоленточная система математического обеспечения включает в себя ассемблер, БЭЙСИК, стандартные и вспомогательные программы.

НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА 60"

В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

В. В. Ефимов, Б. Н. Махалин,
А. Г. Хоботов, В. М. Хромов

**СИСТЕМА
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ НА БАЗЕ
ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА 60"**

удк 681.3

Одним из направлений совершенствования средств контроля является создание автоматизированных систем тестового диагностирования*. На объект контроля (печатный узел) в таких системах подаются специально организуемые тестовые воздействия, позволяющие не только обнаружить неисправность (контроль в терминах "годен-брак"), но и диагностировать вид и место неисправности с максимально возможной точностью.

Применение микро-ЭВМ в системах тестового диагностирования дает возможность сделать их более компактными и пригодными для работы в условиях производства без ограничения функциональных возможностей. Большое распространение подобные системы получают при контроле и поиске неисправностей цифровых печатных узлов в условиях серийного производства. Автоматизированные системы тестового диагностирования позволяют значительно снизить трудоемкость обнаружения неисправностей благодаря сокращению времени их поиска, а также снизить себестоимость операции за счет экономии дорогостоящих элементов при ремонте.

Основной принцип функционирования систем диагностирования заключается в организованном построении некоторого набора тестов, представляющих собой упорядоченные входные и соответствующие им выходные кодовые комбинации, хранящиеся в закодированном виде в ОЗУ управляющей ЭВМ. ЭВМ в соответствии с заданной программой обеспечивает передачу входных кодовых комбинаций на проверяемый печатный узел через блок функционального тестирования (БФТ) и анализ результатов сравнения с выходными кодовыми комбинациями. По результатам сравнения определяется годность проверяемого печатного узла и точное местонахождение неисправности. Последнее в большинстве систем диагностирования локализуется оператором с помощью логического пробника.

В реализованной системе диагностирования печатных узлов в качестве управляющей ЭВМ

применена микро-ЭВМ "Электроника 60", которая связана с БФТ через стандартное устройство параллельного обмена, входящее в состав ЭВМ. Регистры ввода и вывода выполняют функции синхронизации и хранения передаваемых в ЭВМ и принимаемых от ЭВМ команд и данных (рис. 1). Логика управления контрольными точками (т.е. точками подключения к проверяемому печатному узлу) осуществляет настройку каждой точки на прием или передачу кодовых комбинаций и управляет работой компараторов. В компараторах происходит сравнение кодовых комбинаций, и при их несовпадении выдается сигнал на прерывание программы и передачу значений полученных откликов через регистр ввода в ЭВМ для последующего анализа с целью определения места неисправности. Приемно-передающий буфер обеспечивает передачу кодовых комбинаций через релейную матрицу адаптера на проверяемый печатный узел и прием откликов от него. Релейная матрица служит для передачи на некоторые контрольные точки напряжения питания от источника питания проверяемого печатного узла. Адаптер является коммутационным устройством, обеспечивающим связь системы с проверяемым печатным узлом. Его перекоммутация или замена позволяет проверять различные типы печатных узлов.

Программное обеспечение системы диагности-



Рис. 1. Структурная схема системы диагностирования печатных узлов

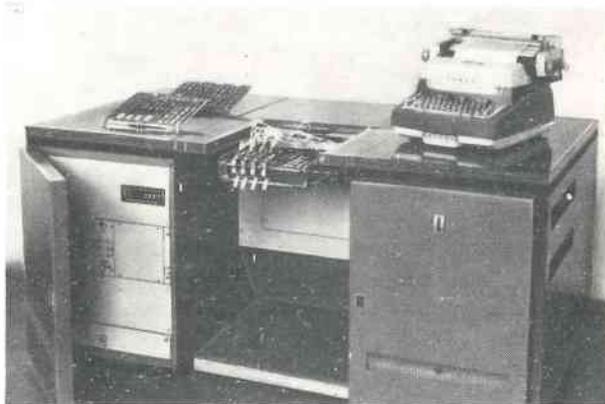


Рис. 2. Система диагностирования печатных узлов на базе ЭВМ "Электроника 60"

* Основы фактической диагностики. Книга I. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза / Под. ред. П.П. Пархоменко. М.: Советское радио, 1976, с. 462.

рования состоит из управляющей программы, реализующей передачу нужных кодовых комбинаций из массива тестов, анализ результатов сравнения и распечатку диагностической информации, а также из упорядоченного и строго организованного массива тестов в закодированном виде.

Система (рис. 2) позволяет контролировать обрывы и перемыкание цепей, правильность выполнения логических операций. Число контролируемых точек проверяемого печатного узла составляет не более 225. Период изменения кодовой комбинации на каждой контрольной точке равен 10 мкс, а время диагностирования печатного узла микро-

процессора с распечаткой данных составляет 10–15 мин.

Система диагностирования печатных узлов испытана в производственных условиях. Ее внедрение снижает трудоемкость операций контроля и поиска неисправностей в 8–10 раз, сокращает расход комплектующих, устраняет потери, вызываемые субъективными причинами, благодаря повышению достоверности контроля. Относительная простота построения системы и ее эксплуатационные возможности служат предпосылкой для широкого внедрения подобных систем диагностирования печатных узлов в условиях производства.

Статья поступила 3 апреля 1979 г.

А. И. Кальнин, А. Н. Мялик, В. И. Рыжов

МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА 60" В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК 681.3

Система предназначена для автоматического контроля функционирования в реальном масштабе времени сложных управляемых объектов с большим числом контролируемых параметров и высокоскоростными кодовыми каналами передачи информации. Процесс контроля характеризуется необходимостью выдачи на контролируемый объект широкой номенклатуры управляющих сигналов и кодовых сообщений с различными параметрами. Сложные функционально-логические связи между воздействиями на объект и его реакциями обуславливают необходимость ввода в систему для каждого конкретного типа контролируемого объекта большого объема структурно-организованных данных о функциональном построении объекта и принятой пользователем методике его контроля.

Требование унификации системы по отношению к широкому классу контролируемых объектов приводит к необходимости создания универсального программного обеспечения с тем, чтобы специфика каждого объекта и методики его контроля отражались только в вводимых в систему входных данных. С этой целью специальный язык описания входных данных синтаксически ориентирован на типовые структуры входных данных об объектах, а лексически — на терминологию пользователя системы, принятую в технической документации на объекты.

Система строится как иерархическая многоуровневая структура с поканальной организацией, каждый функциональный канал которой специализи-

руется на обмене определенным классом сигналов с контролируемым объектом. В качестве центральных вычислительных средств в системе используется микро-ЭВМ "Электроника 60" с устройствами ввода-вывода, связанная через магистральный расширитель и адаптеры связи с терминальными ЭВМ "Электроника 60", входящими в соответствующие функциональные каналы. В составе средств каждого функционального канала к терминальной ЭВМ через контроллер интерфейса подключаются функциональные модули, обеспечивающие преобразование заданного вида сигналов и коммутацию шин для обмена информацией между терминальными ЭВМ и объектом.

Для упрощения аппаратных средств функциональных модулей и контроллера между модулями и терминальными ЭВМ осуществляется обмен данными только с участием процессора, а для экономии ресурсов процессора центральной ЭВМ адаптер связи с терминальными ЭВМ предусматривает также возможность обмена данными и по прямому доступу.

В состав системы входят функциональные каналы:

- выдачи на объект аналоговых сигналов с постоянными и программно-изменяемыми параметрами;
- измерения параметров аналоговых контролируемых сигналов объекта;
- обнаружения изменения состояния двухпозиционных контролируемых сигналов;

— двухстороннего обмена с объектом кодовыми сообщениями с максимальной тактовой частотой, ограничиваемой быстродействием ЭВМ "Электроника 60";

— приема с объекта высокоскоростных потоков информации, организованной в виде непрерывной цепочки последовательных кодов.

Число однотипных каналов определяется спецификой контролируемого объекта. Компактная аппаратная реализация и высокое быстродействие ЭВМ "Электроника 60" позволяет сосредоточить в системе большие вычислительные мощности при сравнительно небольших габаритах. При этом обеспечиваются основные преимущества многомашинной иерархической структуры вычислительных средств в системе реального времени.

В случае отказа микро-ЭВМ вычислительные средства можно оперативно восстановить путем простой замены неисправной машины, аналогично замене функциональных модулей системы. При замене микро-ЭВМ в процессе контроля объекта необходимо восстановить в оперативной памяти программы и данные (константы и переменные), поэтому в составе парка ЗУ необходимо использовать накопитель на магнитных дисках для хранения банка данных и накопления переменных величин. Программное обеспечение системы должно содержать специальные программы для восстановления текущих значений переменных в оперативной памяти ЭВМ.

Статья поступила 3 мая 1979 г.

М. Н. Богданова, А. И. Кузнецов, В. И. Пелипенко,
В. В. Плотников, И. В. Штрах

МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА 60" В АВТОМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

УДК 681.3-181.48

Микро-ЭВМ "Электроника 60", допускающая непосредственную установку в различные локальные и распределенные системы сбора и обработки данных, имеющая развитое программное обеспечение, а также высокую надежность, обуславливает высокую эффективность систем автоматизации физического эксперимента. В данной работе рассматриваются система сбора и обработки данных, микропрограммное вычислительное устройство и автоматизированное рабочее место программиста.

Система сбора и обработки данных служит для обработки информации, получаемой с ИК-спектрометра высокого разрешения, основой которого является полупроводниковый лазер. Система состоит из двух независимых частей: микропроцессорной системы стабилизации частоты излучения лазера и собственно системы сбора и обработки информации на базе микро-ЭВМ. Система стабилизации частоты имеет самостоятельное значение и может использоваться при решении других задач.

Особенность полупроводникового лазера состоит в том, что частота излучения зависит от температуры, поэтому управление частотой сводится к управлению температурой. Точность ИК-спектрометра во многом определяется точностью стабилизации рабочей температуры лазера, которая лежит в пределах 20-300 К. Для этой цели служит система стабилизации температуры, в состав которой входят аналоговый измерительный блок, АЦП, микропроцессорное вычислительное устройство (МВУ), блок индикации, ЦАП. Основой системы является МВУ, представляющее собой специализированное устройство, ориентированное на использование в системах управления и предварительной обработки информации, состоящее из 16-разрядного процессора, ПЗУ, блока управления, входного мультиплексора, схемы обработки переполнений, генератора фазовых импульсов и выходного буферного регистра. Устройство допускает возможность подключения внешней памяти данных. Программа его работы содержится в 16-разрядном ПЗУ и выполняется циклически с момента включения напряжения питания. Тактовая частота работы процессора равна 200 кГц. В процессоре используется модифицированный обратный код.

МВУ работает по программе, состоящей из 32 команд, реализующей вычисления по алгоритму:

$$F(n) = E(n) k_1 + k_2 \Delta T \sum_{i=0}^n E(i) + k_3 \frac{E(n) - E(n-1)}{\Delta T},$$

где $F(n)$ и $E(n)$ — управляющее воздействие на нагреватель и сигнал рассогласования между требуемой и измеренной температурой, дискретизованные по времени и амплитуде; k_{1-3} — коэффициенты закона регулирования. Коэффициенты задаются в аналоговом виде и поступают в МВУ через АЦП, поэтому имеется возможность их оперативного изменения в процессе работы.

Использование микро-ЭВМ "Электроника 60" позволяет управлять параметрами спектрометра и осуществлять предварительную обработку получаемых спектров.

Система имеет высокую надежность, небольшие габариты. Рабочий диапазон температур составляет от 20 до 300 К при долговременной стабильности температуры на нагревателе, равной 0,1 К в течение 8 ч.

Микропрограммное вычислительное устройство с аппаратной реализацией языков высокого уровня типа БЭЙСИК, ФОРТРАН, АЛГОЛ предназначено для отладки и выполнения программ. Отлаженная программа может быть по команде оператора передана на другую ЭВМ. Результат трансляции выдается на внешний носитель информации или в канал связи с другой ЭВМ. Отладка программ выполняется с помощью диалоговой системы, которой снабжено устройство. Разработанное аппаратное программное обеспечение (АПО) не занимает адресного рабочего поля микро-ЭВМ "Электроника 60". Аппаратная реализация таких систем стала возможной благодаря появлению микроэлектронных ПЗУ большой емкости и опыту создания алгоритмов с аппаратной реализацией [1].

Возможность произвольного доступа к адресам ПЗУ влияет на характер обращения к АПО и его структуру. На практике получены положительные примеры аппаратной реализации АПО [2] и развития на этой базе специальных трансляторов [1].

При соответствующей многоуровневой организации АПО можно без существенного увеличения объема оборудования получить ряд универсальных систем, позволяющих использовать многие входные языки высокого уровня, расширять эти языки для работы с системами КАМАК и другими и осуществлять перетрансляцию с одного языка на другой. Такие возможности позволяют создать модули микропрограммного устройства для локальных и распределенных систем сбора и обработки данных, подготовить базу для разработки так называемых интеллектуальных пультов пользователей, работающих в терминальной сети базовых ЭВМ, а также различных трансляторов с аппаратной реализацией алгоритмов.

Преимущества аппаратных систем перед дискретными и другими заключаются в их большей на-

дежности, мгновенной готовности к работе, компактности и, главное, в повышенном быстродействии.

Автоматизированное рабочее место программиста. Известно, что при подготовке данных для вычислительной машины возникает ряд трудностей, связанных с выводом информации на перфокарты, редактированием текстов и программ, распечаткой, копированием перфокарт с любой кодировкой. Для облегчения работы программиста было создано устройство [3], которое частично решает задачи подготовки данных для ЭВМ. С появлением микро-ЭВМ "Электроника 60" стало возможным создать устройство, которое полностью устраняет трудности при подготовке информации. Устройство состоит из микро-ЭВМ "Электроника 60", дисплея "Видеотон-340", "Препамата ЕС-9021" (включающего в себя пишущую машинку "Консул-260", перфоратор, фотосчитыватель, схемы управления) и кассетного магнитофона. Специальное устройство управления допускает совместную работу всех вышеперечисленных устройств. "Электроника 60" в этом устройстве используется как буфер при работе в режиме терминала, а также для самостоятельной работы с внешними устройствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пелипенко В.И., Штрахих И.В. ЭВМ "Мир-1" в качестве аппаратного транслятора для больших машин. — М.: ФИАН, 1973. — Препринт 119.
2. Вычислительные машины с развитыми системами интерпретации / В.М. Глушков, А.А. Барабанов, Л.А. Калинин и др. — Киев: Наукова думка, 1970.
3. Овчинникова Е.Ф., Пелипенко В.И., Сисакян И.Н. Редактирование текстов и программ на устройствах "Препама" ЕС-9021 и дисплее "Видеотон-340". — М.: ФИАН, 1977. Препринт 24.

Статья поступила 18 мая 1979 г.

Е. Л. Бедржицкий, В. Д. Ильичев,
В. К. Мушкетов, Б. П. Подборонов, А. Ф. Селихов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ

УДК 658.5.012.011.56

Создание типовой АСУ комплексно-прочностными исследованиями (КПИ) сложных конструкций обусловлено необходимостью обеспечения комплексных расчетно-экспериментальных исследований

прочности объектов в машиностроении и повышения общей эффективности НИР. Этому способствует достигнутый уровень развития вычислительных методов и технических средств.

В качестве объекта для исследований прочности возьмем летательный аппарат. Развитие современной науки о прочности летательных аппаратов требует связать воедино методы расчета и эксперимента, придать исследованиям комплексный характер. Реализация этих связей приводит к повышению качества исследований. При испытаниях объекта в целом, агрегатов и элементов воспроизводятся нагрузки, близкие к эксплуатационным, сформированные с помощью многоуровневой механоматематической модели, а комплексные параметрические расчеты проводятся на базе достоверных экспериментальных характеристик прочности, устойчивости, несущей способности, представляемых в форме допустимых напряженно-деформируемых состояний или нагрузок. При этом многие прочностные параметры, определяемые на основе эксплуатационных испытаний, могут быть установлены путем стендовой отработки.

Принципиально новым в структуре информационных связей централизованной стендовой базы АСУ КПИ является то, что воспроизведение эксплуатационных нагрузок на механоматематических моделях объекта в целом позволяет получать на выходе нагрузки на агрегаты для воспроизведения их с помощью многоканальных систем нагружения, что в свою очередь позволяет получать в качестве выхода нагрузки на расчетные конструктивные элементы для воспроизведения их на стендах.

Таким образом, нагрузки на агрегаты и элементы исследуемого объекта, определенные с помощью методики расчета, использующей многоуровневую матричную модель, могут быть уточнены на основе результатов стендовых испытаний.

На рис. 1 показаны стадии, уровни и сеть прямых и обратных связей методики как расчетных, так и экспериментальных исследований прочности, которые соединяются для комплексного исследования на стадии формирования общей расчетно-экспериментальной математической модели. Такая сеть позволяет реализовать любую, встречающуюся на практике структуру комплексного расчетно-экспериментального исследования.

Методология АСУ КПИ должна базироваться на информационно-вычислительной многопроцессорной сети, в иерархической структуре которой должны быть образованы необходимые горизонтальные связи. В состав сети должны входить микро-ЭВМ, мини-ЭВМ и ЭВМ средней и большой производительности, обеспечивающие ее гибкость и многофункциональность.

Определяющим при построении АСУ КПИ является выбор подсистем, предназначенных для проведения экспериментальных и расчетных исследований общего напряженно-деформированного состояния

натурных элементов и образцов и динамических характеристик конструкций.

Для осуществления эффективного режима двустороннего обмена информацией между коллективом исследователей и вычислительной сетью АСУ КПИ в качестве терминальных станций целесообразно включить иерархическую совокупность функционально ориентированных автоматизированных рабочих мест (АРМ). Нижний уровень составляют АРМ для инженеров-расчетчиков и экспериментаторов, занятых решением отдельных вопросов. Эти АРМ базируются на микро-ЭВМ "Электроника 60" с комплектом типовых внешних устройств.

Отличительная черта терминальных станций – возможность доступа при двустороннем обмене к определенной совокупности файлов локального банка данных, содержащих параметры, необходимые для выполнения различных расчетов и обработки экспериментальных данных.

Следующие уровни АРМ определяются в соответствии с уровнем профессионально-технических

функций руководителей. С ростом уровня иерархии возрастает объем доступной информации, степень ее обобщенности, оперативность переключения с одного решения на другое, объем системы приоритетов, число абонентов и т.д. Соответственно определяется комплектация АРМ из унифицированного набора технических средств.

Нижний уровень АСУ КПИ составляют подсистемы воспроизведения внешних нагрузок и измерения, которые в основном реализуются с широким привлечением микро-ЭВМ (рис. 2). Такое построение системы обусловлено требованиями модульного исполнения и необходимостью обеспечения повышенной надежности передачи и сохранения информации при аварийных ситуациях в канале "Общая шина" мини-ЭВМ.

Измерительная часть подсистемы (от 128 до 1000 каналов измерения) обслуживается одной микро-ЭВМ "Электроника 60" в автономном режиме, что позволяет проводить метрологический и диагностический контроль, осуществлять

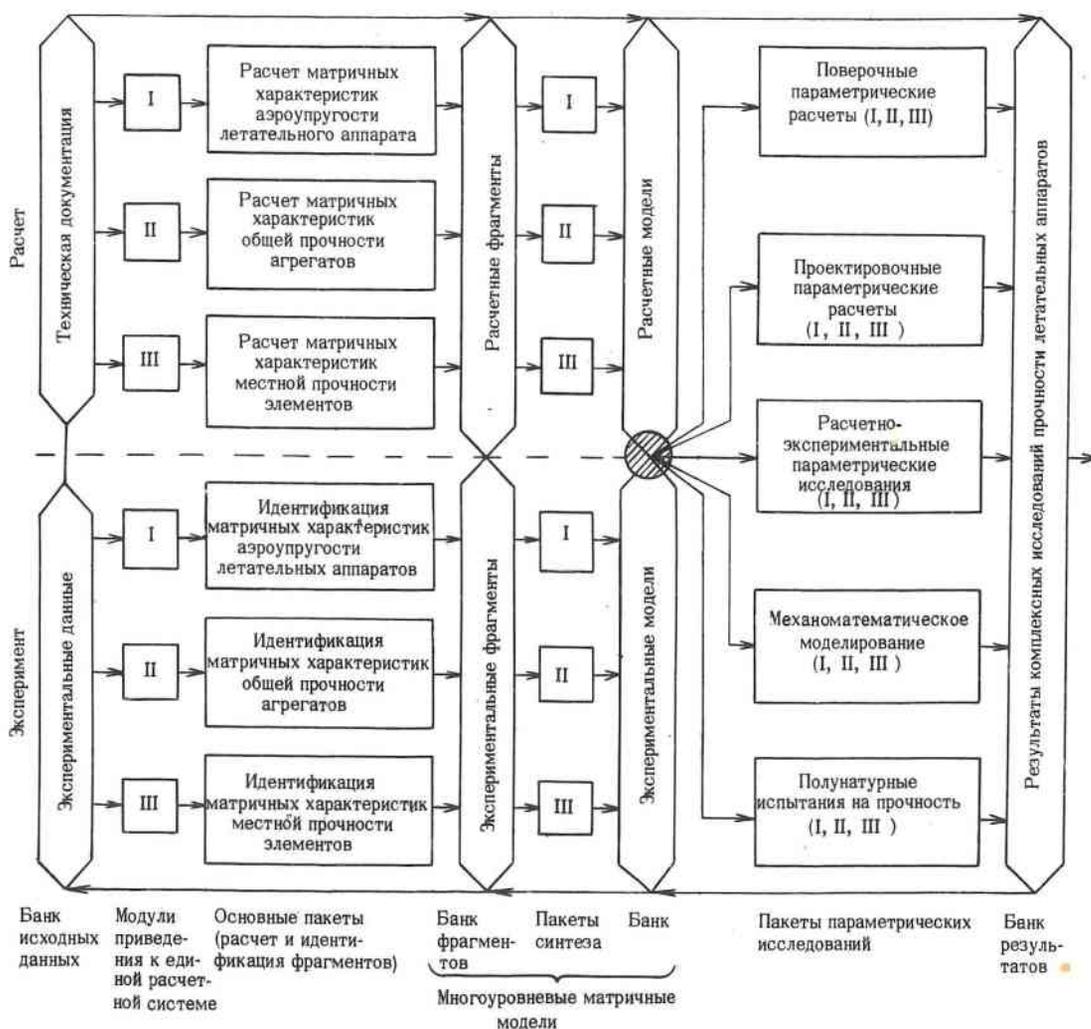


Рис. 1. Структура комплексного расчетно-инструментального планирования прочности. Уровни комплексного прочностного расчета: I – объект в целом; II – агрегаты; III – элементы; ● – общая матричная расчетно-экспериментальная модель

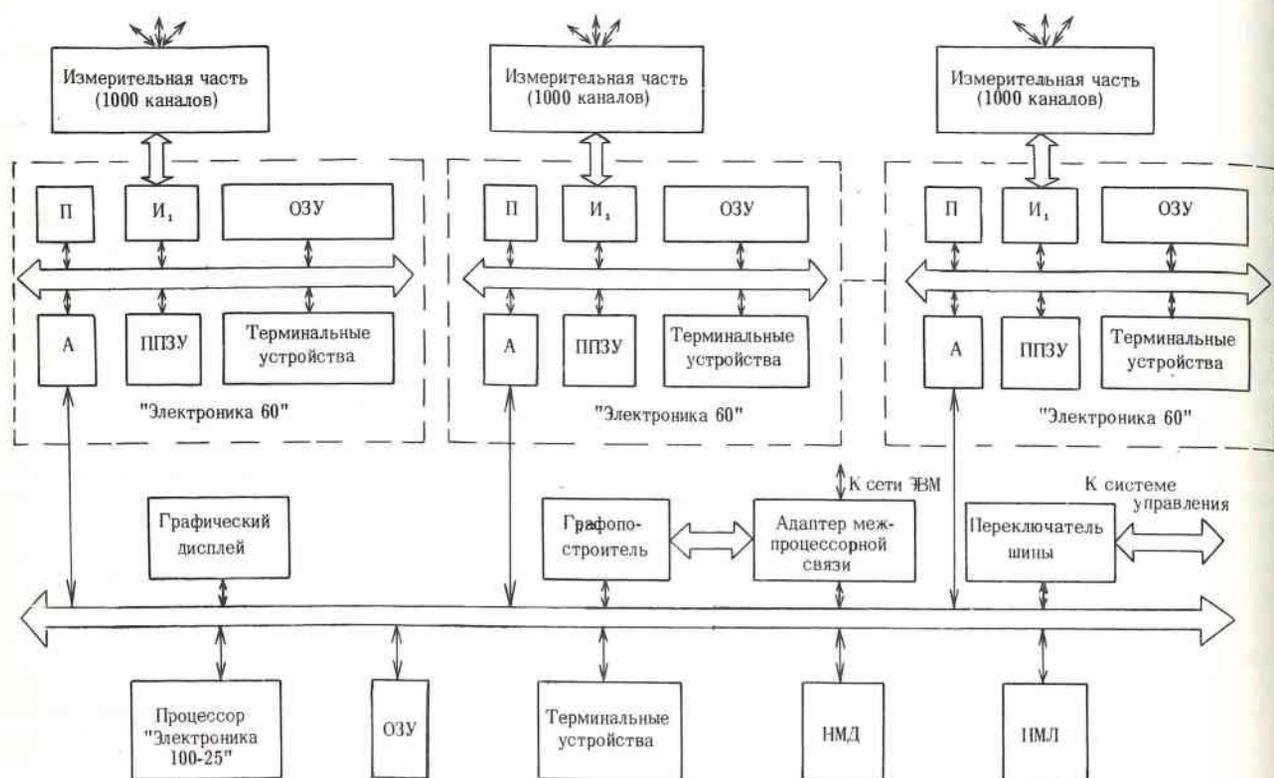


Рис. 2. Структурная схема измерительной информационной подсистемы

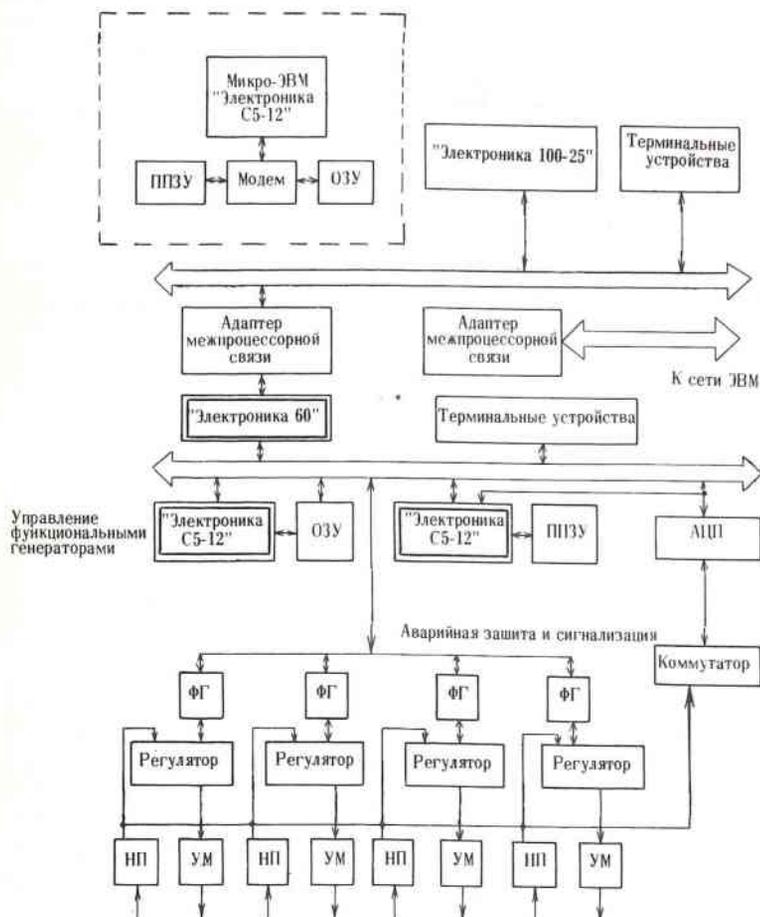


Рис. 3. Структурная схема многоканальной подсистемы управления нагрузением; ФГ — функциональный генератор; УМ — управляющий механизм

измерение с 75 комбинациями первичных преобразователей, получать фотографию процесса в реальном масштабе времени по нескольким отсчетам и производить предварительную обработку полученной информации для передачи сообщений.

Мини-ЭВМ "Электроника 100-25" проводит вторичную обработку информации, ее представление в оперативной и отчетной форме и осуществляет связь информационно-измерительной системы с подсистемами управления нагрузением, нагревом, наддувом и т.д., а также с центральной вычислительной сетью ЭВМ. Подсистема управления нагрузением также может быть построена с широким использованием микро-ЭВМ и аналоговых следящих контуров управления (рис. 3). Для воспроизведения достаточно сложных программ нагрузения в качестве задающих устройств используются функциональные генераторы с управлением от микро-ЭВМ "Электроника С5-11(С5-12)" [1] по заданным экстремальным значениям программы нагрузения. В технологическом пульте управления системой также используются микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и устройства представления информации в алфа-

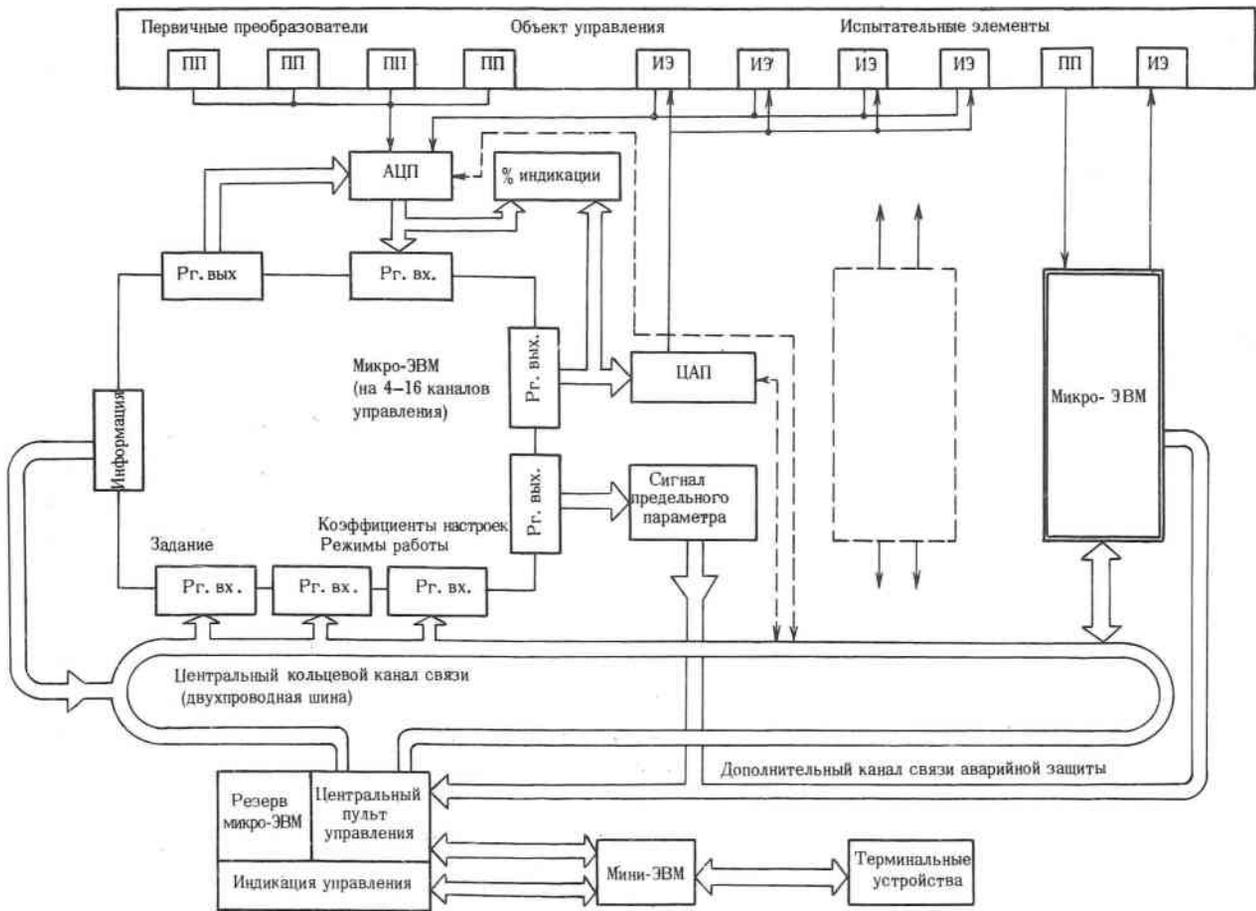


Рис. 4. Схема дистанционной настройки подсистемы управления нагрузением

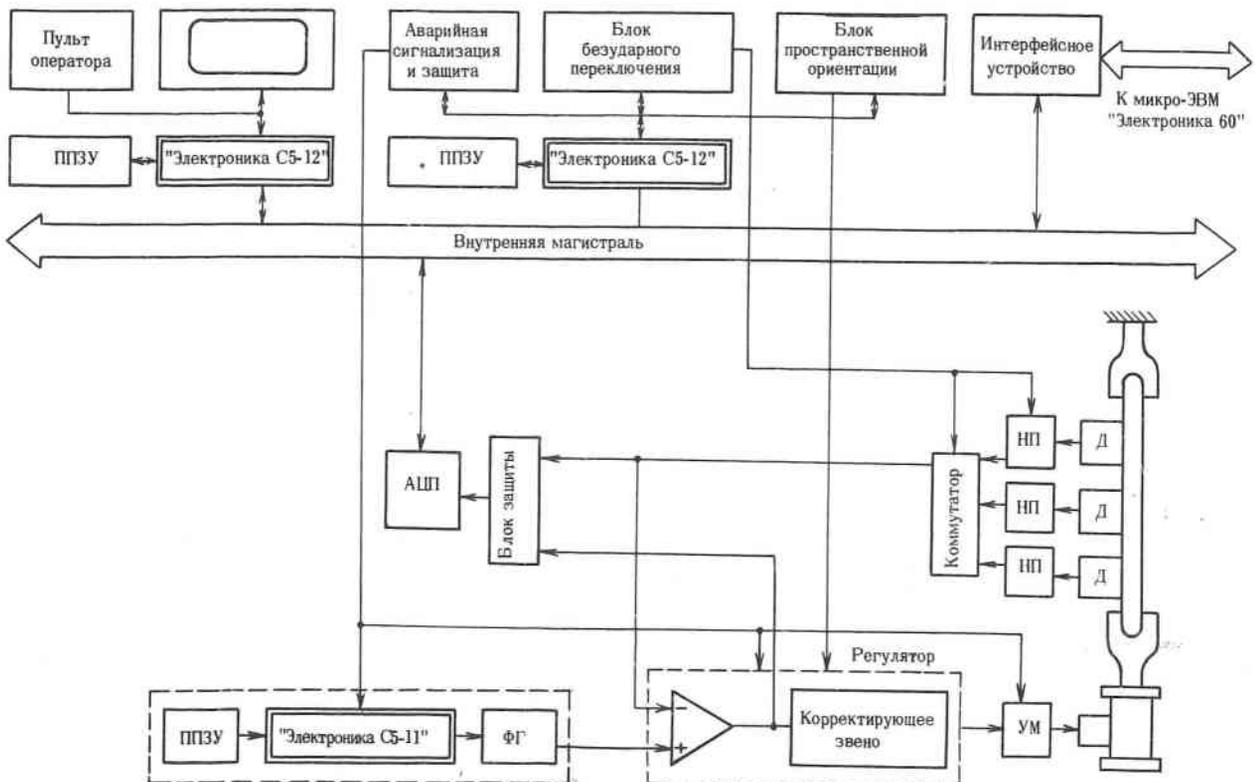


Рис. 5. Схема управления электрогидравлической испытательной машиной

витно-цифровом и графическом виде. Мини-ЭВМ "Электроника 100-25" предназначена для получения расчетных корректирующих воздействий при управлении по полю деформаций или перемещений в реальном масштабе времени и обеспечения связи с другими подсистемами.

При управлении низкочастотными процессами (нагревом, наддувом, охлаждением и т.д.) экономически целесообразно строить децентрализованную подсистему на базе современных микропроцессоров, которые выполняют функции непосредственного цифрового регулирования, сигнализации и защиты от аварийных ситуаций, обработки информации с первичных преобразователей в цепи обратной связи, вычисления расчетных корректи-

рующих воздействий и т.д. [2, 3]. Одновременно с этим открываются широкие возможности по дистанционной настройке многоканальной подсистемы управления, например, по подбору коэффициентов усиления регулятора, постоянных интегрирования и дифференцирования, по командам мини-ЭВМ верхнего уровня. Кроме того, такая структура подсистемы (рис. 4) значительно сокращает число соединительных линий связи при рассредоточенных объектах управления за счет организации кольцевого канала связи с последовательной передачей информации.

Примером построения малоканальной системы управления (4 независимых контура управления) служит система управления электрогидравлической испытательной машиной, структура которой представлена на рис.5.

Для управления электрогидравлическим приводом используется аналоговый регулятор, а воспроизведение сложных программ нагружения в случае усталостных испытаний осуществляется программно-функциональным устройством, выполненным на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-11" [1].

Пульт управления электрогидравлической испытательной машиной также выполнен на базе двух микро-ЭВМ "Электроника С5-12", одна из которых предназначена для алфавитно-цифрового представления информации, а вторая — для блока аварийной сигнализации и защиты, блока безударного переключения с одного вида обратной связи (сила, деформация или перемещение) на другой и блока пространственной ориентации исследуемого образца при многоосном нагружении.

Связь всех микро-ЭВМ осуществляется через внутреннюю магистраль. Для воспроизведения псевдослучайных законов нагружения и обработки информации с помощью интерфейсного устройства к системе подключается микро-ЭВМ "Электроника 60".

Для исследования частотных характеристик малых объектов предложена система на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-12" (рис. 6). Система позволяет генерировать входное гармоническое воздействие с программным управлением амплитудой, частотой и фазой, что выполняется функциональным генератором на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-11" [1], проводить обработку выходных сигналов объекта исследования с анализом параметров гармоник (до 10), определять частотные характеристики каждого выходного сигнала.

Данная подсистема входит в состав многоканальной автоматизированной системы для экспериментального исследования динамических характеристик конструкции, где используются микро-ЭВМ "Электроника 60" для подсистемы первичной обработки информации и мини-ЭВМ "Электроника 100-25" — для подсистемы вторичной обработки (рис.7). Под-

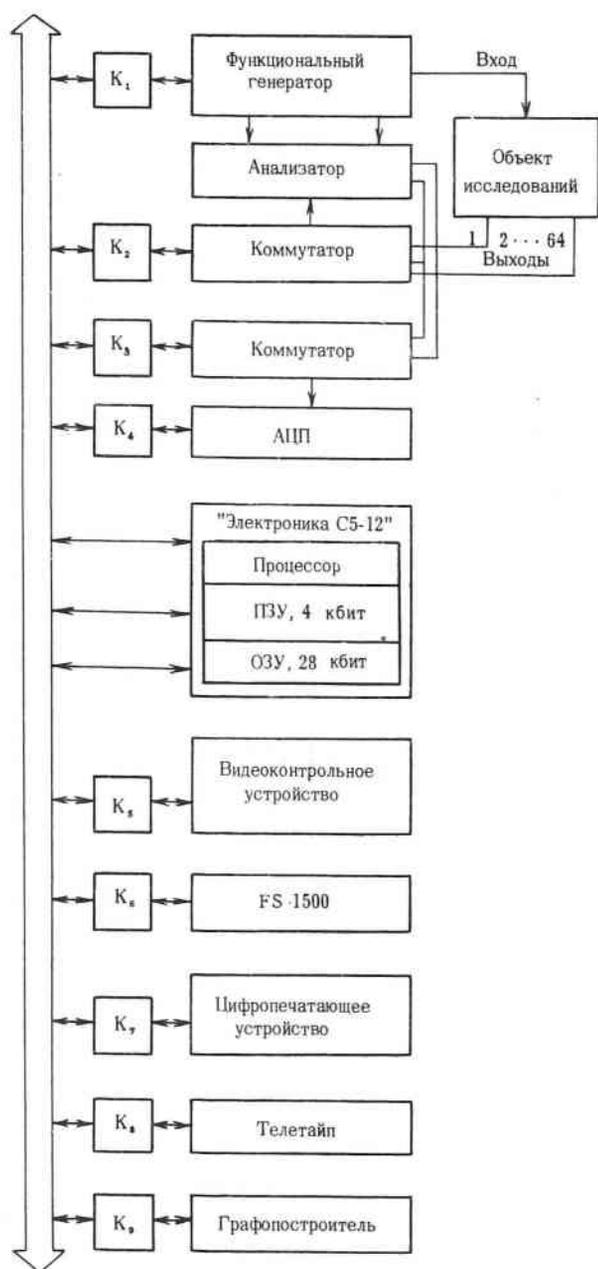


Рис. 6. Структурная схема системы для исследования частотных характеристик

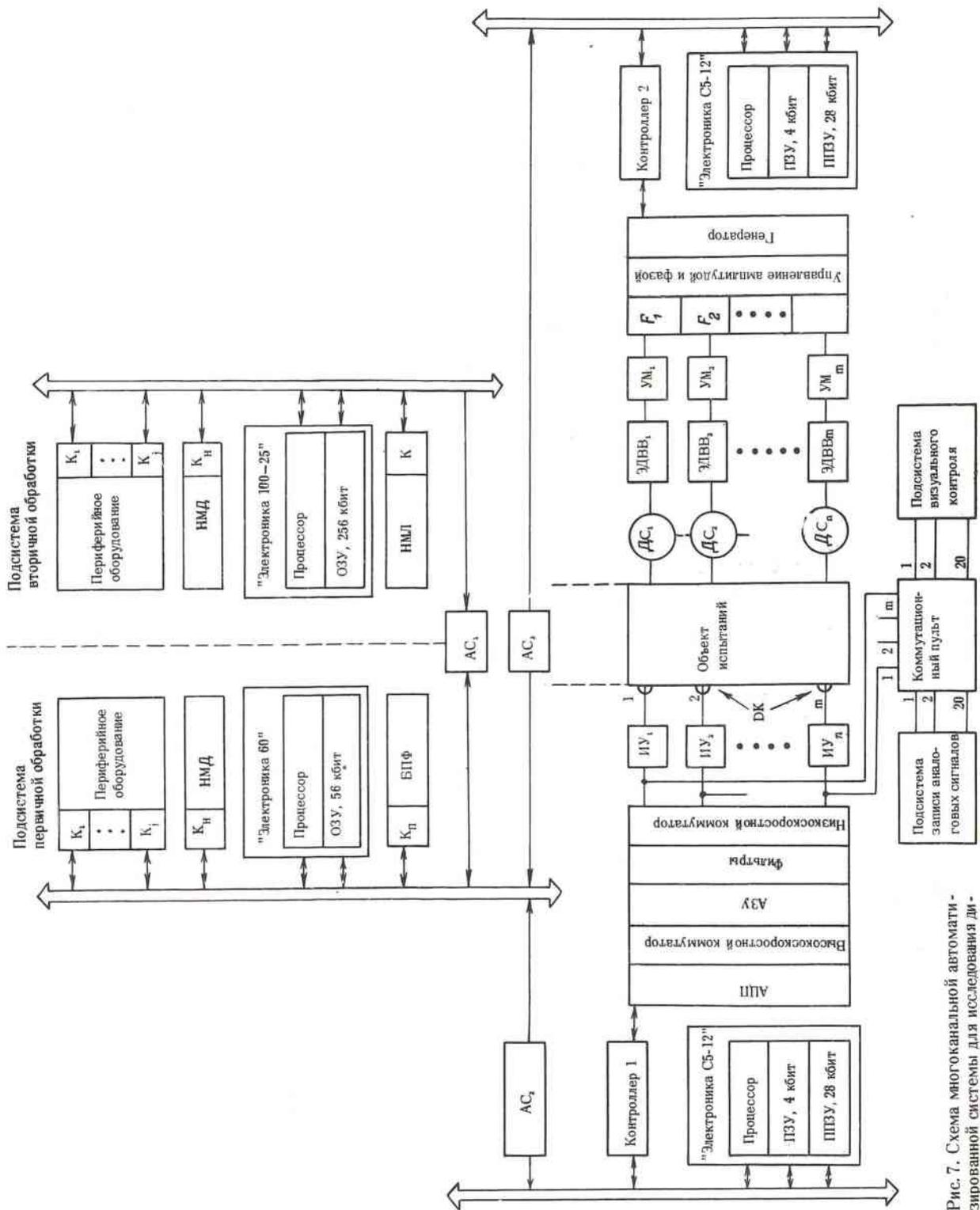


Рис. 7. Схема многоканальной автоматизированной системы для исследования динамических характеристик

система первичной обработки информации включает в свой состав блок быстрого преобразования Фурье (БПФ), который выполняется на микро-ЭВМ или матричном процессоре типа МТ-70. Система предназначена для определения обобщенных динамических характеристик конструкций при многоочечном возбуждении колебаний исследуемого объекта.

Приведенные основные структуры автоматизированных подсистем управления и измерения являются звеньями АСУ КПИ.

В дальнейшем структура АСУ КПИ существенно усложнится, возрастут объем и степень интеграции потоков перерабатываемой информации различного рода (измерительной, технологической, нормативной, командной и т.д.), будут использоваться различные режимы обработки информации в ЭВМ (реального времени, пакетной обработки, телеобработки), произойдет расширение арсенала средств сбора, ввода и вывода информации. Поэтому необходима разработка и серийное освоение более совершенных аппаратных средств (АЦП, ЦАП и т.д.), быстродействующих однокристалльных микро-ЭВМ и терминальных устройств для микро-ЭВМ и мини-ЭВМ высокой производительности, а также формального математического обеспечения, включающего программы представления данных и управления испытаниями сложных механических конструкций и математическое обеспечение мультипроцессорных систем.

Такой подход к решению задач комплексной автоматизации прочностных исследований летательного аппарата позволит получить значительно более совершенные конструкции при сокращении сроков испытания в два-три раза и существенном повышении их прочности и ресурса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вартамян Н.Ш., Еремеев Ю.М., Мелконян В.В., Орехов С.А., Стерлин А.Я. Многоканальный функциональный генератор на основе микро-ЭВМ. — *Электронная промышленность*. См. настоящий выпуск.

2. Еремеев Ю.М., Орехов С.А., Подборонов Б.П. Универсальный цифровой регулятор на основе микро-ЭВМ. — *Электронная промышленность*, 1978, № 5.

3. Мушкетов В.К., Подборонов Б.П., Барин А.И., Петрученко Ю.Н. Структура перспективной системы автоматического управления испытаниями авиационных конструкций на статическую прочность и выносливость. — *Труды межотраслевого совещания по вопросам испытания авиационных конструкций на прочность*, СибНИА, Новосибирск, 1979.

*В разработке принимали участие Б. А. Логунов,
П. В. Миодушевский*

Статья поступила 14 июня 1979 г.

А. И. Васильев, А. Ф. Лугов

ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНО- ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ЭВМ

УДК 002.513.5:681.3

Автоматизация научного эксперимента связана, как правило, со сбором и измерением большого объема данных о ходе эксперимента, о состоянии объекта исследования. Применение ЭВМ в автоматизированных системах сбора и обработки экспериментальных данных обусловило коренной пересмотр принципов построения электронного оборудования связи ЭВМ с объектом исследования и управления. Потребовалась электронная аппаратура с высокой структурной гибкостью и алгоритмической организацией, позволяющая оперативно изменять архитектуру электронного оборудования в соответствии с перестройкой эксперимента. Этим требованиям удовлетворяет модульная система построения радиоэлектронной аппаратуры, получившая название КАМАК и нашедшая широкое применение в научных исследованиях и промышленности [1, 2].

Эксплуатация многомашинных измерительных комплексов и программно-управляемой аппаратуры типа КАМАК крупных отечественных и зарубежных научных центров показывает, что их иерархическая структура с распределенными ЭВМ наиболее полно удовлетворяет быстрой реализации новых исследований и обеспечивает возможность непрерывного наращивания как вычислительных, так и радиоэлектронных средств в рамках единой системы автоматизации эксперимента.

Общая структура иерархической системы со станциями сбора данных на базе микро-ЭВМ представлена на рис. 1. Каждая микро-ЭВМ в пределах

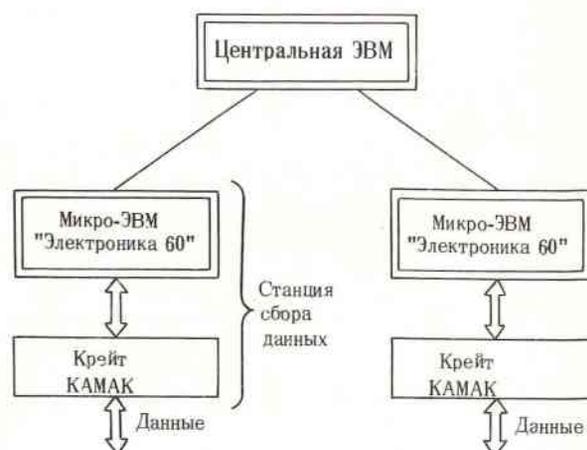


Рис. 1. Структурная схема иерархической системы сбора и обработки экспериментальных данных

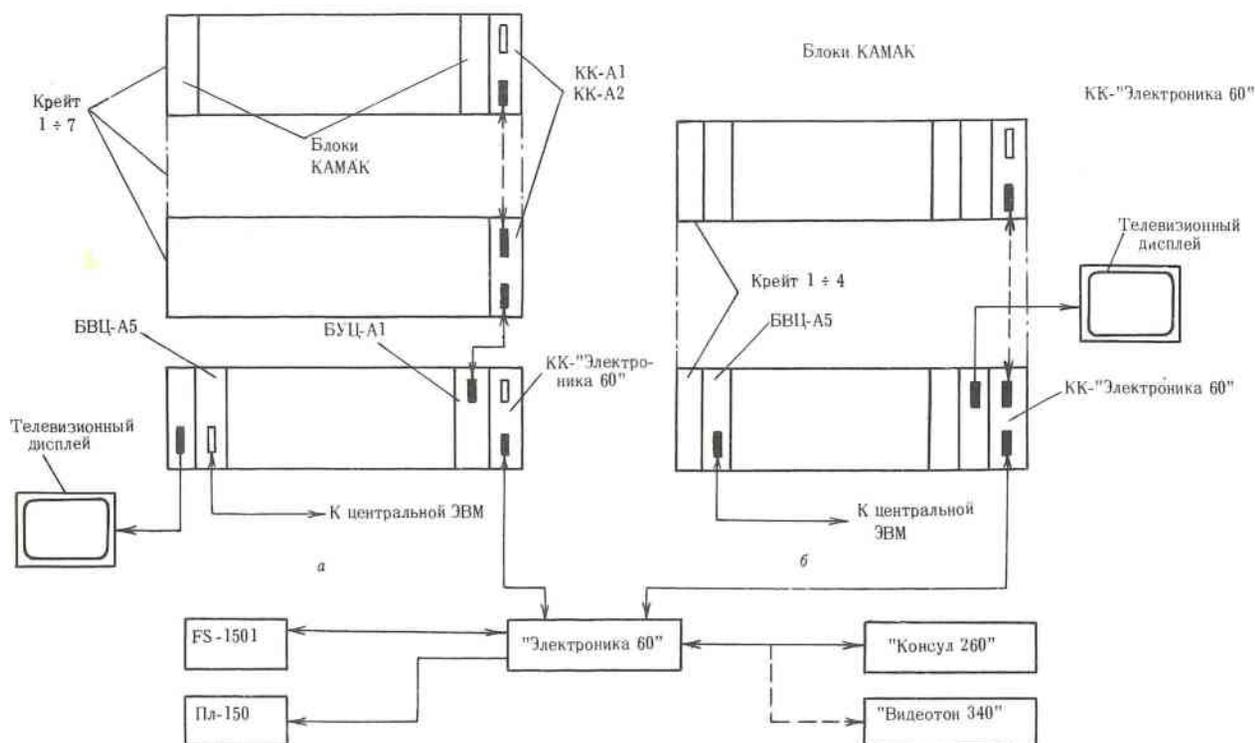


Рис.2. Способы организации многокрейтовых систем на базе микро-ЭВМ с использованием блока БУЦ-А1 (а), крейт-контроллера (КК-360) и блока БУЦ-А5 (б)

одной станции организует сбор данных с разных точек исследуемого объекта и их предварительную обработку. Такой подход позволяет сократить объем данных для центральной ЭВМ, уменьшить время их передачи, сэкономить память центрального банка данных. В итоге большая часть времени центральной ЭВМ отводится сложным операциям при обработке данных, где наиболее полно реализуется ее мощность.

В качестве центрального процессора используются ЭВМ типа ЕС-1010, HP-2100, M-6000 и CM-3, а на нижнем уровне, в станциях сбора данных, — микро-ЭВМ "Электроника 60". Связь центрального процессора с микро-ЭВМ осуществляется по двухпроводной линии на расстояние ~500 м, скорость последовательной передачи составляет 200 Кбод.

На рис.2 а, б показаны различные способы организации многокрейтовых систем сбора данных на базе ЭВМ "Электроника 60" в комплекте с полным набором внешних устройств. Организация систем осуществляется на базе блоков КАМАК [3]. Микро-ЭВМ в этом случае встраивается в каркас КАМАК (рис.3).

Такое построение информационно-вычислительного комплекса позволяет создавать удаленные станции сбора данных, не требующие развитой периферии и связанные с центральной ЭВМ по двухпроводной линии. Станция может выполнять предварительную обработку, контроль, масштабирование, преобразование, представление данных на устрой-

ствах отображения, паспортизацию массивов, передачу их в банк данных центральной ЭВМ. Подготовку и отладку программ очередных экспериментов в этом случае необходимо вести на развитом периферийном оборудовании и программном обеспечении центральной ЭВМ.

На рис.4 приведена структурная схема информационно-измерительной системы, где в качестве центральной ЦЭВМ используется ЭВМ M-6000, а удаленные станции сбора данных построены на базе ЭВМ "Электроника 60". На рис.5 представлена структурная схема удаленной станции для исследования спектров излучения низкотемпературной плазмы.

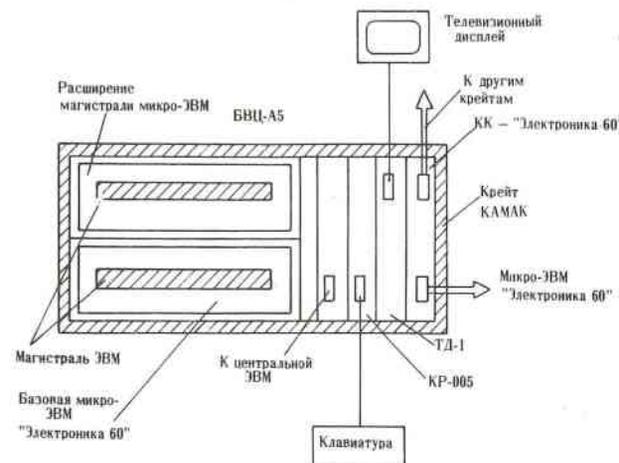


Рис.3. Организация информационно-вычислительного комплекса на основе микро-ЭВМ, встроенной в крейт КАМАК

Преобразование аналогового сигнала производится АЦП в моменты времени, задаваемые таймером. Информация накапливается в буферной памяти Б03-01. Программным путем задается необходимое число преобразований в данном измерении и осуществляется передача в ЦЭВМ массива данных вместе с параметрами эксперимента. На рис. 6 приведена структурная схема автоматизированной системы для исследований термодинамических характеристик сверхпроводящих образцов.

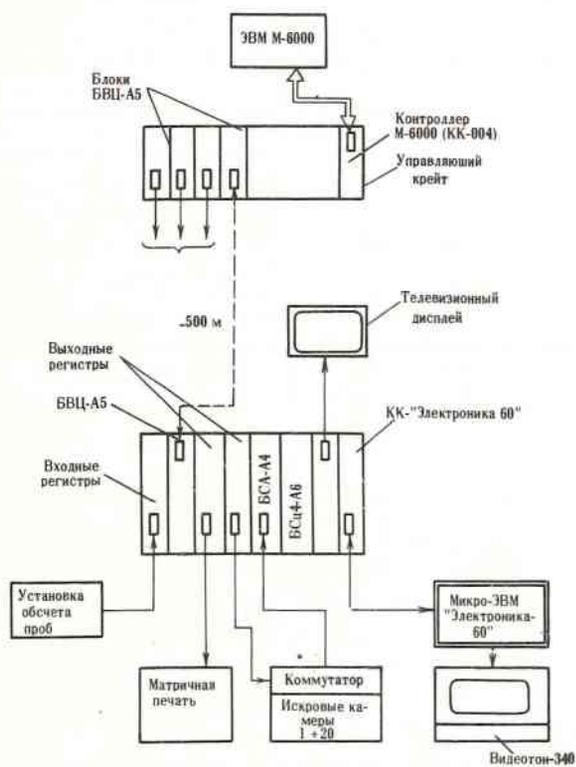


Рис. 4. Структурная схема информационно-измерительной системы

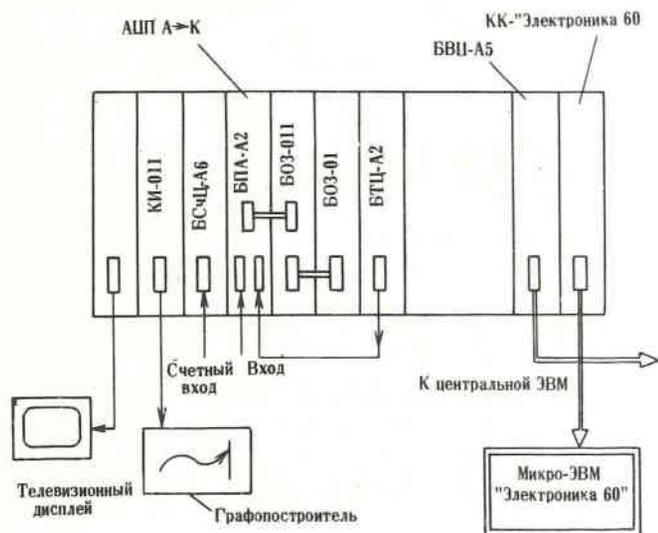


Рис. 5. Структурная схема удаленной станции для исследования спектров излучения низкотемпературной плазмы

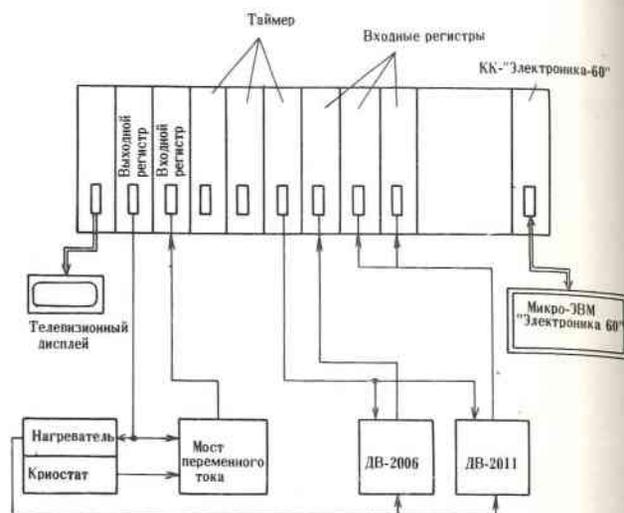


Рис. 6. Структурная схема автоматизированной системы для исследований термодинамических характеристик сверхпроводящих образцов

Исследуемый образец в криостате проходит последовательный ряд нагревов, в промежутках между которыми температура плавно дрейфует. Во время дрейфа производится измерение температуры при помощи 6-декадного цифрового моста переменного тока. Цифровые вольтметры ДВ 2006 и ДВ 2011 служат для измерения тока нагрева и напряжения на нагревателе.

Аналогичные системы вводятся для ряда крупных физических стендов. Микро-ЭВМ "Электроника 60" планируется использовать как основную машину нижнего уровня в иерархической структуре информационно-измерительных систем. В большинстве случаев используется крейт-контроллер КК "Электроника-60", позволяющий организовывать работу канала как по программе, так и по прерываниям 16- и 24-разрядными словами. В контроллере имеются регистры состояния и управления, старшего байта, маски и запросов, обеспечивается адресация к четырем крейтам КАМАК. Число векторов прерывания равно 8.

ЛИТЕРАТУРА

1. CAMAC — A modular instrumentation system for data handling. Revised Description and Specification. EUR 4100-e, 1972.
2. CAMAC — Organisation of multi-grate systems specification of the branch highway and controller Type A. EUR 4600-e, 1972.
3. Журавлев Н.И. и др. Цифровые блоки в стандарте КАМАК, разработанные для исследований на синхротроне (Выпуск II). Препринт ОИЛ-10-8114, Дубна, 1974.

Статья поступила 18 мая 1979 г.

В НАУЧНОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Л. А. Кессельман, С. А. Конюшин, В. Т. Копейкин,
В. И. Кратенко, А. А. Шапиро

ВИДЕОТЕРМИНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ

"ЭЛЕКТРОНИКА 60"

УДК 681.3-181.48:621.327

Проведение научных экспериментов связано, как известно, с необходимостью оперативного контроля многих параметров, своевременного воздействия на них, накопления и последующей обработки больших массивов информации. Это обуславливает все более широкое внедрение микропроцессорной техники в научное приборостроение.

Примером успешного применения микро-ЭВМ в автоматизированных системах управления научным экспериментом может служить видеотерминальное устройство (ВТУ) на базе микро-ЭВМ "Электроника 60", обеспечивающее интерактивный режим работы пользователя.

В соответствии с архитектурой микро-ЭВМ при построении ВТУ (рис. 1) использован режим прямого доступа к памяти. Основной частью ВТУ является узел формирования видеосигнала (УФВС), который создает видеосигнал путем периодического опроса ОЗУ изображения (ОЗУИ) через канал микро-ЭВМ. Центральному процессору (ЦП) канал предоставляется только во время обратного хода луча. Достоинства такого способа построения ВТУ — простота схемы и возможность применения в качестве ОЗУИ типовых плат памяти общей емкостью 16 кбайт для размера кадра 448 точек × 292 строк (2^{17} точек).

Более эффективное использование возможностей ЦП достигается при разделении канала микро-ЭВМ на канал ЦП и канал изображения, находящийся под управлением УФВС (рис. 2). При этом во время выборки данных из ОЗУИ канал ЦП не затрагивается и ЦП может обмениваться данными с ПЗУ, ОЗУ, ВУ. При обращении ЦП к ОЗУИ УФВС прекращает выборку и через буфер канала (БК) позволяет ЦП провести обмен с ОЗУИ.

Особенность такого способа построения ВТУ заключается в том, что ОЗУИ находится в области непосредственно адресуемой памяти микро-ЭВМ, а это накладывает определенные ограничения на объем ОЗУИ и память, используемую для программного обеспечения. Реализация способа косвенного обращения ЦП к ОЗУИ через регистр

адреса памяти (РАП) снимает эти ограничения, позволяя ЦП обращаться к любой ячейке ОЗУИ (рис. 3). Кодирование изображения осуществляется путем заполнения ОЗУИ по программно реализованным алгоритмам, выполняющим функции дисплейного процессора (ДП) и изменяющим содержимое ОЗУИ в соответствии с командами управления, поступающими от ВУ. Программное обеспечение ДП позволяет перемещать по экрану любые графические элементы (символы, маркеры и т.д.), изменять яркость или цвет отдельных элементов.

Расчеты, проведенные в процессе разработки ВТУ, показывают, что значительную часть времени (> 90%) изображение на экране не изменяется и ДП находится в состоянии ожидания команды управления. Это обстоятельство позволило использовать процессор ВТУ как контроллер,

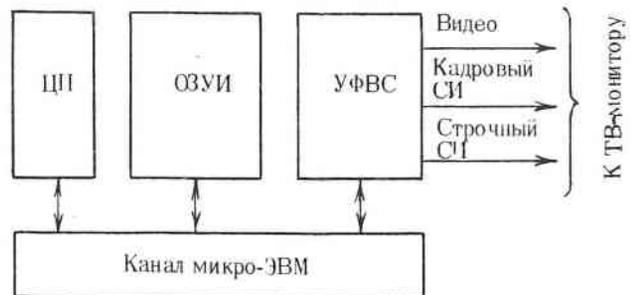


Рис.1. Общая структурная схема ВТУ



Рис.2. Структурная схема ВТУ с разделением каналов

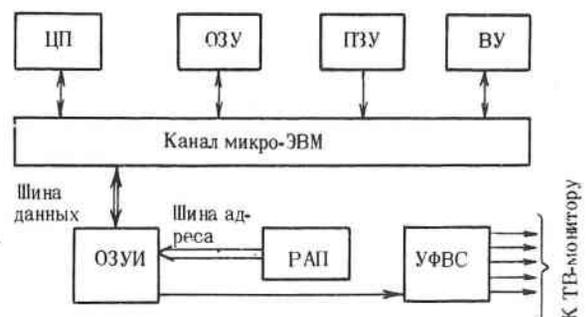


Рис.3. Структурная схема ВТУ с регистром адреса памяти

который, кроме формирования изображения, управляет различными блоками аппаратуры, производит усреднение нескольких реализаций, внутреннее суммирование и (или) сглаживание для уменьшения уровня помех, масштабирование и другие операции по предварительной обработке данных.

Кроме того, ВТУ может работать и в качестве устройства отображения растрового оже-микроскопа. В этом случае дисплейный процессор принимает сигнал с датчика и формирует код яркости или цвета. Его программа позволяет управлять параметрами сканирования, задавая размер и положение раstra, скорость сканирования и число точек разложения, а также перемещать по экрану маркер и запоминать его координаты для последующего снятия спектра. Предусмотрена возможность вывода на цветную ЭЛТ.

Техническая характеристика ВТУ

Способ кодирования точки	три битами
Объем ОЗУИ	48 кбайт
Размер изображения	448 точек × 292 строки
Число градаций яркости	8

Рассмотренное ВТУ применяется в составе установки для исследования поверхностей. На его основе могут быть построены самые разнообразные устройства, в которых необходимо иметь возможность отображения (и обработки) данных в символьной и графической формах. Наличие в составе ВТУ магистрали с общим для всех устройств интерфейсом МЭК упрощает его сопряжение с различными ВУ, расширяя тем самым области применения.

*В разработке принимали участие
О. А. Сопильник, Т. Л. Редькина*

Статья поступила 26 июля 1979 г.

НА ОСНОВЕ ВУМС "ЭЛЕКТРОНИКА ТЗ"

Е. А. Иванов, Л. Л. Муренко,
А. Н. Филимонов, Ю. Ф. Широков

"ЭЛЕКТРОНИКА ТЗ-29" В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

УДК 658.5.012.011.56

В процессе исследований ученым и инженерам часто приходится проводить большой объем измерений и вычислений. Разработка новых типов вычислительных средств, отличающихся широкими возможностями, — микросистем индивидуального пользования, а также нового парка программируемых цифровых измерительных приборов (генераторы, частотомеры, источники питания, синтезаторы и т.п.) позволяет автоматизировать этот трудоемкий этап исследований и значительно повысить производительность труда.

Для автоматизации измерений при проведении экспериментальных исследовательских работ на базе ВУМС "Электроника ТЗ-29" с периферийными устройствами разработана конкретная АИС (рис. 1) для исследования БИС ЗУ и аналоговых микросхем среднего уровня интеграции.

В ее состав вошли ВУМС "Электроника ТЗ-29", видеоконтрольное устройство на базе телевизора "Юность 401", ПМ типа "Консул-254", универсальный измерительный прибор типа ЦУИП-1, адаптер связи с исследуемой микросхемой.

Исследование БИС ЗУ проводилось с применением метода наложения тестов, позволяющего определять не только наличие неисправности, но и локализовать дефект. Время, затраченное на создание необходимой конфигурации АИС, разработку программы и проведение исследований, составило около 20 ч. Для проведения аналогичных работ на специализированных пультах с использованием традиционных методов обработки результатов измерений требуется 1,5 месяца. Таким образом, производительность труда возросла более чем в 14 раз.

Рассмотренная АИС использовалась для исследования аналоговых микросхем, предназначенных для применения в блоках современных цветных телевизоров. В процессе исследований определялось отношение цветоразностных сигналов при изменении напряжений контрастности и насыщенности, отношение номинальной яркости усиленного сигнала к цветоразностному сигналу при изменении контрастности и влияние разброса напряжения питания на крутизну переходных характеристик.

ЭП



РЕКЛАМА

НОВАЯ КНИГА

НАДЕЖНОСТЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Майерс Г.

Пер. с англ. — М.: Мир, 1980 (II кв.)

Первая на русском языке монография по надежности программного обеспечения. Разработка программного комплекса рассматривается в книге во всей полноте — от подготовки технического задания до документации отдельных модулей. Ценно, что теоретическое исследование каждой проблемы сопровождается конкретными рекомендациями по ее решению. Завершающая книгу библиография содержит все важнейшие работы по данной тематике.

Многие специалисты — от программистов до руководителей программистских коллективов — извлекут несомненную пользу из этого издания.

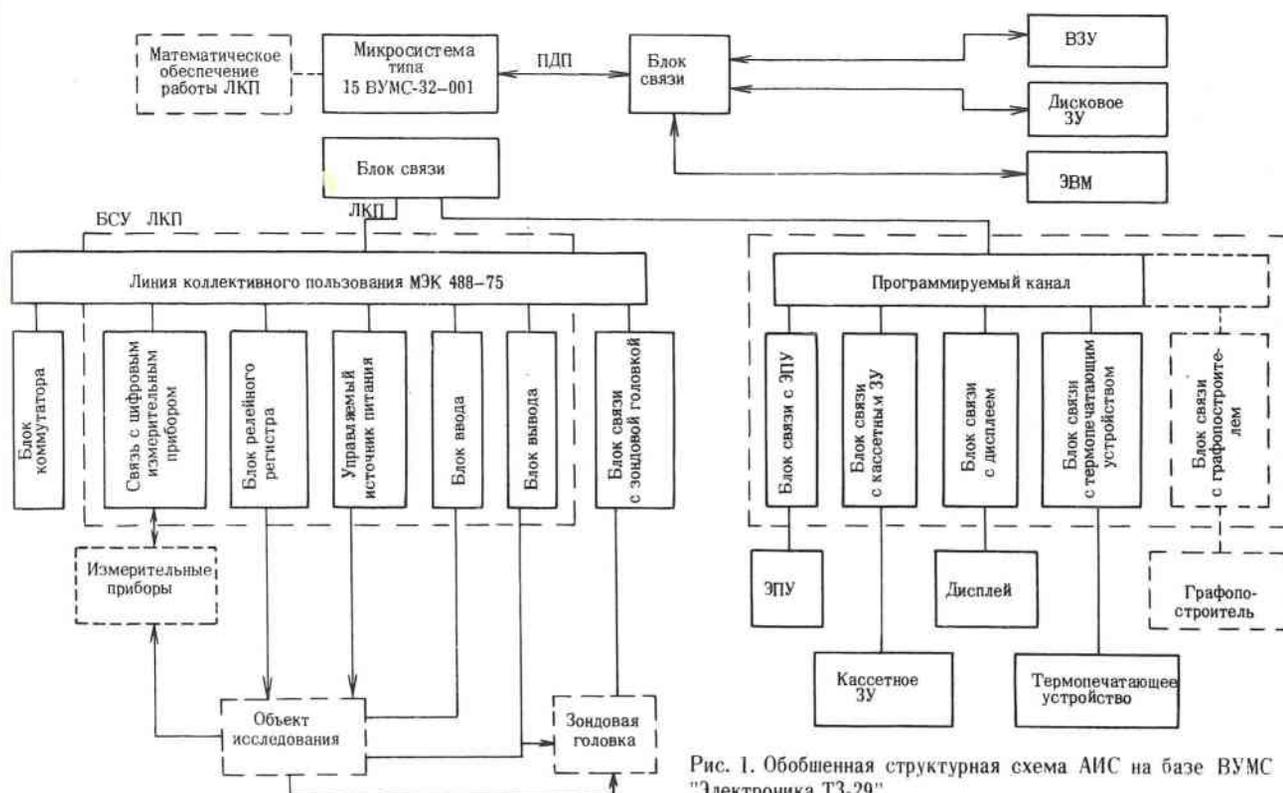


Рис. 1. Обобщенная структурная схема АИС на базе ВУМС "Электроника ТЗ-29"

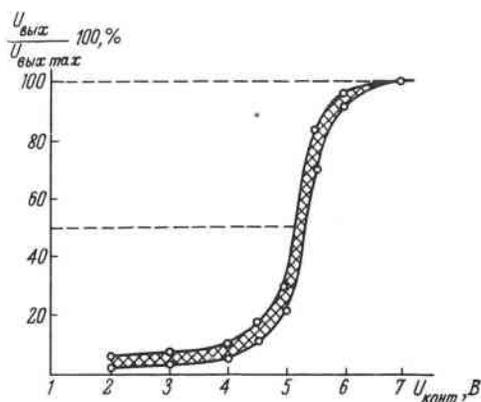


Рис. 2. График переходных характеристик исследуемой микросхемы

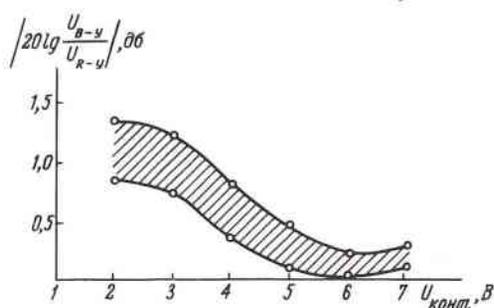


Рис. 3. График отношения цветоразностных сигналов при изменении напряжения контрастности от 2 до 7 В

Процесс исследования аналоговых микросхем на специализированном пульте включает в себя ручные операции установки напряжений контрастности, насыщенности и яркости; визуальный контроль выходных сигналов и запись показаний приборов; обработку результатов измерений и построение графиков. Такие операции повторяются многократно.

Для подключения микросхемы к АИС в ее состав включена простейшая схема адаптера, состоящая из трех однотипных каскадов цифро-аналоговых преобразователей для задания режимов "контрастность", "насыщенность", "яркость" и трех преобразователей переменного сигнала в постоянный для подключения их к выходным каскадам микросхемы и цифровому измерительному прибору. После включения питания и запуска программы АИС в автоматическом режиме изменяет управляющие напряжения в диапазоне от 2 до 7 В с дискретностью 0,3 В (рис. 2, 3), выполняет измерение и запись в память микросистемы значений выходных сигналов, обработку полученных данных и выводит результаты в форме таблицы на видеоконтрольное устройство и печать. Возможность работы АИС на базе ВУМС "Электроника ТЗ-29" в диалоговом режиме значительно упрощает функции оператора. Применение АИС в исследованиях аналоговых микросхем позволяет значительно поднять производительность труда и расширить диапазон одновременно контролируемых параметров.

А. М. Щербаченко, Ю. И. Юрлов

ПРИМЕНЕНИЕ ВУМС "ЭЛЕКТРОНИКА ТЗ-16М" В УСТАНОВКЕ ЗАПИСИ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

УДК 681.3.06

Вычислительные управляющие микросистемы индивидуального пользования находят все большее применение для автоматизации процессов измерения и управления. Они позволяют создавать дешевые и простые в эксплуатации системы сбора и обработки данных, управления различными технологическими процессами, автоматизации научных исследований.

Для многих систем автоматизации научного эксперимента на основе применения ЭВМ не требуется высокое быстродействие и большой объем памяти. Своеобразие этих систем заключается в том, что алгоритм управляющих воздействий для них формируется в процессе исследований. Система реализует пробные решения, для каждого из которых должна быть разработана рабочая программа. ЭВМ должна обеспечивать высокую оперативность проверки пробных решений, что возможно при условии разработки рабочих программ без этапа трансляции; при наличии достаточного объема памяти для хранения пакета программ, широкого набора элементарных функций, реализованных аппаратно, команд удобной системы адресации и ввода рабочей программы.

Всем этим требованиям в достаточной мере удовлетворяет ВУМС типа "Электроника ТЗ-16М" [1].

Примером системы, построенной на основе унифицированной магистрально-модульной структуры в соответствии со стандартом КАМАК, может служить установка записи синтезированных оптических элементов (рис. 1) [2]. Запись изображений осуществляется сфокусированным лазерным лучом посредством его механического перемещения относительно оси вращения шпинделя, на котором закрепляется экспонируемый материал.

Блок задания положения записываемого луча состоит из координатного стола (КС), перемещаемого линейным двигателем постоянного тока, и лазерного измерителя перемещений, подвижная призма (П) которого крепится на координатном столе. На нем же расположен блок фокусировки (БФ) лазерного луча. Дозировку мощности луча, воздействующего на светочувствительный материал, осуществляет модулятор, управляемый от ВУМС через цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). Система управления координатным столом допускает его позиционирование в

пределах 0—15 см с погрешностью, не превышающей 0,32 мкм.

Блок управления двигателем вращения шпинделя обеспечивает поддержание его скорости в диапазоне 0,5—50,0 об/с с погрешностью 0,1%.

ВУМС осуществляет автоматический сбор данных от модулей, управляет их функционированием, воздействуя на них в соответствии с результатом обработки поступивших данных. Стойка электронных блоков (рис. 2) включает крайт-контроллер с набором функциональных программно-управляемых модулей: адаптера, реверсивного счетчика, управления линейным электродвигателем постоянного тока (УЛД), задания скорости вращения шпинделя, управления модулятором лазера, сопряжения с цифрочечатающим устройством.

Для управления функциональными модулями системы от ВУМС "Электроника ТЗ-16М" используется крайт-контроллер, который обеспечивает формирование и исполнение КАМАК-команд в модулях одного крайта; выполнение пересылки числовой информации из одного модуля КАМАК в другой без чтения ее во внутренние регистры ВУМС; выполнение операции вывода по тетрадам двоичных чисел, полученных в ВУМС программно; выполнение пре-

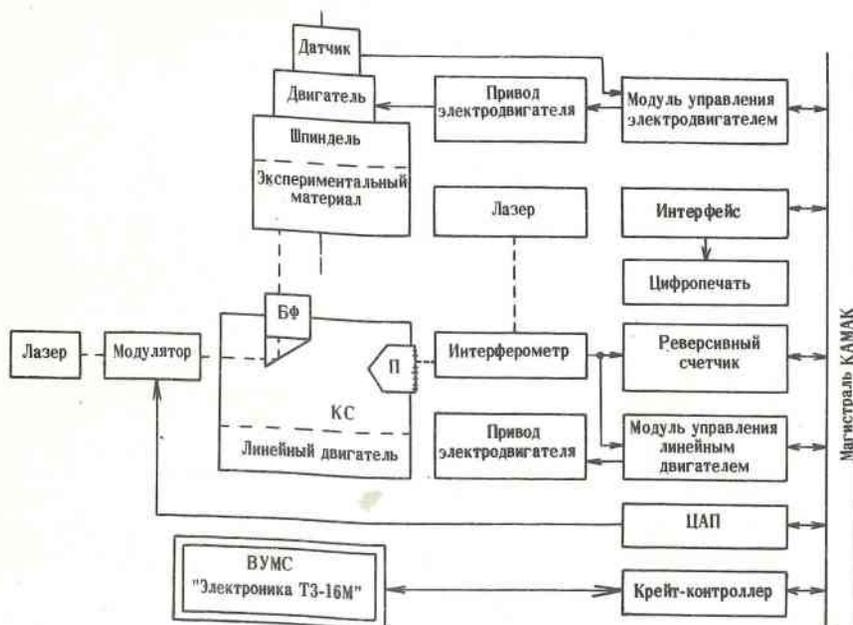


Рис. 1. Структурная схема установки записи синтезированных оптических элементов

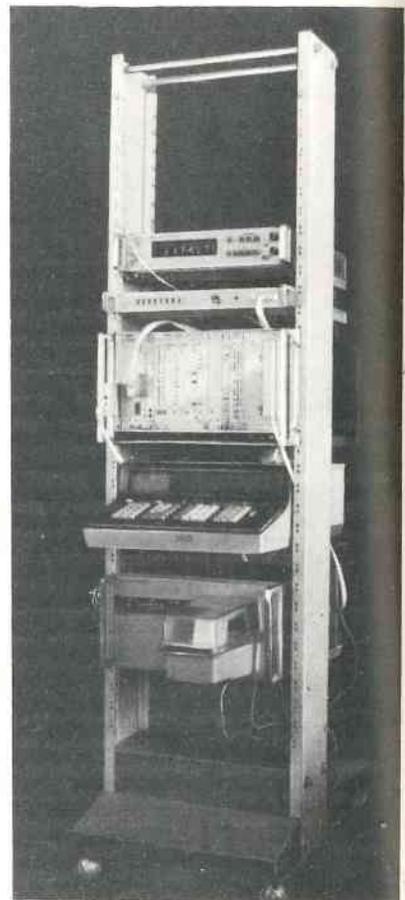


Рис. 2. Крейт-контроллер с набором функционально управляемых модулей

рываний по запросам из модулей КАМАК; тестирование регистров контроллера.

Крейт-контроллер включает в себя следующие узлы: таймер, буферный регистр, регистр управления с полями N, A, F, дешифратор команд, сервисный регистр, регистр чтения, регистр записи, генератор КАМАК-цикла, дешифратор номера станции, ключи, схемы, управляющие чтением и записью, регистр маски, управление прерываниями, коммутационное поле запросов, схему начального сброса.

Связь крейт-контроллера с ВУМС осуществляется в режимах: "УК", "Вывод данных" и "Ввод данных". При этом таймер, синхронизирующий работу микро-ЭВМ и крейт-контроллера, вырабатывает три последовательности импульсов для управления работой устройств последнего.

В режиме "УК" происходит прием команд обращения к контроллеру. В буферный регистр крейт-контроллера записывается код клавиши, следующей за командой <УК>. В зависимости от выбранной команды обращения код клавиши поступает в дешифратор команд, регистр записи или в регистр маски.

Список и формат команд обращения к контроллеру выбраны так, чтобы обеспечить единство системы по используемому языку программирования.

Такое единство достигается за счет применения клавишного языка ВУМС "Электроника ТЗ-16М" для кодирования КАМАК-операций и команд обращения к крейт-контроллеру. Принятый формат команд позволяет программисту без предварительных операций строить команды обращения к модулям КАМАК, размещенным в одном крейте.

Все команды построены с использованием двух машинных команд, первая из которых должна быть <УК>. Под словом подразумевается сочетание <УК> <КЛАВИША>. Команды обращения к крейт-контроллеру могут быть одно-, двух-, четырех- и семисловными. Первое слово каждой команды используется для связи ВУМС с конкретным устройством в контроллере, иницируя схему управления этого устройства.

Однословные команды предназначены для сброса всех регистров контроллера в исходное состояние, генерации КАМАК-цикла, записи данных в регистры контроллера, чтения данных из этих регистров, а также для контроля регистров управления и маски.

Двухсловные команды служат для записи кода клавиши второго слова команды в регистр маски запросов.

Четырехсловные команды позволяют формировать команды КАМАК в регистре управления контроллера. Второе, третье, четвертое слова несут информацию для записи в поля регистра

кодов, соответствующих номеру модуля N, субадресу A, операции F.

Семисловная команда введена в контроллер для того, чтобы обеспечивать запись по тетрадам в регистр записи 24-разрядного двоичного числа, полученного программным преобразованием двоично-десятичного числа в ВУМС. Запись в регистр осуществляется при работе крейт-контроллера в режиме "УК". Запись информации в сервисный регистр и чтение ее производится однословными командами.

Для синтеза оптических элементов на рассмотренной выше установке требуется:

- вычислить значение координаты записывающего луча, ввести приращение координаты в виде установки в модуль УЛД и проконтролировать отработку этой установки;
- вычислить значение яркости записывающего луча и ввести его в модуль управления модулятором лазера;
- проконтролировать число оборотов шпинделя;
- вывести данные на печать;
- проконтролировать температуру внешней среды.

Для программирования последовательности указанных действий в соответствии с алгоритмом синтеза конкретного оптического элемента используются программные модули. Каждый модуль представляет собой отлаженную рабочую программу, которая выполняет ограниченную функцию. Хранятся модули в косвенной памяти и вызываются в основную управляющую программу командой вызова подпрограммы <НОМЕР МОДУЛЯ В R-X> <КОСВ> <БП>. Набор модулей, образующих пакет программ, позволяет оперативно компоновать различные управляющие программы практически без затрат времени на отладку. Различные управляющие программы также хранятся в косвенной памяти. Связь между модулями осуществляется через область рабочих ячеек оперативной памяти с ячейки -6 по -d, ±e, ±f, а 20 регистров косвенной памяти (с 0 по 19) используются для хранения констант.

Программные модули в зависимости от выполняемых функций могут быть разбиты на системные, диагностические, вспомогательные, вычислительные.

Системные модули предназначены для управления отдельными функциональными электронными блоками. Модули "Опрос готовности", "Сброс готовности", "Установка готовности блока управления линейным электродвигателем" (БУЛЭД), "Вывод данных на цифropечать", "Засылка установки в буфер модуля управления модулятором" выполняют элементарные КАМАК-операции. Модули "Опрос реверсивного счетчика", "Вывод луча в

заданную координату", "Управление движением стола на шаг", "Перемещение КС в заданную координату", кроме элементарных КАМАК-команд содержит еще арифметические операции и операции условных переходов. Они включают в себя другие программные модули.

Диагностические модули предназначены для выявления неисправностей в работе системы. Модуль "Тест" проверяет функционирование модулей КАМАК, а также регистров крейт-контроллера. Модуль проверки лазерного измерителя перемещений выявляет свои в работе измерителя и выдает распечатку гистограммы погрешностей выхода по истечении заданного времени работы установки в режиме позиционирования.

Вспомогательные модули служат для выполнения подготовительных операций перед пуском установки, например, для вывода луча в центр вращения шпинделя в полуавтоматическом режиме. Вывод луча контролируется визуально с помощью микроскопа.

Вычислительные модули реализуют алгоритмы вычисления различных параметров синтезируемых оптических элементов: текущей координаты записывающего луча с учетом характеристик материала, вычисление поправок на позиционирование, преобразование двоично-десятичных чисел в двоичные.

Общий объем разработанных модулей составляет 2000 команд.

На рис. 3 представлена фотография синтезированной на установке френелевской пластинки, которая для монохроматического света выполняет роль фокусирующей линзы. Производились записи пластинок с количеством зон до 2400. Время записи пластинки, содер-

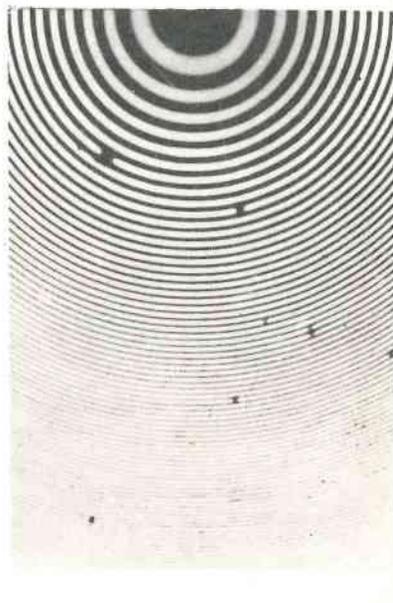


Рис. 3. Вид френелевской пластинки, синтезированной на установке

жащей 600 зон, составляет 1,5 ч, 2400 зон — 3 ч. Погрешность выполнения зон не превышает $\pm 0,5$ мкм.

Опыт работы ВУМС "Электроника ТЗ-16М" в установке для записи синтезированных оптических элементов показывает, что она может эффективно

работать в системах автоматизации научного эксперимента, выполненных на основе стандарта КАМАК.

ЛИТЕРАТУРА

1. EUR 4100e, CAMAC. A Modular instrumentation system for data handling. Re-

vised description and specification. — ESONE Comité, 1972.

2. Ведерников В.М. и др. Киоформы. Прецизионный фотопостроитель для синтеза оптических элементов. Препринт ИАЭ СО АН СССР, № 93, Новосибирск, 1979.

Статья поступила 18 мая 1979 г.

А. Т. Бурков, М. В. Ведерников

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВУМС "ЭЛЕКТРОНИКА ТЗ-16М"

УДК 681.3.539.2

Актуальность автоматизации физического эксперимента и обработки его результатов сегодня ни у кого не вызывает сомнений. Однако, обычно, при этом подразумевают крупномасштабные эксперименты, для автоматизации которых необходимо использовать предельные возможности современных больших ЭВМ по быстродействию и объему памяти. К ним можно отнести ядерно-физические и космические исследования. В этом направлении достигнуты значительные успехи. Кроме того, решаются аналогичные проблемы и в области мелкомасштабного эксперимента, типичного, например, для физики твердого тела. Это — эксперимент, требующий переработки относительно небольшого объема информации, но в реальном масштабе времени. Он проводится на относительно недорогом оборудовании, как правило, одним исследователем. При этом ставится очень большое число опытов, алгоритм которых часто подвергается различным изменениям. Эти особенности говорят о том, что автоматизация на базе больших ЭВМ хотя технически возможна, но

нерациональна. Поэтому здесь до сих пор широко применяются аналоговые методики, однако их возможности весьма ограничены. В частности, до настоящего времени измерения термоэлектрических свойств ведутся вручную из-за сложности реализации алгоритма аналоговым методом. В процессе измерения вначале определяется температура в двух точках исследуемого образца и величина термо-э.д.с. между ними.

Затем эту э.д.с. делают на разность температур. Для выражения температуры в градусах приходится использовать сложную функциональную зависимость между э.д.с. термопары и температурой. При снятии температурной зависимости термо-э.д.с. эти операции необходимо проводить многократно, для 100—200 значений температуры, изменяющейся от 80 до 2000 К. Подобные сложные операции выполняются также при измерении электросопротивления на постоянном токе. Эти задачи надежно решаются с помощью автономной автоматизированной установки для электрических измерений (см. рису-

нок), основу которой составляет ВУМС "Электроника ТЗ-16М" и блок интерфейсных плат "БИП Электроника". Использование стандартного периферийного оборудования обеспечивает ввод и вывод информации, а также запись на перфоленте больших массивов данных. Измеряемый электрический сигнал воспринимается и преобразуется в цифровую форму вольтметром. В качестве графопостроителя используется двухкоординатный самопишущий потенциометр ПДП-4-002, позволяющий выводить результаты на печать в виде графика, т.е. в наиболее удобном для анализа виде.

Коммутатор каналов дает возможность подключать согласно программе целый ряд измерительных каналов к вольтметру и ограничиться, таким образом, одним высококачественным вольтметром. Собственный паразитный сигнал, возникающий в коммутаторе, не превышает 1 мкВ. Это важно, поскольку измеряемые сигналы очень малы. Релейный регистр позволяет управлять различным экспериментальным оборудованием, в частности, при измерении электросопротивления коммутировать ток через образец. Источник тока и эталонное сопротивление необходимы для создания и измерения тока. С помощью двух термопар измеряется температура образца.

Используя эту установку, можно проводить не только указанные выше измерения, но также и измерения других электрических свойств и вообще электрических величин. При этом необходимо изменить лишь программу ЭВМ. Установка автономна, для ее обслуживания не нужны дополнительные специалисты. Она может оказаться полезной в научных лабораториях различного профиля. Становится возможным проведение некоторых экспериментов, недоступных при измерении вручную. Благодаря ее использованию повышается производительность труда экспериментатора примерно в 10 раз.



Схема автоматизированной установки для измерения электрических и термоэлектрических свойств металлов и полупроводников

Статья поступила 18 мая 1979 г.

НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОМПЛЕКТОВ БИС

В СТАНКОСТРОЕНИИ

Ю. Е. Чичерин

УСТРОЙСТВО ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-31"

УДК 681.3.06

Недостаток рабочей силы в металлообрабатывающей промышленности привел к необходимости технической модернизации существующих станков путем встраивания в них устройств ЧПУ. Создание последних стало возможным благодаря достижениям отечественной микроэлектроники и разработкам ПЗУ емкостью 64 кбит типа K596PE1, статического ОЗУ емкостью 4 кбит типа 563PY1 на основе КМДП-технологии, 16-разрядного микропроцессорного комплекта БИС серии K588 на основе КМДП-технологии, однокристалльной 16-разрядной микро-ЭВМ.

Устройство предназначено для применения в оперативной системе управления универсальным токарным станком, снабженной следящими приводами и фотоэлектрическими импульсными измерительными преобразователями. Точность обработки — не хуже 0,01 мм.

В применяемых в настоящее время УЧПУ программы для обработки деталей составляют квалифицированными программистами-технологами с применением дорогостоящих специальных средств и вводятся при помощи перфоленты. Время подготовки и отработки программ для деталей средней сложности составляет не менее одного-двух дней, что затрудняет использование их в мелкосерийном производстве. УЧПУ "Электроника НЦ-31" встроено в фартук станка. Программы обработки детали вводятся на специальном упрощенном языке и могут быть составлены токарем средней квалификации.

Процесс ввода программ совмещен с отладкой и для деталей средней сложности составляет 1–1,5 ч, что позволяет оперативно изменять номенклатуру обрабатываемых деталей.

В состав устройства (рис.1) входят процессоры, оперативная память, пульт оператора, контроллер привода, контроллер импульсных преобразований, контроллер электроавтоматики, адаптер канала и таймеров, первичные и вторичные блоки питания.

Процессорная часть состоит из двух устройств, основного процессора (П1) и процессора управления приводами (П2).

Элементной базой служат микропроцессорные БИС серии K588, ПЗУ типа K596PE1 и БИС серии K555, на которых построена постоянная память для хранения неизменяемых программ.

Техническая характеристика

Разрядность, бит	16; 32
Число РОН	16
Система команд	команды микро-ЭВМ "Электроника НЦ-ОЗТ" с добавлением умножения 16-битных операндов на РОН, арифметико-логических операций с 16- и 32-битными словами на РОН и расширенных условий переходов
Быстродействие, тыс. операций /с	120 — для операций сложения 16-битных операндов на РОН 70 — для операций пересылки 16-битного операнда на РОН в память 40 — для операций сложения 32-битных операндов на РОН
Объем ОЗУ, кбит	4
Объем ПЗУ, кбит	64

Использование четырех процессоров вместо двух позволяет реализовать 6- и 8-координатные системы в отличие от 4-координатных.

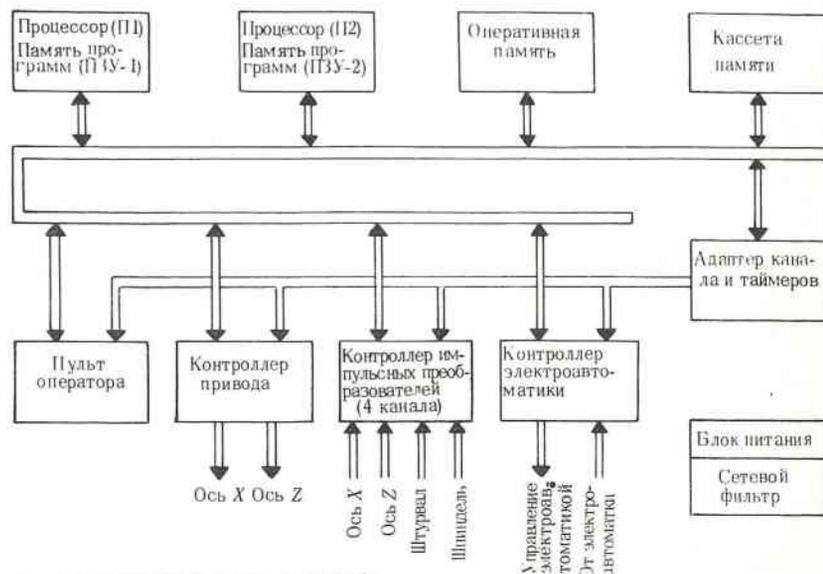


Рис. 1. Структурная схема УЧПУ "Электроника НЦ-31"

ОЗУ системы построено на основе статических КМДП БИС типа К563РУ1 и служит для обработки и хранения промежуточных результатов и констант. При выключении сетевого питания обеспечивается сохранность программ обработки в течение 100 ч. Возможно расширение памяти ОЗУ—ПЗУ до 56К слов.

Пульт оператора предназначен для ввода, редактирования, исполнения программ обработки и управления станком в различных режимах работы и отладки программ. Элементная база — 7-сегментный знакосиндикатор типа Б222Б и серия схем К555.

Контроллер привода служит для приема величины (кода) уставки эквивалентной скорости перемещения по двум координатам подачи (x, z). Код уставки (11 битов и знак) преобразуется ЦАП в выходной управляющий сигнал, поступающий на силовую часть привода. Элементная база — 12-разрядный ЦАП типа 594ПА1 и серия схем К555.

Контроллер импульсных преобразователей предназначен для приема сигналов с фотоэлектрических импульсных преобразователей, установленных на приводах, шпинделе, штурвале, и преобразования в стандартные цифровые сигналы, воспринимаемые цифровыми блоками УЧПУ. Обеспечивает обратную связь по перемещению (координаты x, z) от станка.

Контроллер электроавтоматики станка предназначен для переключения исполнительных реле станка

и приема сигналов состояния контактов реле и кнопок, расположенных в электросиловой части станка и на станке. Интерфейс модуля электроавтоматики имеет 16 входных и 16 выходных линий. Линии связи контроллеров для повышения помехозащищенности гальванически развязаны от УЧПУ при помощи оптронов типа К293ЛП1А, АОТ110.

Адаптер канала и таймеров — функционально и конструктивно законченное устройство, имеющее два интерфейсных стыка. Выполняет преобразование интерфейса общей шины в интерфейс контроллеров связи со станком (адаптерная часть ячейки), задание временных интервалов (программируемые таймеры), генерирование определенного сигнала на одной из линий интерфейса при обращении по общей шине к ведомому устройству с несуществующим адресом. Осуществляет стыковки с общей шиной и ячейками контроллеров. Элементная база — микросхемы К155, К555, К589. Применение адаптера магистрали позволяет практически неограниченно увеличивать число контроллеров.

Если на нескольких станках ведется обработка однотипных деталей, то после набора программы на одном станке можно при помощи кассеты памяти, выполненной в виде КМДП ОЗУ емкостью 8К слов с аккумулятором, перенести информацию на другие рабочие места. В блоке питания предусмотрен сетевой фильтр, служащий для защиты ее от промышленных помех.

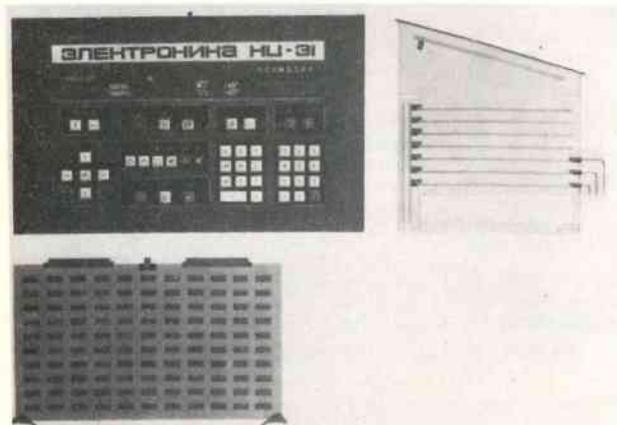


Рис. 2. Передняя панель и конструкция УЧПУ "Электроника НИ-31"

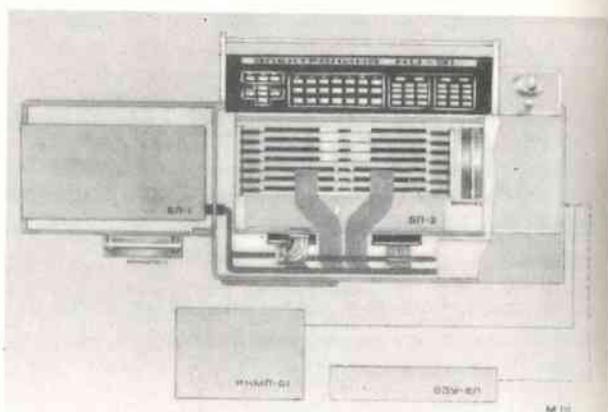


Рис. 4. Компоновка изделия УЧПУ "Электроника НИ-31"

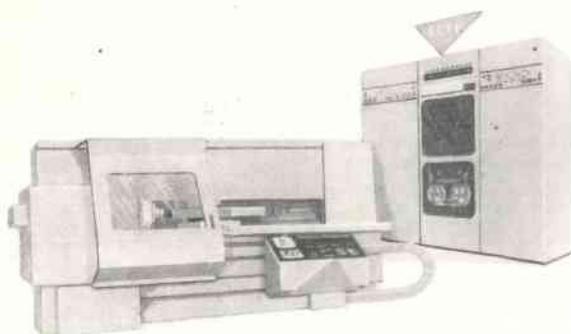


Рис. 3. Общий вид станка с УЧПУ

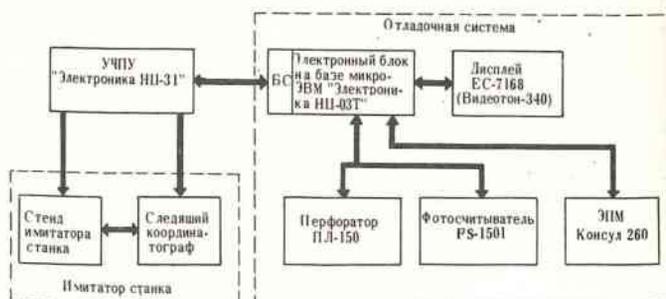


Рис. 5. Схема отладочного комплекса настройщика-программиста

с помощью управляющей информации, хранящейся в определенных, закрепленных за каждым каналом, ячейках ОЗУ.

Заданный набор скоростей передачи, каналность МКС-ТГ и быстрдействие микро-ЭВМ определили интервал времени обслуживания одного приемного или передающего канала, равным 100 мкс. Полный цикл обслуживания канала при приеме или передаче информации (каждого знака) включает захват внутренней магистрали подсистемы, шесть обращений к памяти (три по чтению и три по записи) и, при возникновении соответствующих условий, выполнение процедуры прерывания программы.

В процессе обслуживания мультиплексор выполняет такие управляющие операции, как: подключение и отключение каналов; замыкание и размыкание шлейфа; сравнение информационного знака со знаком, заданным программой, с целью определения начала и конца сообщения; модификация содержимого управляющего, адресного и информационного слов; слежение за состоянием каналов связи; паритетный контроль информационных знаков; инициация прерываний программы.

Питание КТС осуществляется от двух независимых фидеров промышленной сети, синхронизированных по частоте и фазе. Переключение с фидера на фидер занимает не более 1 мс и выполняется в состав комплекса однофазным устройством бесперебойного питания.

Программное обеспечение. КТС относится к классу программируемых систем коммутации, работающих в реальном масштабе времени и управляемых потоками сообщений, поступающих по каналам связи в направлениях:

– низовых абонентов, оператора и исправите-

ля неформатных сообщений со стороны верхнего уровня сети;

– верхнего уровня сети и исправителя неформатных сообщений со стороны низовых абонентов;

– верхнего уровня сети, а также оперативного управления работой системы со стороны оператора КТС.

Кроме того, система автоматически генерирует ряд сообщений оператору, например, в случае обрыва в канале связи, обнаружения аппаратного сбоя программой автоматического тестирования аппаратуры и т.п. Существует также поток журнальных записей сообщений верхнего уровня сети.

Программные средства КТС (рис. 2) обеспечивают объединение или распределение функций каналов оператора, исправителя и журнальных записей по каналам низовых абонентов. Работа по телеграфным каналам обуславливает введение в программное обеспечение программ реального времени (обслуживания каналов), а для обнаружения аппаратных сбоев или отказов на ранних этапах их возникновения – автоматического тестирования аппаратных средств без прерывания работы.

Программное обеспечение комплекса занимает 16К 16-разрядных ячеек памяти.

Прохождение сообщений через комплекс происходит следующим образом. Сообщения низовых абонентов, поступающие в КТС, обрабатываются программой приема в реальном масштабе времени и в виде однонаправленных списков хранятся в оперативной памяти ЭВМ. Каждому сообщению программа приема ставит в соответствие

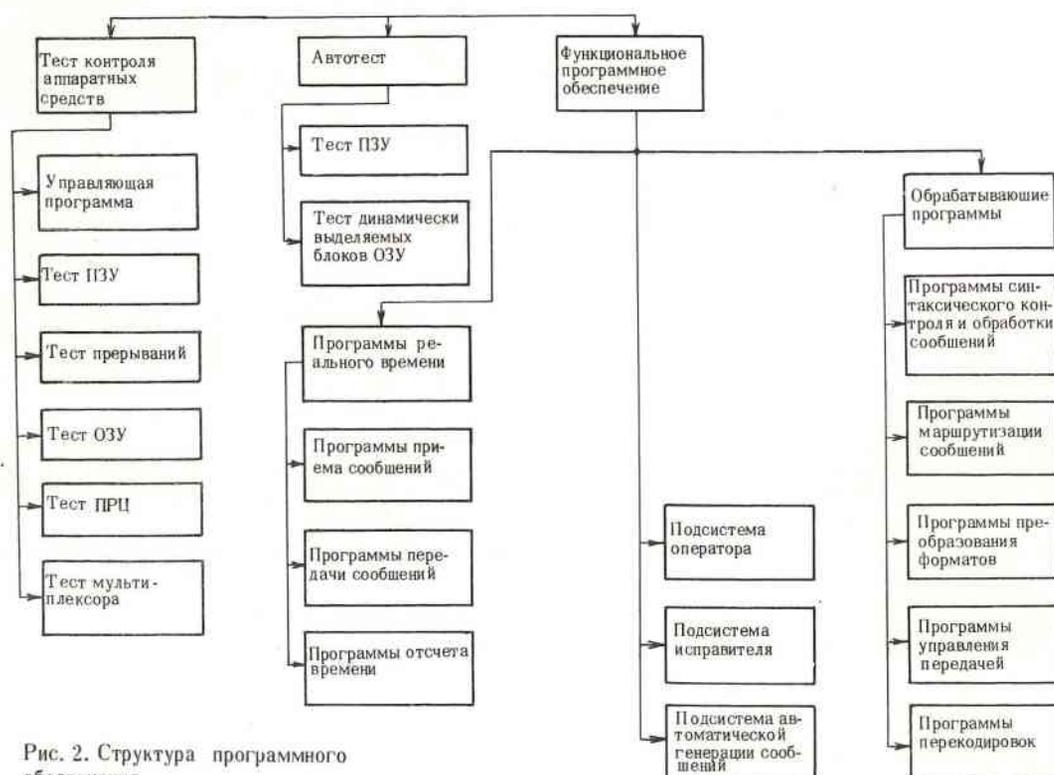


Рис. 2. Структура программного обеспечения

управляющую информацию, описывающую данное сообщение.

Далее сообщение обрабатывается программой синтаксического контроля и, если в нем не обнаруживается ошибок, выполняется преобразование формата и передача сообщения в верхний уровень сети. Все неформатные сообщения рассматриваются и корректируются на терминале исправителя. По каждому сообщению низовому абоненту выдается подтверждение, являющееся разрешением на передачу следующего. Сообщения, направляемые в верхний уровень, хранятся в оперативной памяти ЭВМ на случай необходимости повторной передачи.

Для сообщений, поступающих с верхнего уровня после отработки программ приема и синтаксического контроля, включается программа маршрутизации сообщения низовым абонентам, для чего в памяти системы хранится путевой список, задающий привязку телеграфных обозначений каналов-получателей к физическим номерам этих каналов. Затем выполняется программа управления передачей низовым абонентам. Многоадресные сообщения передаются одновременно. По завершении процесса передачи сообщения стираются из памяти.

Неформатные сообщения верхнего уровня сети, запросы на повторную передачу, сообщения с некорректной последовательностью нумерации поступают оператору КТС для принятия решения.

Работа КТС в условиях повышенной нагрузки. В случае возникновения опасности перегрузки (превышения в течение заданного времени потока входящих сообщений над потоком исходящих) КТС извещает низовых абонентов о прекращении приема и блокирует их каналы.

В случае дальнейшего ухудшения ситуации КТС блокирует прием с верхнего уровня и передает оператору сообщение об аварии.

Критерием прекращения приема от низовых абонентов является дефицит свободной памяти

$W_{\text{своб}}$. Нормальная работа возможна при выполнении следующего условия:

$$W_{\text{своб}} \geq P + \sum_{i=1}^{32} K_{B_i} (S_{\text{ср}} - S_i) + \text{const},$$

где K_{B_i} — коэффициент, характеризующий наличие вводимого по i -му каналу сообщения (1—вводится, 0 — не вводится);
 $S_{\text{ср}}$ — средняя длина сообщения, измеряемая блоками по 64 знака;
 S_i — величина введенной части сообщения, измеряемая блоками;
 P — резерв верхнего уровня (блоки);
 const — свободная память, обеспечивающая работу программ.

Критический объем буферной памяти составляет:

$$W_{\text{кр}} < P + S_{\text{ср}} * \sum_{i=1}^{32} K_{B_i}.$$

Ситуации аварии соответствует условие $W_{\text{авар}} < P + \text{const}$. Прием сообщений от очередного абонента разрешается при наличии свободной буферной памяти в объеме:

$$W_{\text{рзр}} > P + S_{\text{ср}} * \sum_{i=1}^n K_{\Pi_i} + \text{const},$$

где K_{Π_i} — коэффициент, характеризующий физическое подключение i -го канала (0 — отключен, 1—подключен), $n < 32$.

Из-за отсутствия в КТС других видов буферной памяти кроме ОЗУ способность выдержать трафик нагрузки определяется главным образом его объемом. С целью характеристики комплекса по трафику вводится понятие скорости заполнения ОЗУ:

$$V = \frac{S_{\text{вх}} - S_{\text{вых}}}{T}, \text{ сообщений/с.}$$

На рис. 3 показаны зависимости времени, в течение которого КТС способен выдержать данную нагрузку для двух значений объема буферной памяти ($W = 8\text{К}$ слов и $W = 24\text{К}$ слов).

Из графика видно, что при данных характеристиках потока (0,05 сообщений/с) КТС обеспечивает нормальный режим в течение 20 мин при $W = 8\text{К}$ слов и в течение примерно 60 мин при $W = 24\text{К}$ слов.

Заложенные в КТС "Электроника НЦ-32" принципы в совокупности с программными средствами позволяют использовать его на линиях связи различного назначения (ст физического провода до стандартных коммутируемых и некоммутируемых телеграфных каналов), допуская при этом пятикратное превышение заданного потока сообщений и обеспечивая исправляющую способность информационных знаков на приеме не хуже 45%, вероятность искажения знака, потери сообщения при обработке и засылке в неправильный адрес не более 10^{-8} .

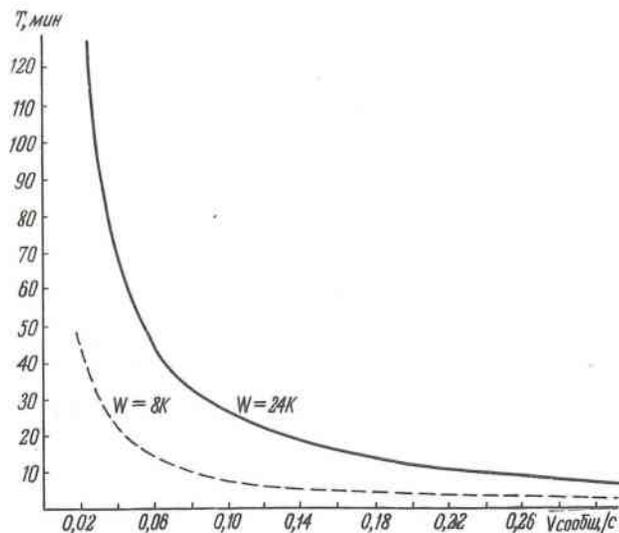


Рис. 3. Зависимость времени поддержания заданной нагрузки от ее величины

В МЕДИЦИНЕ

Б. М. Жигульский, Н. Н. Зубов, В. А. Меркулов,
А. И. Садовникова, М. А. Хаджихахметов

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ В АППАРАТУРЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

УДК 681.325.5—181.48:61

Надежность работы сложных систем управления во многом зависит от психофизиологического состояния (ПФС) оператора. Объективная оценка ПФС с определением уровня работоспособности в данный момент и прогнозом состояния на весь период работы необходима при решении вопроса о допуске оператора к ответственной профессиональной деятельности и для оптимизации режима труда и отдыха, обеспечивающего качественное выполнение задания. Оценка индивидуальных психофизиологических возможностей человека при профотборе имеет большое социально-экономическое значение, так как от обоснованной профориентации при приеме на работу непосредственно зависят результаты производственной деятельности.

Задача контроля ПФС может быть эффективно и качественно решена при условии массовости обследования операторов различных специальностей, функциональной полноте набора информативных психофизиологических методик и физиологических показателей, оперативности тестирования и автоматизации обработки результатов, возможности интегральной оценки и прогноза состояния по комплексным показателям.

Наибольшее распространение в нашей стране и за рубежом получили автономные приборы контроля отдельных психофизиологических характеристик и физиологических показателей — сердечной деятельности, сенсомоторных показателей при оптических и акустических раздражителях, функционального состояния оперативной памяти и внимания, различных физиологических показателей, тесно связанных с биоэнергетикой информационно-регуляторных процессов в организме. Однако интерпретация полученных данных, оставаясь функцией медицинского персонала, требует значительных затрат ручного труда и нередко носит субъективный характер. Для получения более точной оценки ПФС необходима сложная вычислительная обработка первичных психофизиологических данных.

Стремление повысить функциональную полноту контроля ПФС определило закономерную тенденцию к аппаратному объединению автономных приборов. Однако построение комплексированных систем на ИС малой и средней интеграции связано с увеличением объема аппаратуры, стоимости и энергопотребления. Эти проблемы успешно решаются при использовании средств микропроцессорной техники, которые позволяют создать переносные, недорогие и простые в эксплуатации системы контроля, реализующие на программном уровне процедуры психофизиологического тестирования для любого класса операторов в широком диапазоне параметров процедур и обеспечивающие высокие метрологические характеристики. К таким системам относится комплекс "Тонус НЦ-01". Он ориентирован на экспрессный контроль ПФС и позволяет проверить сенсомоторные показатели, некоторые характеристики высшей нервной деятельности и ряд физиологических показателей общего уровня активности организма. В состав комплекса (рис. 1) входят микропроцессорный контроллер, функциональный пульт, устройство сопряжения с пультом, устройство ввода и преобразования физиологических показателей, таймер.

Системный анализ алгоритмов процедур тестирования, метрологических требований по вводу аналоговых физиологических сигналов, процедур ввода исходных данных; вывода измеренных показателей и их обработки, требований к аттестации показал возможность их реализации на основе 8-разрядного микропроцессора с оперативной памятью блокнотного типа емкостью 256 байт, постоянной памятью программ объемом до 8 кбайт с использованием средств сопряжения на уровне параллельного программируемого интерфейса.

Микропроцессорный контроллер (рис. 2) реализован на базе комплекта высокопороговых КМОП БИС серии К587. Две 4-разрядные БИС арифметического устройства К587ИК2 составляют АЛУ. Устройство управления построено с использованием принципов микропрограммирования на основе



Рис. 1. Структурная схема комплекса "Тонус НЦ-01"

БИС управляющей памяти с программируемой логической матрицей. Для хранения программ применена микросхема технологического высокоинтегрированного биполярного ПЗУ К596РЕ1 емкостью 64 кбит с организацией $8K \times 8$. Для снижения потребляемой мощности в схему введен узел импульсного питания ПЗУ. ОЗУ состоит из восьми микросхем емкостью 256 бит.

Адресация к различным видам памяти осуществляется через узел адресации. Параллельный программируемый интерфейс построен на 8-разрядных регистрах (5 выходных ВР0-ВР4 и 3 входных ВР5-ВР7). Для обеспечения возможности расширения числа линий программируемого интерфейса до 256 байт магистраль адреса и данных имеет выход.

Техническая характеристика контроллера

Формат данных	8 разрядов
Число команд	61
Быстродействие типа регистр - память	10 ⁸ операций/с
Организация программной памяти	страничная
Число типов адресации памяти	2 (одним и двумя байтами)
Число регистров общего назначения	4
Потребляемая мощность	800 мВт

Адресация памяти данных подразделяется на:
 - непосредственную (второй байт команды является операндом);
 - прямую к блокнотной памяти (второй байт команды является адресом ячейки памяти);
 - косвенную к блокнотной памяти (второй байт команды является адресом ячейки, в которой содержится 8-разрядный адрес операнда);
 - прямую к периферийным внешним регистрам (второй байт команды является адресом регистра).

Последний тип адресации позволяет работать с регистрами программируемого интерфейса так же, как с ячейками памяти без дополнительных процедур ввода-вывода, что существенно сокращает аппаратные затраты на сопряжение. Область стека подпрограмм размещается в последних адресах блокнотной памяти. Глубина вхождения подпрограмм n ограничивается соотношением $V + 2n \leq 256$, где V - максимальный объем оперативных данных.

Функциональный пульт состоит из поля экспериментатора и поля испытуемого. Поле экспериментатора, содержащее клавиатуру, цифровой десятичный 4-разрядный сегментный индикатор и переключатели режимов, обеспечивает настройку, управление и запуск режимов комплекса, ввод-вывод числовых значений показателей, индикацию результатов автоматической оценки текущего состояния работоспособности с классификацией по двум классам: годен, не годен, или индикацию прогноза деятельности оператора с классификацией по трем классам: неудовлетворительный, удовлетворительный и хороший. Поле испытуемого предназначено для индикации методик тестирования, сообщения стимулов испытуемому и восприятия его реакций и содержит лампочки стимулов, кнопки ответа и конструктивные элементы, с помощью которых реализуются специальные методики.

Алгоритм процесса психофизиологического тестирования сводится в основном к использованию процедур генерации интервала времени с программированием заданных временных диаграмм и измерения временного интервала в режиме

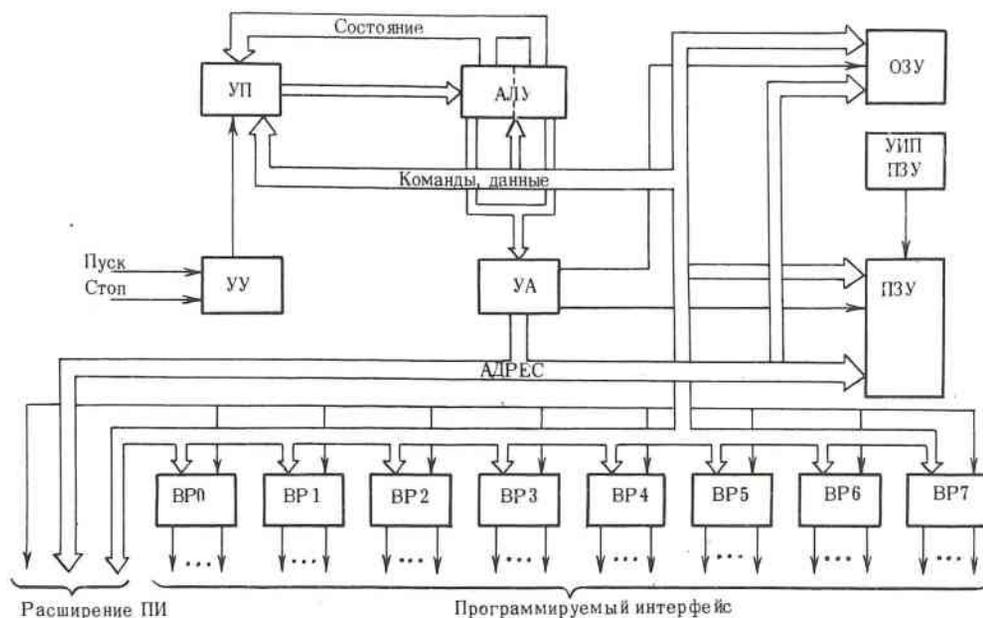


Рис. 2. Структурная схема микропроцессорного контроллера : УУ - устройство управления; УП - управляющая память; УИП - узел импульсного питания; УА - узел адресации; ВР - входные (выходные) регистры

слежения за событиями. Вводимые низкочастотные аналоговые физиологические сигналы преобразуются во временные интервалы (широкоимпульсная модуляция). В структуре комплекса предусмотрен таймер, обеспечивающий генерацию фиксированных временных меток. Генерация и измерение временных интервалов осуществляются на программном уровне с использованием таймерных меток.

Функциональное математическое обеспечение комплекса, зашитое в ПЗУ, позволяет реализовать:

- измерение физиологических и психофизиологических показателей оператора с обработкой результатов тестирования в двух вариантах: по полному набору методик и по заказанному подмножеству методик;
 - ввод-вывод пороговых значений показателей, заказ методик и вывод измеренных показателей на цифровой индикатор;
 - калибровочный режим по каналам физиологических сигналов;
 - метрологическую и функциональную аттестацию физиологических каналов;
 - диагностический тест микропроцессорного контроллера;
 - контроль средств отображения и восприятия реакций оператора на функциональном пульте.
- Последние 4 режима определяют высокую эксплуатационную надежность комплекса.

Конструктивно комплекс "Тонус НЦ-01" включает:

- плату микропроцессорного контроллера, содержащую 10 БИС общего применения и 2 программируемые БИС;
- плату сопряжения с пультом и электродами физиологических каналов;
- функциональный пульт с полями экспериментатора и испытуемого;
- блок сетевого питания;
- комплект слабополяризующих электродов для снятия с обследуемого электрофизиологических показателей.



Рис. 3. Общий вид комплекса "Тонус НЦ-01"

Размеры электронных плат — 300×180 мм.

Все узлы размещены в футляре, в качестве которого применен чемодан типа "дипломат" с габаритами 415×300×93 мм (рис. 3). Масса комплекса 6 кг. Потребляемая мощность: по вторичным цепям — 3,5 Вт, по первичной сети (220 В, 50 Гц) 8 — 9 Вт. Электробезопасность комплекса обеспечивается применением сетевого трансформатора с усиленной изоляцией между первичной и вторичными обмотками. Диапазон рабочих температур от +10 до +35°C.

Для отладки аппаратуры, функционального и аттестационного математического обеспечения разработан эмуляционный комплекс на базе микроЭВМ "Электроника НЦ-03Т", укомплектованной набором внешних устройств (считыватель, перфоратор, пишущая машинка) и адаптером перехода от системной магистрали микро-ЭВМ к внутренней магистрали микропроцессорного контроллера. При этом использованы все отладочные средства микро-ЭВМ — пульт программиста, перфоленочный ввод и вывод, регистрация. Объем отлаженного программного обеспечения составил 4,5 кбайта (из них: функциональная программа — 2,5 кбайта, тест команд микропроцессорного контроллера — 1 кбайт, тест проверки пультовых средств сопряжения комплекса с испытуемым и экспериментатором — 1 кбайт).

Комплекс "Тонус НЦ-01" высоко надежен и прост в эксплуатации. По сравнению с аппаратными системами, построенными на базе схем малой и средней интеграции, микропроцессорное исполнение обеспечивает значительное снижение веса и габаритов, стоимости, энергопотребления и сокращает время обработки результатов.

Такие портативные средства контроля ПФС найдут применение для:

- предстартового контроля летчиков, космонавтов, водителей автотранспортных средств, спортсменов и т.д.;
- текущего контроля ПФС операторов массо-



Рис. 4. Контроль психофизиологического состояния оператора с помощью прибора "Тонус НЦ-01"

вых профессий в микроэлектронной промышленности (сборщиц микросхем, фотолитографов, контроллеров и др.), операторского персонала ВМФ, диспетчеров управления воздушным движением в акваториях аэропортов, операторов РЛС с целью оптимизации режима труда и отдыха (рис. 4);

- контроля качества функциональных систем, необходимых для массовых видов операторской деятельности, при профотборе и профориентации;

- контроля эффективности лечебно-профилактических мероприятий при лечении больных с нервно-психическими расстройствами.

В дальнейшем предполагается обобщить и систематизировать методики тестирования и создать базовую микропроцессорную систему контроля психофизиологических характеристик широкого круга операторов различных специальностей; обеспечить электробезопасность с использованием гальванической развязки физиологических каналов, что позволит перевести системы электропитания на стандартные серийные трансформаторы общепромышленного применения; ввести в комплекс малогабаритные средства регистрации для документирования результатов обследования на базе печатающих устройств калькуляторного типа (цифropечать и термopечать); перейти к средствам отображения на жидкокристаллических структурах (цифровым и специальным индикаторам, которые обеспечат существенное снижение потребляемой мощности и возможность перехода на автономное питание; применить новую интегрированную микропроцессорную элементную базу, в частности однокристалльную микро-ЭВМ "Электроника НЦ-80".

Статья поступила 27 июня 1979 г.

А. В. Кобылинский, А. И. Лукашев,
В. П. Малышевский, Л. Ф. Ярош

МИКРОПРОЦЕССОР В УСТРОЙСТВАХ УПРАВЛЕНИЯ СБОРОЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

УДК 681.325.5-181.4.004

Использование микропроцессоров в устройствах управления (УУ) технологическим оборудованием открыло перспективы создания универсальных технических средств управления, сокращения сроков разработки и внедрения новых видов обо-

рудования, гибкого изменения его функциональных характеристик, а также повышения надежности и улучшения эксплуатационных параметров [1]. Серийное производство микропроцессоров дало возможность широко внедрить микропроцессорные УУ и тем самым подготовить базу для создания сборочного оборудования нового поколения [2], отличающегося высокой степенью автоматизации основных и подготовительных операций (автоматическая ориентация изделия, способность к "самообучению", тестовый контроль хода выполнения программы), возможностью оперативного изменения программы выполнения технологического процесса.

Технологическое сборочное оборудование для производства микросхем включает установки сортировки и классификации кристаллов, зондового контроля, разделения полупроводниковых пластин на кристаллы, посадки отдельных кристаллов в корпус, монтажа проволочных перемычек. Несмотря на различие выполняемых технологических операций, можно выделить общие признаки, свойственные всем установкам:

- большое число исполнительных устройств и устройств первичной информации;

- циклический характер работы исполнительных устройств и механизмов с возможностью прерывания (в зависимости от хода рабочей операции);

- широкий диапазон изменения временных параметров, характеризующих работу различных исполнительных устройств, а также устройств первичной информации;

- большие величины перемещений рабочих органов при малых дискретностях;

- совмещение в одном УУ арифметических и логических функций;

- определенное число однотипных команд УУ.

С учетом этих признаков разработано современное сборочное оборудование, основные характеристики устройств управления которым приведены в таблице.

Разработка микропроцессорных УУ начинается с выбора микропроцессора с определенным быстродействием, длиной информационного слова, объемом памяти (ОЗУ и ПЗУ), возможностями подключения необходимого числа устройств ввода-вывода. Максимальная частота сигналов управления для исполнительных устройств определяется частотой следования управляющих сигналов линейного шагового двигателя (ЛШД) и равна 25 кГц. Это означает, что на входе двигателя команды должны изменяться каждые 40 мкс. Для шагового двигателя (ШД) это время увеличивается до 200 мкс.

При управлении ШД и ЛШД от микропроцессорных УУ максимальная скорость двигателя рассчитывается по формуле $V = (NT_M)^{-1}$, где N - число команд в цикле основной программы; T_M - среднее время выполнения команды.

При T_M , равном для МП 3 мкс, число команд, которые могут быть выполнены при формировании нового состояния фаз, равно 13 для ЛШД и 66 для ШД.

Характеристики устройств управления сборочным оборудованием

Оборудование	Число логических элементов (корпусов ИС)	Число исполнительных устройств, датчиков, устройств исходной информации	Максимальная величина перемещения прецизионных исполнительных устройств, мм	Дискретность перемещения, мкм	Максимальная частота управляющих сигналов, Гц		Длительность вычислительной паузы, мкс	Функциональные возможности
					ЛШД	ШД		
Установка сортировки и укладки кристаллов	500	25	250	5		5000	—	Реализация алгоритма управления циклом установки
Лазерный скрайбер	700	25	300	10	2000		≥ 200	Реализация алгоритма управления циклом установки, аппроксимация окружности многоугольником при обходе пластины
Зондовый автомат	700	30	350	10	2000		—	
Установка монтажа кристаллов	55	20	1	10		1000	—	
Автомат межсоединений (число монтируемых соединений—48)	300	30	100	10		5000	50—250 (в зависимости от способа образования сварного соединения)	Умножение, суммирование, вычитание чисел в аналоговой форме

Алгоритм управления ЛШД и ШД можно представить циклическим повторением команд "пуск на шаг" и "повторить" с одновременным суммированием шагов для определения пути. Для реализации алгоритма при оптимальной программе достаточно ~ 10 команд МП.

Объем памяти микропроцессорного УУ зависит от числа выводов кристалла: $S = 2N \cdot 2n$, где $2N$ — число точек сварки на кристалле и корпусе; 2 — коэффициент, учитывающий наличие двух координат (в декартовой системе) для каждой точки сварки; n — коэффициент кратности 1 байту. Расчет показывает, что для управления монтажом межсоединений 48-выводного корпуса необходим объем памяти 384 байта. В расчете не учтен объем ПЗУ для хранения рабочей программы микропроцессорных УУ, который определяется программой выполнения алгоритма и может изменяться от 2,5 до 8 кбайт.

Таким образом, построение микропроцессорных УУ для сборочного оборудования возможно при следующих параметрах применяемых микропроцессоров и составных частей УУ: среднее время выполнения команды не более 3 мкс; длина информационного слова 1 байт с возможностью работы со словами, кратными байту; объем памяти ≥ 384 байта (ОЗУ) и 2—8 кбайт (ПЗУ); возможность подключения до 40 устройств ввода-вывода.

Полученные выводы были подтверждены при разработке и исследовании автоматической установки монтажа межсоединений с УУ на основе МП К5801К80.

Техническая характеристика микропроцессорного УУ

Максимально возможное перемещение прецизионных исполнительных устройств, мм	640
Дискретность перемещения, мкм	10
Число монтируемых межсоединений	72
Число логических элементов (корпусов ИС)	250
Быстродействие, операций/с	250000
Объем ОЗУ, кбайт	1
Объем ПЗУ, кбайт	4
Число подключаемых устройств ввода-вывода	60
Длина информационного слова, бит	8

с возможностью работы с 2—3-байтовыми словами

Использование микропроцессорных УУ в лазерном и дисковом скрайберах, автоматах монтажа межсоединений проволокой, автоматизированном оборудовании визуального контроля позволило сократить сроки проектирования, уменьшить затраты на изменение функциональных возможностей оборудования по сравнению с УУ аппаратного типа.

Опыт применения микропроцессоров показал, что только при комплексном решении задач, которые выдвигаются при освоении микропроцессора как универсального логического устройства, возможна реализация всех его преимуществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николз. Применения микропроцессоров. — ТИИЭР, 1976, т. 64, № 6.
2. Васенков А. А. Микропроцессоры. — Электронная промышленность, 1978, вып. 5.

Статья поступила 22 января 1979 г.

«ЭЛЕКТРОНИКА ТЗ-29»

МАЛОГАБАРИТНАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И УПРАВЛЯЮЩАЯ МИКРОСИСТЕМА

Предназначена для автоматизации инженерного и научного эксперимента.



Язык программирования БЕЙСИК, Ассемблер
Диапазон представления чисел $10^{-99} \dots 10^{99}$
Относительная погрешность вычислений $\pm 10^{-10}$
Объем памяти 32 кбайт
Быстродействие 10 мкс — двоичное сложение;
5 мкс — десятичное сложение
Встроенные УВВ клавиатура, дисплей,
кассетное ЗУ
Каналы ввода-вывода программируемый канал,
линия коллективного пользования,
канал прямого доступа к памяти
Габариты 500x450x180 мм
Масса 25 кг
Потребляемая мощность 85 Вт
Операционная система хранится в ПЗУ объемом 16–20 кбайт, что значительно упрощает инициирование микросистемы и определяет ее готовность к работе практически сразу же после включения питания.
Встроенное кассетное ЗУ позволяет записать на компакт-кассете типа МК-60 программы и числовые данные. Объем информации, хранимой на одной кассете, — 100 кбайт. Поиск массивов осу-

ществляется автоматически в режиме перемотки. Номера массивов могут быть произвольными.

Быстродействующий канал прямого доступа к памяти, скорость передачи данных по которому достигает до 800 кбайт/с, дает возможность применять совместно с микросистемой быстродействующие периферийные устройства.

Линия коллективного пользования служит для подключения к микросистеме универсальных цифровых программируемых приборов синтезаторов частоты, частотомеров, источников питания и т. п.

В языковых средствах микросистемы на уровне языка БЕЙСИК предусмотрена возможность использования внешнего ВКУ объемом 1024–2048 символов для расширения характеристик встроенного дисплея. В качестве ВКУ может быть использован любой промышленный телевизор, имеющий вход видеосигнала. Микросистема имеет общее адресуемое пространство памяти благодаря использованию общих адресных и числовых регистров, что позволяет упростить устройство управления, уменьшить объем оборудования, облегчить специализацию языка.

Е. А. ИВАНОВ, Л. П. МУРЕНКО,
А. Н. ФИЛИМОНОВ, Ю. Ф. ШИРОКОВ

С. Б. Воробьев, В. С. Петровский, С. Е. Потапов, Л. М. Юрик

РЕЗИДЕНТНАЯ СИСТЕМА ОТЛАДКИ ПРОГРАММ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ"

УДК 681,3-181.48

● Входит в состав базового программного обеспечения микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т". Предназначена для отладки и проверки объектных программ, получаемых после трансляции программ с языка Ассемблер.

● Ориентирована на работу с фотосчитывателем "FS-1501", перфоратором "ПЛ-150", пишущей машинкой "Консул-260". Вместо пишущей машинки в качестве пульта программиста может быть использован дисплей "Видеотон-340".

● Относится к системам физического уровня, потому что в процессе отладки программ пользователь имеет дело с такими объектами, как ячейки оперативной памяти и регистры процессора. Такой уровень системы в сочетании с большим набором выполняемых операций позволяет вносить изменения и выполнять прокрутку участков программы в оперативном режиме без повторной трансляции.

● Построена по модульному принципу и включает три программные компоненты: управляющую, осуществляющую прием и синтаксический анализ команд, вводимых с пульта программиста; исполнительную, содержащую исполнительные программы для каждой команды, и операционную. Последняя имеет в своем составе необходимые для функционирования системы отладки макрокоманды перфокарочной операционной системы.

● Допускает работу с восьмеричными, десятичными и шестнадцатичными числовыми данными, а также с текстовыми массивами.

● Обеспечивает:

- ввод (вывод) программ и данных;
- отображение, изменение и пересылку содержимого ОЗУ;
- отображение и изменение содержимого регистров;
- управление точкой останова;
- прокрутку программы с указанной командой с печатью результатов выполнения;
- программную защиту указанных пользователем областей памяти и самого отладчика;
- поиск заданного значения внутри указанной области памяти;
- прерывание выполнения команды по сигналу "Внимание".

Отлаживаемая программа загружается в оперативную память и выполняется по частям, с исправлением обнаруженных ошибок. Полученная программа или ее часть может быть выведена на перфокарты.

Команды ввода-вывода обеспечивают ввод с перфокарты программы для отладки в оперативную память, "подкачку" необходимых данных и вывод программ или данных на перфокарты.

Команды отображения, изменения и пересылки содержимого памяти позволяют просматривать и при необходимости изменять содержимое ячейки или группы ячеек в оперативной памяти. К ним относятся команды: отображения и изменения содержимого ячейки, отображения содержимого группы ячеек, изменения содержимого группы ячеек на константу, загрузки массива, копирования массива, перфорирования массива.

В процессе исполнения команд отображения и изменения содержимого регистров программист имеет дело не с реальными регистрами процессора, а с псевдорегистрами — составной частью слова состояния программы, которое описывает прерванное или начальное состояние отлаживаемой программы. Команды осуществляют отображение и изменение содержимого псевдорегистров и отображение слова состояния программы.

Управление точкой останова осуществляется тремя командами: "Установить точку останова", "Отобразить и изменить параметры точки останова", "Отменить точку останова".

Для запуска прокрутки программы с указанного адреса используется команда "Выполнить", а команда "Дальше" — с точки останова. Эти же команды определяют режим печати. Прокрутка может идти без печати или с печатью результатов счета после выполнения каждой команды или только в точках ветвления программы.

Для поиска заданного значения внутри указанной области памяти служит команда "Найти". На пульт программиста выдаются все адреса, содержимое которых удовлетворяет условиям поиска.

Система отладки обеспечивает на программном уровне защиту самого

отладчика, а также заданных пользователем областей оперативной памяти. При попытке записи в указанные области система останавливает исполнение отлаживаемой программы и извещает пользователя о нарушении защиты. Пользователю предоставляется возможность задавать зоны внутри отлаживаемой программы, в пределах которых в процессе прокрутки программы должна вестись распечатка результатов счета.

Дальнейшее развитие системы отладки будет идти в направлении расширения ее функциональных возможностей, разработки варианта системы для работы под управлением операционной системы с отладкой программы в математических адресах и создания "программного" пульта на базе микро-ЭВМ "НЦ-03Т" для отладки программ для микро-ЭВМ семейства "Электроника НЦ".

Статья поступила 16 апреля 1979 г.



НОВАЯ КНИГА

Клингмон Э.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Пер. с англ. — М.: Мир, 1980 (1 кв.)

Рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с проектированием микропроцессорных систем обработки данных. Описаны основные микросхемные схемы, используемые при разработке таких систем, обсуждаются их возможности, особенности функционирования и применения. Большое внимание уделено сопряжению устройств с различной логикой. Проведен сравнительный анализ ряда существующих и проектируемых систем. Для специалистов, занятых проектированием и использованием средств обработки данных. Может служить пособием для студентов при изучении соответствующих разделов вычислительной техники.

АРХИТЕКТУРА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СРЕДСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Повышение производительности микро-ЭВМ благодаря совершенствованию архитектуры и увеличению разрядности становится действенным фактором, определяющим расширение сферы использования микропроцессорной техники.

При проектировании систем на основе микро-ЭВМ время и стоимость разработки системы в большой мере определяются составом, качеством и доступностью математического обеспечения и вспомогательных средств отладки программ, поставляемых для конкретной машины. Для ускорения процесса проектирования изделий на основе микро-ЭВМ необходим переход от автоматизации программирования к автоматизации проектирования изделия в целом, включая этапы формулировки задания, отработки алгоритмов, определения схемно-программного разделения выполняемых функций и комплексной проверки.

Н.М. Воробьев, В.М. Елагин,
В.Г. Сиренко, Ю.Е. Чичерин

АРХИТЕКТУРА МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-03Т"

УДК 681.3-181.48

Микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" является одной из моделей семейства микро-ЭВМ "Электроника НЦ", обладающего полной архитектурной совместимостью "снизу ввѣрх", а следовательно, преемственностью программного обеспечения и аппаратных средств по мере развития семейства. Эта модель при высоком архитектурном уровне, свойственном мини-ЭВМ, отличается малой стоимостью и небольшими габаритами.

Функциональная структура микро-ЭВМ. Микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" построена по модульному принципу и представляет собой набор

устройств хранения, коммутации и обработки, объединенных магистралью передачи информации (рис.1). Основным устройством хранения оперативной информации является модуль оперативной памяти ОЗУ емкостью 2Кх16 бит. К одной магистрали можно подключить не более 28 модулей ОЗУ. ОЗУ построено на базе высокопороговых статических КМОП БИС емкостью 256х1 бит.

При необходимости к микро-ЭВМ можно подключить дополнительный блок оперативной памяти емкостью до 56Кх16 бит, построенной на динамических БИС ОЗУ. Набор устройств ввода-вывода информации для микро-ЭВМ включает перфоратор ПЛ-150, устройство считывания с перфоленты FS-1500, ЭПМ "Консул-260", дисплей "Видеотон-340", подключаемые к микро-ЭВМ через контроллеры устройств ввода-вывода (КВВ). Число устройств, которые можно использовать в составе микро-ЭВМ, постоянно расширяется по мере разработки и производства новых типов контроллеров.

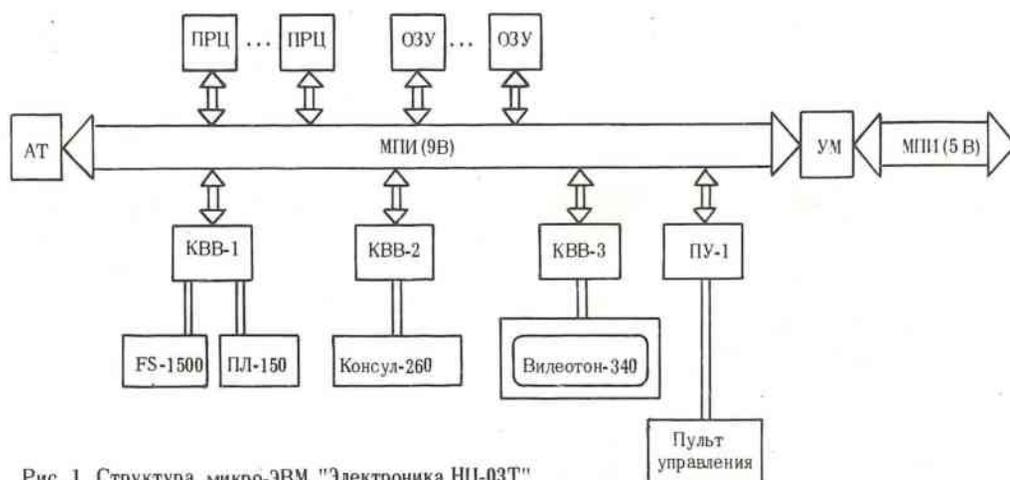


Рис. 1. Структура микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т"

В состав микро-ЭВМ входят также инженерный пульт управления (ПУ) и устройство управления магистралью — арбитр-таймер магистрали (АТ). Пульт управления позволяет производить диагностику состояния устройств, подключенных к магистрали микро-ЭВМ, и облегчает отладку программ пользователей. Арбитр-таймер предназначен для распределения во времени работы магистрали микро-ЭВМ между устройствами и обнаружения некоторых типов сбоев при обменах по магистрали.

К микро-ЭВМ через усилитель магистрали подключаются устройства со стандартными контроллерами СМ ЭВМ. Каждое устройство представляет собой законченный функциональный модуль и, за исключением ПУ, размещается на одной печатной плате.

Функции обработки в микро-ЭВМ выполняет процессор ПРЦ 03Т.

Процессор "Электроника НЦ-03Т" является конструктивно законченным модулем обработки информации, предназначенным для использования в управляющих однопроцессорных и многопроцессорных вычислительных системах. Он выполнен в виде двусторонней печатной платы, размером 180x300 мм с расположением микросхем на одной стороне. На плате размещены 12 КМОП БИС (4 БИС УП, 4 БИС АУ, 4 БИС ОИ) серии К587 и микросхемы серии К564.

Регистры процессора делятся на два класса — регистры пользователя и системные регистры. Первые обеспечивают возможность написания программ управления системой, включающей собственно ЭВМ и ее операционную систему; вторые служат для выполнения системных функций (обработки прерываний, распределения памяти под сегменты данных процессов, организации взаимодействия процессора с устройствами и другими процессорами микро-ЭВМ).

К числу регистров пользователя относятся четыре 16-разрядных регистра общего назначения (РОН), обозначаемых R_c , регистр признаков результата выполнения арифметико-логической операции (РПР), включающий четыре признака: расширения, знака, переполнения и нуля.

К системным регистрам относятся 16-разрядный регистр счетчика команд (РСЧК); 16-разрядный регистр-указатель верхушки стека (РУС); два 16-разрядных регистра баз данных (РБДО, 1); 8-разрядный регистр-буфер внешних прерываний (РБП); 6-разрядный регистр режима работы процессора (РР); одноразрядный регистр маски прерываний процессора (РМ); 2-разрядный регистр команд прямого управления (РКПУ).

Регистр счетчика команд указывает адрес очередного командного слова в памяти ЭВМ. С помощью

РУС организуется стек. РУС указывает на текущую границу стека. Наличие стека упрощает механизмы обращения к подпрограммам, обработки прерываний и возврата к исходной программе или прерванному процессу. Стек размещается в памяти ЭВМ и РУС содержит физические адреса ячеек.

Наличие двух регистров баз данных обеспечивает адресацию данных в программе. Регистр режима содержит признак режима работы процессора и 4-разрядный номер процессора. Весь регистр доступен по чтению из магистрали, но по записи доступен только признак режима шаг/автомат.

Признак регистра маски во включенном состоянии блокирует внешние по отношению к процессору прерывания. Для запоминания слов прерывания предназначен регистр-буфер прерываний. Запись в РБП вызывает автоматическую установку маски в РМ.

Через регистр команд прямого управления процессору могут быть переданы по магистрали от активного устройства четыре команды: "Пуск начальный", "Пуск", "Ждать" и "Стоп". Запись в РКПУ команды "Пуск начальный" приводит все схемы процессора в исходное состояние, устанавливает РМ и вызывает обнуление РСЧК. Команда "Пуск" вызывает выполнение процессором очередной команды, адрес которой хранится в РСЧК, если процессор находился в пошаговом режиме. В автоматическом режиме команда "Пуск" не изменяет состояние процессора. Команда "Стоп" переводит процессор в режим пошагового выполнения программы с одновременной установкой маски внешних прерываний. Команда "Ждать" переводит процессор в пошаговый режим выполнения программы с одновременным сбросом маски внешних прерываний.

Процессор "НЦ-03Т" состоит из четырех основных функциональных блоков: операционного, внутреннего управления, взаимодействия с внешней средой и интерфейсного (рис. 2). Операционный блок (ОБ) выполняет обработку операндов, вычисление физических адресов операндов и команд и включает в себя арифметическое устройство, реализованное на БИС АУ, и микропрограммное устройство управления, реализованное на БИС УП. В состав операционного блока входят регистры пользователя (РОН, РПР) и ряд системных регистров (РБДО, РБД1, РУС, РСЧК).

Блок внутреннего управления (БВУ) управляет всеми обменами внутри процессора, инициирует обмена с другими модулями по магистрали микро-ЭВМ, а также принимает решения об изменении хода выполнения программы при наличии соответствующих сигналов от блока взаимодействия с

внешней средой (БВС) или по неправильному коду команды. БВУ выполняет также элементы операционной обработки, например, пересылки левый правый (правый → левый) в байтовых операциях. В состав БВУ входят устройство микропрограммного управления (БИС УП), буфер байтов (БИС ОИ), схема начальной установки процессора и схема анализа завершения выполнения микрокоманд устройства управления.

Интерфейсный блок (ИБ) выполняет процедуру захвата магистрали микро-ЭВМ, инициируемую сигналами из БВУ и ОБ, буферизирует адрес и данные на буфере данных (БД) и осуществляет обмен информацией между магистралью ЭВМ и внутренней магистралью процессора.

Блок взаимодействия с внешней средой анализирует внешние сигналы установки и сбоя питания, способные изменить состояние процессора, и обращения извне по адресам регистров данного процессора. По результатам анализа внешних воздействий БВС вырабатывает сигналы для блока внутреннего управления. БВС включает в себя микропрограммное устройство управления (БИС УП), буфер прерываний, схему опознавания адреса и ряд системных регистров (РБП, РКПУ, РР, РМ).

Нормальным рабочим режимом процессора является автоматическое выполнение записанной в

память программы. Параллельно процессор принимает сообщения из внешней среды, которые могут поступить по линиям установки, сбоя питания или ошибки обмена магистрали микро-ЭВМ, или при обращении к процессору по адресам его регистров. При приеме очередной команды блок внутреннего управления процессора анализирует сигналы о внешних воздействиях, поступившие от блока взаимодействия с внешней средой, и при отсутствии сигналов, требующих прерывания текущей программы, анализирует код принятой команды. Если код команды входит в систему команд процессора, последний приступает к выполнению команды.

Сигнал на линии установки магистрали микро-ЭВМ переводит все устройства микро-ЭВМ в исходное состояние вне зависимости от их состояния в момент появления сигнала. При сбросе сигнала установки процессор переходит к выполнению процедуры начального пуска.

Сигнал на линии сбоя первичного питания устанавливается при выходе первичного питающего напряжения за допустимые пределы. При приеме очередной команды, в отсутствие более приоритетных заявок на прерывание, процессор приступает к обработке данного прерывания. При обращении по несуществующему адресу или обнаружении ошибки хранения информации при выполнении обмена устанавливается сигнал на линии ошибки обмена.

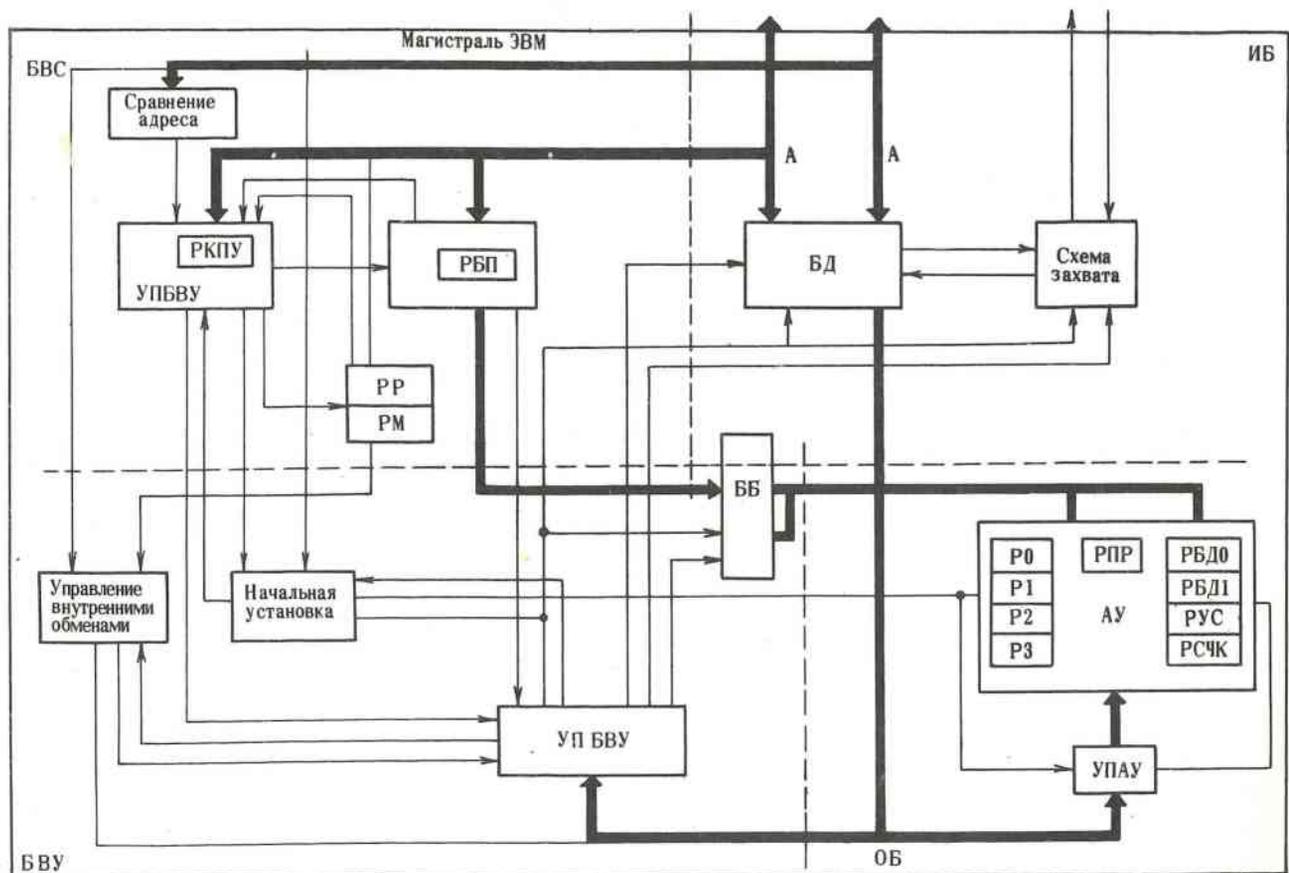


Рис. 2. Структурная схема процессора "Электроника ИЦ-03Т"

Появление этого сигнала блокирует запись в счетчик команд. При приеме следующей команды процессор переходит к процедуре обработки прерывания по ошибке обмена.

Обмен с регистрами режима, маски, буфером прерываний и команд прямого управления выполняется при любом состоянии процессора. Доступ к прочим регистрам разрешен только в состоянии "Стоп".

Главным диспетчером, определяющим последовательность действий при выполнении команды, является блок внутреннего управления. Анализ кода команды и признаков от БВС выполняется непосредственно после приема команды. БВС вырабатывает три признака: ошибки при обмене, обращения к регистрам ОБ и внешнего прерывания. Кроме того, на регистр команд устройства управления может быть принят не входящий в систему команд код команды. В любом из перечисленных случаев устройство управления БВУ выполняет стандартную процедуру: вырабатывает сигнал для схемы начальной установки, которая сбрасывает ОБ в исходное состояние, запускает ОБ и выдает код прерываний с одновременной записью вектора прерываний или код обмена с регистрами ОБ.

Магистраль передачи информации микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" представляет собой магистраль типа "Общая шина" с расширенными функциональными возможностями. Она рассчитана на построение многопроцессорных ЭВМ. Связь между устройствами на магистрали полностью асинхронна, что обеспечивает ей необходимую гибкость при работе с устройствами, имеющими различные скорости обмена данными. Обмен осуществляется по адресам в едином адресном пространстве магистрали, объем которого составляет 64К адресов, распределенных между памятью и регистрами устройств таким образом, что 56К адресов задают обмены с ячейками памяти, а 8К — с регистрами устройств ввода-вывода и процессора. Прерывание процессора может быть вызвано записью слова прерывания по адресу регистра-буфера прерываний одного из процессоров или безадресным прерыванием. Последнее преобразуется арбитром в запись по адресу регистра-буфера прерываний процессора, номер которого хранится в соответствующем регистре арбитра.

Таким образом, несмотря на то, что процессоры не реагируют на безадресные прерывания, устройства с контроллерами типа СМ ЭВМ, рассчитанные на применение в однопроцессорных системах и выполняющие только безадресные прерывания, могут успешно использоваться в составе микро-ЭВМ.

Мультипроцессорность. Важным показателем качества архитектурной разработки вычислительной системы является уровень затрат на повышение производительности в рамках ограничений, предъявляемых элементной базой и требованием миними-

зации объема аппаратуры. Осуществленный в микро-ЭВМ принцип децентрализованной распределенной вычислительной системы позволил с минимальными аппаратными затратами (мультипроцессорная надстройка на процессоре составляет около 15% объема его аппаратуры) добиться модульного наращивания вычислительной мощности системы и оптимальной конфигурации в соответствии с требованиями по производительности путем простой замены печатных плат в конструкции из готового набора.

Для МОП-технологии быстродействие процессора в несколько раз ниже, чем памяти. Благодаря этому несколько процессоров на одной магистрали могут работать с общими памятью и набором внешних устройств в режиме прямого доступа практически без взаимных помех, вызываемых простоями при ожидании захвата магистрали. Производительность микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" благодаря мультипроцессорности возрастает в среднем в 1,8 раза — для двухпроцессорной, в 2,5 раза — для трехпроцессорной, в 3,1 раза — для четырех- и более процессорных конфигураций, когда возрастающие помехи приводят к "насыщению" общей магистрали.

Благодаря мультипроцессорности, помимо облегчения адаптации к конкретным областям применения по производительности повышаются надежность системы за счет автоматической реконфигурации при сбоях или отказах в отдельных модулях и, кроме того, коэффициент использования оборудования за счет минимизации простоев памяти и внешних устройств.

Таким образом, мультипроцессорность микро-ЭВМ создает резерв производительности при пиковых нагрузках и повышает готовность вычислительных систем.

Система команд микро-ЭВМ является подмножеством базовой системы команд семейства "Электроника НЦ". Полный набор операций с основными способами адресации команд и данных представлен в однословном формате команд, что позволяет размещать компактные, высокопроизводительные, эффективные с точки зрения объема программы при характерных для микро-ЭВМ жестких ограничениях по объему памяти. Двухсловные команды использованы для расширения способов адресации.

Важной особенностью системы команд является математическая адресация в областях памяти данных, что означает вычисление действительного, "физического" адреса в памяти на этапе выполнения команды. Математическая адресация повышает эффективность операционной системы при выполнении одной из основных ее функций — динамическом распределении ресурсов.

В системе команд предусмотрены специальные средства обращения к подпрограммам и возможности обработки разными подпрограммами данных из общих областей. Взаимодействие между подпрограммами осуществляется через две области данных, свободно перемещаемых в адресном пространстве и одновременно доступных каждой программе. Данные в памяти адресуются относительно "баз" (начал) двух областей, значения которых хранятся на регистрах баз данных процессора. Запись в системе команд возможна только в область данных и в стек; команды записи данных в область программы отсутствуют, что исключает возможность модификации программы в ходе ее выполнения.

В системе команд предусмотрено задание передачи управления по полному адресу в командном слове, по адресу, взятому из стека или регистра общего назначения и относительно адреса выполняемой команды. Связь между программой и подпрограммами осуществляется командами передачи управления с сохранением адреса возврата, представленными во всех способах адресации в области программы. Условиями передачи управления могут быть наличие или отсутствие бита расширения разрядности результата, положительный или отрицательный результат, наличие или отсутствие арифметического переполнения результата, равенство или неравенство нулю результата операции.

Основным форматом данных является 16-разрядное слово, которое может интерпретироваться по принадлежности к одному из трех типов: логической переменной, арифметическому коду и арифметическому числу. Отрицательные арифметические числа представлены в дополнительном коде. Над словами определены четыре унарные (добавление и вычитание единицы, обнуление и инверсия), четыре арифметические (сложение, вычитание прямое и обратное, сравнение) и три логические ("И", "ИЛИ", сложение по модулю 2) операции. Кроме того, имеются операции сдвига слова на один разряд.

Для обработки символьной информации в системе команд представлены 6 операций над 8-разрядными байтами. Возможность описания на языке системы команд сложноагрегированных массивов данных обеспечивается разнообразием имеющихся в ней способов адресации, включающих адресацию двух сегментов по 256 слов каждый в областях данных по "короткому" адресу, задаваемому в командном слове, по полному адресу в памяти и набор способов адресации к областям данных через регистр общего назначения, в том числе с автоматической модификацией адреса в регистре и с индексированием адреса в регистре константой из памяти.

Система команд микро-ЭВМ включает также средства сохранения и восстановления состояния процессов, необходимые при работе в реальном времени, связи процессов с операционной системой и средства управления режимами работы процессора.

Система прерываний. В основе системы прерываний лежит векторная структура, обеспечивающая непосредственную идентификацию источника или причины прерывания и максимально быстрый переход к соответствующей процедуре обработки прерывания. Вектор прерывания либо передается от прерывающего устройства к прерываемому процессору по магистрали передачи информации, либо вырабатывается процессором в случае внутренних прерываний. Вектор прерывания указывает на обращение в память не за первой командой процедуры обработки прерывания, а за ее адресом, что обеспечивает перемещаемость процедур, а математическая адресация данных при обслуживании прерываний обеспечивает повторную входимость в процедуры обработки. Векторы прерываний указывают входы в 255 процедур обработки.

Прерывание процессора может быть вызвано следующими (в порядке убывания приоритетов) причинами: сбоям питания, прерыванием от устройств, ошибкой при обмене по магистрали, неправильным кодом команды.

Приоритетность прерываний на процессоре обеспечивается предварительной буферизацией в стеке состояний менее приоритетных прерываний с переходом на обслуживание наиболее приоритетного прерывания. Прерывания по неправильному коду и ошибке при обмене в процессоре не маскируются, прерывание по сбою питания маскируется только аппаратно в момент перехода к процедуре обслуживания и демаскируется также аппаратно сигналом восстановления питания.

Известно, что способность системы к управлению ресурсами тем лучше, чем выше разрешающая способность схемы маскирования прерываний. В микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" реализованы три уровня маскирования прерываний от устройств:

- суммарная маска — на все прерывания от устройств на процессоре;

- маска уровней — по разряду на каждый из семи приоритетных уровней прерываний от устройств на арбитре;

- маска позиций — на каждом способном к прерыванию устройстве (кроме процессоров).

Маскирование прерываний на всех трех уровнях осуществляется как программными, так и аппаратными (микропрограммными) средствами.

Система ввода-вывода. Ей присущи характерные для систем с магистралью "Общая шина" черты: равная доступность всех устройств, простота программного управления с кодом-выводом, совмещение операций ввода-вывода с операциями обработки.

Все устройства микро-ЭВМ связаны между собой одной магистралью с общими для всех устройств типами взаимодействия. Каждому устройству, включая ячейки памяти, регистрам процессоров и периферийных устройств, присвоен адрес в общем адресном пространстве.

Программирование работы с периферийными устройствами для ЭВМ с магистральной структурой чрезвычайно просто и не требует специальной группы команд ввода-вывода. Все операции над регистрами аналогичны операциям над данными, хранящимися в памяти. В частности, можно использовать обычную команду сравнения "память—регистр" для последующего условного перехода по результатам сравнения регистра состояния устройства с регистром процессора. Все операции и способы адресации операндов, описанные в системе команд, могут использоваться при программировании ввода-вывода.

Каждое устройство микро-ЭВМ содержит блок регистров, адресуемых по магистрали. Все регистры устройств можно разделить на регистры команд и состояния и регистры буфера данных. В устройстве может быть один или несколько регистров команд и состояния, содержащих всю необходимую для связи с устройством информацию.

Все устройства могут использоваться как устройства хранения, содержащие доступные по адресам регистры, и как активные устройства, способные к монополизации магистрали с целью последующего обмена данными. Устройство может инициировать обмен данными либо для записи (считывания) данных из памяти или из регистра другого устройства в режиме прямого доступа, либо для прерывания выполнения программы на одном из процессоров и перевода его на выполнение процедуры обработки прерывания, вход в которую устройство задает вектором прерывания.

Обмен данными в режиме прямого доступа может происходить между устройством и памятью или между двумя устройствами без участия процессора. Примером обмена между устройствами может служить вывод данных на экран ЭЛТ непосредственно с магнитной ленты или перфоленты.

Реализация описанных решений в микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" позволила получить мощное вычислительное средство для целей управления, обработки и передачи данных. Структурная гибкость и программная совместимость определяют простоту в эксплуатации и разнообразие применений: от станков с программным управлением и инженерных машин до специализированных систем управления, где определяющими факторами являются малое энергопотребление и габариты.

Статья поступила 12 июня 1979 г.

В. А. Меркулов, В. М. Покровский, Ю. Е. Чичерин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМ ВВОДА-ВЫВОДА МИКРО-ЭВМ

УДК 681.327.2

При проектировании микропроцессорной системы разработчик решает две основные задачи:

— выбор микропроцессора и построение близкой к оптимальной для данного класса задач структуры центрального процессора и памяти;

— определение номенклатуры внешних устройств системы и организации обмена между центральными устройствами и периферией.

От решения этих задач зависит эффективность системы в целом.

Традиционно под системой ввода-вывода понимается комплекс аппаратных и программных средств логического, электрического и конструктивного сопряжения центральных устройств — процессора и памяти — с внешними устройствами (ВУ). Наиболее распространенными являются аппаратные методы, при которых функции управления выполняются жестко смонтированными схемами — контроллерами ВУ. Аппаратный контроллер представляет собой устройство, специализированное под конкретный тип ВУ. Структура его практически не упорядочена, что приводит к значительной переработке даже при небольших изменениях в системе. Вместе с тем аппаратный контроллер обеспечивает оптимальное сопряжение с конкретным устройством и освобождает процессор от выполнения операций по непосредственному управлению им.

Наряду с аппаратными развиваются программные методы, при которых на внешних линиях ЭВМ создаются необходимые последовательности сигналов для управления ВУ с помощью команд или управляющих слов, хранящихся в памяти. Набор программно доступных внешних линий получил название программируемый интерфейс ЭВМ. Таким образом, сущность программируемого интерфейса или ввода-вывода заключается в обеспечении программного доступа к внешним линиям или группам линий с целью задания направления передачи по ним и формирования произвольных временных диаграмм. Аппаратно программируемый интерфейс реализуется в виде достаточно упорядоченной структуры из программно доступных регистров, а его специализация под конкретное устройство производится на программном уровне.

Наиболее эффективно программируемый интерфейс выполняется в ЭВМ, построенных по магистральной структуре. Особенностью такой структуры

является возможность обращения к внешним регистрам как к ячейкам памяти, что значительно упрощает программный доступ к ним. В этом случае аппаратный блок ввода-вывода строится как набор универсальных регистров, группы двунаправленных выходов которых и представляют собой собственно программируемый интерфейс. Для обеспечения взаимодействия с центральными устройствами ЭВМ в блок вводятся схемы селекции адреса и обмена, выполняющие процедуры обмена по магистрали. Кроме того, для управления режимами работы универсальных регистров необходимы вспомогательные регистры управления, также доступные программно. Признаки управляющих регистров определяют направление передачи по программируемым внешним линиям, режим передачи информации с запоминанием на регистре или без запоминания и некоторые другие функции. Для ввода инициативных сигналов на магистрали должны быть предусмотрены специальные линии, на которых схемой прерывания иницируются сигналы прерывания процессора. Для выяснения источника прерывания в схему вводится регистр, условно называемый регистром состояния ВУ. Этот регистр программно доступен по чтению. Режим прерывания может быть программно заблокирован. В этом случае линии ввода инициативных сигналов используются как обычные программно доступные вводные линии.

Электрическое сопряжение на внешних линиях достигается различными способами. Наиболее эффективным является использование приемопередатчиков с открытым коллектором, работающих в широком диапазоне коллекторных напряжений и выходных токов. При задании коллекторного напряжения самим пользователем извне могут быть получены необходимые уровни сигналов. При эксплуатации в промышленных условиях можно использовать оптронные или трансформаторные согласующие каскады, обеспечивающие электрическую развязку управляемого объекта и системы.

Для подключения того или иного внешнего устройства к блоку-пользователю микро-ЭВМ необходимо выбрать линии, наилучшим образом отвечающие их функциональному назначению в устройстве. Например, линии байтового обмена могут непосредственно подключаться к регистру ввода-вывода. Линии идентификаторов и служебных сигналов для удобства обработки могут быть подключены к отдельной группе или, в зависимости от вида обработки, к линиям ввода инициативных сигналов.

Собственно управление устройством осуществляется программой-драйвером, обеспечивающей прием в процессор данных для обработки, их анализ и выработку соответствующих управляющих сигналов. Например, если в какой-либо разряд регистра ввода-вывода, выбранного для формирования сигнала включения устройства, загружена логическая "1", это означает, что устройство включено. Если сигнал

представляет собой импульс определенной длительности, то после загрузки с помощью программного счетчика необходимо организовать отсчет длительности, а затем загрузить разряд логическим "0".

Программируемый интерфейс в отличие от аппаратного сопряжения обеспечивает универсальность и гибкость подключения ВУ вплоть до организации на внешних линиях какого-либо из стандартных интерфейсов, однако при этом все функции управления выполняются программно, что связано с затратами памяти и вычислительной мощности процессора.

Указанные принципы построения подсистем ввода-вывода реализованы в наборе модулей периферии микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т". Этот набор обеспечивает возможность построения как аппаратной, так и программной подсистем.

В состав набора входят аппаратный контроллер электрофицированной пишущей машинки (ЭПМ) "Консул-260", совмещенный аппаратный контроллер фотосчитывателя FS 1501 и ленточного перфоратора ПЛ-150, модуль последовательного ввода-вывода для сопряжения с алфавитно-цифровым дисплеем "Видеотон-340", модуль параллельного программируемого ввода-вывода.

Контроллер ЭПМ "Консул-260" обеспечивает вывод информации из ЭВМ на печать с преобразованием кодов КОИ-7 (ГОСТ 13052-74) в коды ЭПМ, ввод информации с клавиатуры ЭПМ с печатью символа и преобразованием кодов ЭПМ в код КОИ-7, автономную печать на ЭПМ, контроль кодов на четность при выводе и дополнение до четного числа единиц при вводе, автоматическое выполнение операций перевода регистров, возврата каретки по окончании строки, блокирования клавиатуры при печати очередного символа.

Для подключения контроллера к магистрали ЭВМ используются типовые узлы селектора адреса, дешифратора адреса, захвата магистрали, управления обменом и прерыванием. Селектор адреса обеспечивает выборку контроллера на магистрали. Дешифратор адреса вырабатывает сигналы выборки для регистров контроллера.

В состав адресуемых регистров контроллера входит 8-разрядный регистр данных (доступный по записи и считыванию) и 7-разрядный регистр состояний контроллера и ЭПМ (доступный по записи и считыванию).

Разряды регистра состояний распределяются следующим образом: ошибка данных, готовность вывода, готовность ввода, разрешение ввода, разрешение прерывания, автономный режим, сбой оборудования.

Для вывода информации на печать ЭВМ адресует на магистрали регистр состояний контроллера, считывает его текущее состояние и анализирует возможность вывода. Затем код символа, предназначенного для вывода, передается в регистр данных. Контроллер сбрасывает разряд готовности выво-

да", запрещая прием следующего символа до окончания печати текущего, и анализирует поступившую комбинацию на четность. Если ошибки по четности нет, контроллер преобразует код КОИ-7, поступивший из магистрали, в комбинацию для печатающих электромагнитов ЭПМ и возбуждает соответствующие токовые ключи для печати символа. При поступлении сигнала из ЭПМ об окончании печати контроллер взводит разряд "готовность вывода" регистра состояний и ждет следующего символа. Если при выводе обнаруживается ошибка по четности, взводится разряд "ошибка данных" регистра состояний. Процессор может осуществлять анализ регистра состояний, опрашивая его, если в разряде разрешения прерывания содержится логический "0". Если в этот разряд загружена логическая "1", т.е. прерывания разрешены, сигналы готовности вывода или ошибки инициируют на магистрали процедуру прерывания с передачей векторного адреса. Таким образом, программный блок вывода на печать можно построить как с опросом регистра состояний, так и с использованием прерываний.

Ввод информации с клавиатуры задается "1" в разряде "разрешение ввода" и также может быть организован в двух режимах, в зависимости от состояния разряда "разрешение прерывания" в регистре состояний. Если прерывания запрещены, при нажатии на клавишу ЭПМ по сигналу со специального датчика комбинатора клавиатуры контроллер принимает код символа.

Код комбинатора ЭПМ преобразуется в стандартный, дополняется до четного числа единиц и заносится в регистр данных. Схема управления печатью обеспечивает печать символа. По сигналу записи в регистр данных вводится разряд "готовность ввода" в регистре состояний. ЭВМ постоянно опрашивает регистр состояний и анализирует разряд "готовность ввода". При обнаружении "1" в этом разряде символ считывается в магистраль. При инициативном вводе, т.е. с разрешенным прерыванием, каждый раз при нажатии клавиши и печати символа вместе с установкой разряда "готовность ввода" запускается схема прерываний. Ввод символа в ЭВМ происходит в программе обработки прерывания. Время на постоянный опрос регистра состояний не затрачивается, и в интервалах между вводами процессор может выполнять текущие задачи.

Во избежание случайного нажатия на клавишу во время печати очередного символа контроллер блокирует клавиатуру и гасит разряд "разрешение ввода" в регистре состояний. Ввод с клавиатуры может быть заблокирован загрузкой "0" в этот разряд.

Автономный режим печати задается вспомогательной клавишей на передней панели ЭПМ. В этом режиме блокируется занесение кодов в регистр данных и цепи прерывания.

Совмещенный контроллер фотосчитывателя FS 1501 и ленточного перфоратора обеспечивает:

управление считывателем и ввод в ЭВМ информации по опросу и по прерыванию; управление перфоратором и вывод информации на перфоленту по опросу и по прерыванию; формирование сигналов ошибки и процедуры прерывания процессора при отсутствии сигналов "Готовность" фотосчитывателя или наличия сигналов "Конец ленты", "Обрыв ленты" перфоратора; включение перфоратора и протяжку ленты сигналами из ЭВМ.

Обмен данными с устройствами и магистралью выполняется байтами. Взаимодействие с магистралью обеспечивается узлами селектора адреса, управления обменом и прерыванием и захвата магистрали. В состав адресуемых регистров контроллера входит 8-разрядный регистр данных, доступный по чтению и записи, и 6-разрядный регистр состояний контроллера и ВУ.

Регистр состояний содержит следующие разряды: готовность ввода, готовность вывода, протяжка ленты, включение перфоратора, разрешение чтения, разрешение прерывания.

Для ввода информации с фотосчитывателя процессор загружает разряд регистра состояний "разрешение прерывания", задавая таким образом режим ввода по опросу или по прерыванию. Фотосчитыватель запускается загрузкой разряда "разрешение чтения". Перфолента протягивается до очередного пробивания синхродорожки, и строка вводится в регистр данных. Одновременно устанавливается разряд "готовность ввода" регистра состояний и запускается схема прерываний, если прерывание разрешено. Ввод данных в ЭВМ по опросу и прерыванию производится так же, как для контроллера ЭПМ.

Вывод информации на перфоратор начинается с загрузки разряда "разрешение прерывания" регистра состояний контроллера. Затем загрузкой разряда "включение перфоратора" осуществляется подача питающих напряжений на механизмы и схемы перфоратора. По истечении 2—3 с перфоратор разгоняет двигатель и вырабатывает сигнал "начальная установка", определяющий его готовность к перфорации. В режиме опроса ЭВМ постоянно считывает содержимое регистра состояний и анализирует разряд "готовность вывода". При наличии "1" в этом разряде информация, предназначенная для вывода, должна быть переписана в регистр данных контроллера.

В режиме прерывания вместе с установкой разряда "готовность вывода" контроллер инициирует на магистрали процедуру прерывания, сообщая ЭВМ о необходимости вывода очередной строки. По окончании вывода массива целесообразно запретить прерывание по выводу и организовать протяжку ленты.

О возможных ошибках и сбоях оборудования контроллер сообщает процессору, вырабатывая обобщенный сигнал ошибки, возникающий при выполне-

нии одного из условий: конец ленты в перфораторе при обращении к нему; обрыв ленты в перфораторе при обращении к нему; отсутствие сигнала "Готовность" фотосчитывателя при наличии сигнала "Разрешение ввода". Обобщенный сигнал ошибки может инициировать прерывание процессора. Ситуация анализируется программно.

Модуль последовательного ввода-вывода осуществляет прием с ЭВМ параллельного кода символа (код КОИ-7), преобразование его в последовательный телеграфный и передачу в устройство, прием последовательного телеграфного кода с устройства, преобразование в параллельный и передачу в ЭВМ по опросу или по прерыванию, контроль кодов, вводимых с устройства, на четность и сигнализацию процессору об ошибке.

Узлы захвата магистрали, управления обменом и адресного селектора обеспечивают связь модуля с магистралью. В состав адресуемых регистров модуля входят два 8-разрядных регистра хранения данных, имеющие на магистрали один и тот же адрес и выбираемые в зависимости от направления передачи, и 4-разрядный регистр состояний.

Разряды регистра состояний распределяются следующим образом: разрешение прерывания, ошибка ввода, готовность ввода, готовность вывода. Ввод и вывод информации реализуется аналогично подобным операциям в контроллерах, описанных выше. Отличие заключается в преобразовании параллельных кодов КОИ-7 в последовательную телеграфную посылку со стартовыми и стоповыми маркерами при выводе и обратном преобразовании при вводе. Необходимо отметить, что модуль обеспечивает связь с любым устройством, имеющим телеграфный адаптер с аналогичным форматом обмена. Скорость передачи по телеграфному каналу можно выбрать из ряда стандартных от 110 до 1200 бод заменой конденсатора и плавной подстройкой переменным резистором частоты задающего генератора. Модуль параллельного ввода-вывода дает пользователю возможность организации программируемого интерфейса. Программируемый интерфейс в этом случае содержит две 16-разрядные группы параллельно доступных выходных линий и две 16-разрядные группы линий, параллельно доступных по вводу. В схему модуля введены также две линии инициативных сигналов. С помощью модуля ввода-вывода может быть организована и перфокарная система ввода-вывода. При этом считыватель, перфоратор и ЭПМ подключаются к модулю через блок электрического сопряжения, а управление ими осуществляет программа-драйвер, при выполнении всех функций управления и анализа состояний занимающая в памяти ЭВМ около 500 ячеек.

Рассмотренный набор модулей дает возможность пользователю ЭВМ выбрать вариант подсистемы ввода-вывода и сопряжения с управляемыми объектами. При этом программируемый интерфейс целесообразно использовать для сопряжения с нестан-

дартными системными устройствами-пультами, исполнительными механизмами и датчиками управляемых объектов и т.п. Именно в этом случае максимально выявляется его гибкость и универсальность. Для устройств с упорядоченным или стандартным интерфейсом целесообразнее использовать аппаратные контроллеры с их специализацией и оптимальной для процедур обмена структурой. Поскольку обычно в системе имеются и те и другие устройства, окончательный выбор варианта подсистемы ввода-вывода зависит от их конкретного набора, необходимой информационной производительности системы в целом и экономических соотношений.

Статья поступила 12 июня 1979 г.

М. П. Гальперин, Е. И. Жуков,
В. Е. Панкин, В. И. Селиванов

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ СОПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5"

УДК 681.3.06

Семейство микро-ЭВМ "Электроника С5" насчитывает два поколения машин. К первому относятся микро-ЭВМ "Электроника С5-01", "Электроника С5-02", "Электроника С5-11", "Электроника С5-12", построенные на основе *p*-канальных МОП БИС; ко второму — микро-ЭВМ "Электроника С5-21" на основе *n*-канальных МОП БИС с быстродействием в 20 раз более высоким, чем у *p*-канальных микро-ЭВМ.

Сравнительно невысокое быстродействие микро-ЭВМ первого поколения обусловило разработку ряда *p*-канальных БИС УВВ, аппаратно реализующих некоторые функции преобразования информации:

- управление обменом параллельными цифровыми кодами;
- управление обменом последовательными кодами;
- формирование программно-управляемых временных интервалов;
- управление АЦП двухшагового интегрирования;
- кодирование данных с клавиатуры.

На основе этих БИС разработан набор функциональных модулей в конструктиве, принятом для микро-ЭВМ "Электроника С5-02" (размер плат $280 \times 160 \times 20$ мм), входящих в состав этой микро-ЭВМ*.

В набор входят:

— модуль цифровых входов-выходов (ЦВВ), обеспечивающий ввод 4 байтов и вывод 4 байтов в уровнях ТТЛ;

— модуль сопряжения с телетайпом, работающим в коде МТК-2 (РТА-60, РТА-6 и др.);

— модуль сопряжения с устройствами ввода-вывода с перфоленты (ПЛ-80, ПЛ-150, FS-1501);

— 15-канальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) для входных напряжений постоянного тока в диапазоне от -10 до $+10$ В с ошибкой преобразования $\leq 0,4\%$ и временем преобразования $< 0,1$ с;

— модуль дисплейного адаптера, обеспечивающий вывод на видеоконтрольное устройство телевизионного типа (ВКУ "Квант-М") сигналов синхронизации строчной и кадровой разверток и сигнала модуляции видеоканала для формирования на экране 14 символьных строк по 20 знаков в строке с алфавитом 128 символов, соответствующих объему информации, равному 280 байт (в коде КОИ-7) из общего поля ЗУ микро-ЭВМ. Начальный адрес этой зоны ЗУ задается программно;

— модуль ОЗУ емкостью 4 кбайт.

Внешний интерфейс этих модулей обеспечивает непосредственное сопряжение их с микро-ЭВМ "Электроника С5-12", что дает возможность создавать микро-ЭВМ желаемой конфигурации (рис.1), оптимально соответствующей требованиям каждого конкретного применения.

Повышение быстродействия и интеграции n -канальных МОП БИС позволило сделать следующий шаг в развитии программной реализации алгоритма функционирования устройства сопряжения при минимальной номенклатуре БИС УВВ. В состав УВВ микро-ЭВМ "Электроника С5-21" входят (рис.2):

— БИС К586 ИК2 (4 шт.);

— кварцевый генератор;

— делитель частоты, который выдает сетку частот (в уровнях ТТЛ) 1200, 600, 15, 7, 5, 1 кГц; 100, 10 и 1 Гц.

БИС К586 ИК2 — n -канальный МОП БИС УВВ является многофункциональным устройством, имеет перестраиваемую структуру и обеспечивает сопряжение микро-ЭВМ с внешними устройствами

широкой номенклатуры (пульты, устройства печати, телетайпы, модемы и т.п.), а также обработку и ввод в микро-ЭВМ сигналов прерываний, формирование программно-управляемых временных интервалов (таймирование), прямое и обратное преобразование параллельного кода в последовательный, число-импульсное преобразование.

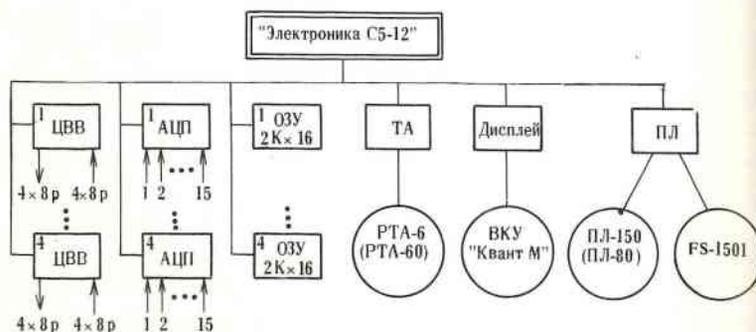


Рис. 1. Создание микро-ЭВМ желаемой конфигурации на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-12" и набора функциональных модулей

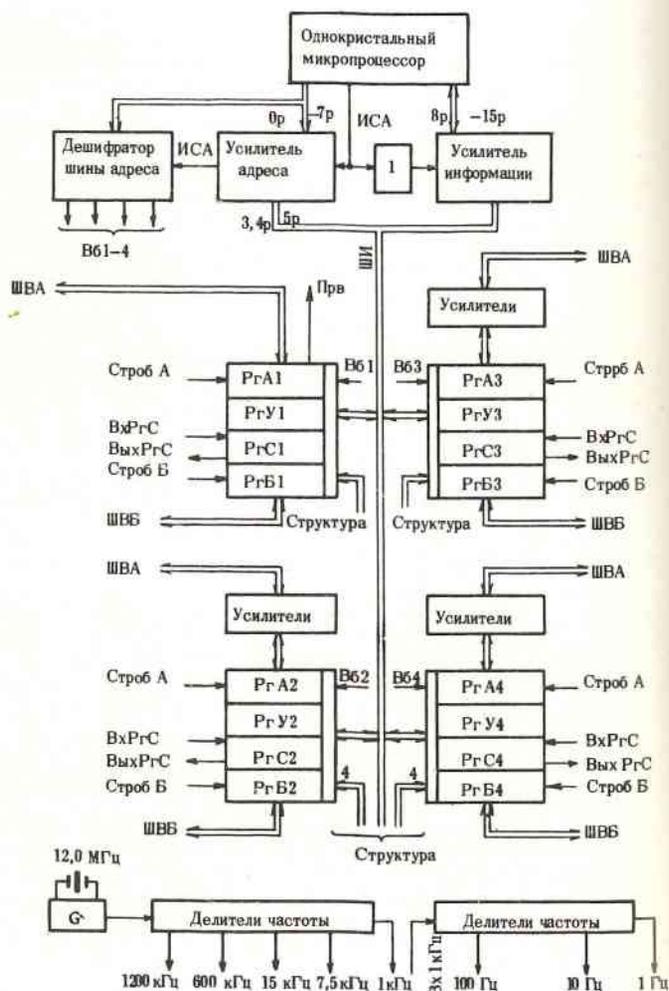


Рис. 2. Структурная схема ввода-вывода микро-ЭВМ "Электроника С5-21"

*Галлерин М.П., Жуков Е.И., Панкин В.Е., Селиванов В.И. Принципы организации интерфейса микро-ЭВМ семейства "Электроника С5". — Электронная промышленность, 1978, вып.5, с.33, 34.

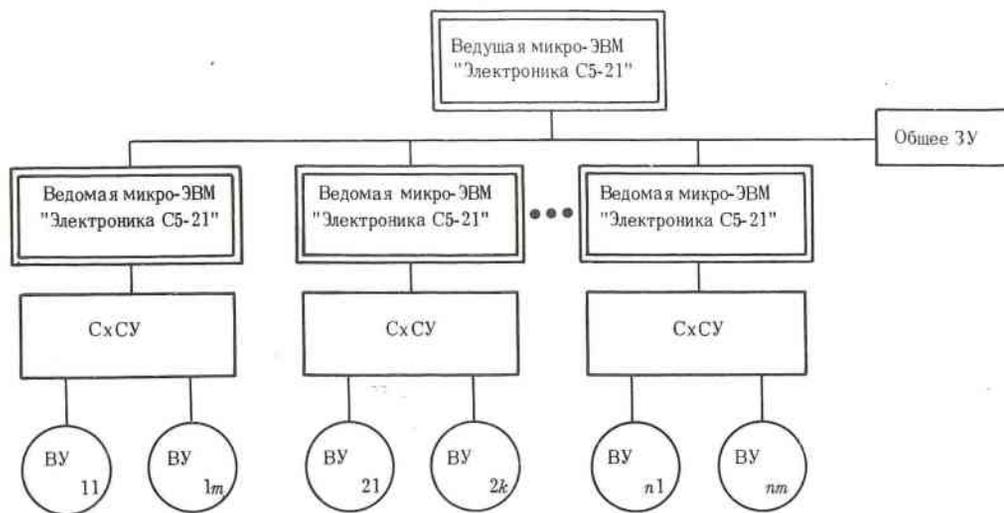


Рис. 3. Структура многомашинной системы на основе микро ЭВМ "Электроника С5-21"

БИС содержит четыре 8-разрядных регистра (РгА, РгБ, РгС, РгУ), две 8-разрядные шины (ШВА, ШВБ) для обмена информацией с внешними устройствами параллельным кодом и две шины (вход и выход РгС) для организации ввода-вывода последовательного кода, таймирования и обработки частотной информации. РгА может взаимодействовать с шинами ШВА как входной или как выходной регистр.

Шины ШВБ могут подключаться либо к РгБ, либо к РгС, причем каждый из этих регистров может быть или входным или выходным.

РгС может работать как сдвиговый регистр или как счетчик на сложение или вычитание. Содержимое РгС может сравниваться с содержимым РгУ по всем разрядам и только по разрядам, указанным в РгА. При равенстве кодов схема сравнения формирует сигнал на выходе БИС.

Конфигурация БИС (режимы работы регистров и алгоритмы обмена) задается путем подключения соответствующих сигналов на клеммы БИС. Все четыре регистра программно доступны для записи и считывания со стороны процессора, причем запись в РгА и РгБ в зависимости от признаков в соответствующих разрядах кода адреса может осуществляться с одновременной реализацией операций логического сложения или логического умножения.

При использовании микро-ЭВМ "Электроника С5-21" в качестве универсального устройства программируемой логики возникает необходимость организации многомашинных комплексов (рис.3), где одна микро-ЭВМ является ведущей и разрешает другим, подключенным к внешнему интерфейсу ведущей микро-ЭВМ, прямой доступ к общему ЗУ. Алгоритм совместной работы нескольких микро-ЭВМ основан на формировании ведущей микро-ЭВМ управляющего слова (УС) для ведомой микро-ЭВМ

и формировании ведомой микро-ЭВМ словосостояния (СС) для ведущей микро-ЭВМ.

В общем поле ЗУ отводится фиксированная зона для хранения УС и СС всей системы. Обращение к этой зоне ЗУ одной из ведомых микро-ЭВМ системы для чтения своего УС инициируется сигналом прерывания, поступающим от ведущей микро-ЭВМ. При изменении своего СС ведомая микро-ЭВМ выдает сигнал прерывания на вход ведущей микро-ЭВМ, инициируя ее к считыванию из ЗУ этого СС. Таким образом образуется распределенная система ввода-вывода, где каждая из ведомых микро-ЭВМ представляет собой определенный канал со своими программами, реализующими алгоритм функционирования данного канала. Такая структурная организация распределенного УВВ позволяет существенно повысить быстродействие всей системы.

Дальнейшим развитием является базовый набор функциональных модулей, выполненных в конструктиве микро-ЭВМ "Электроника С5-21" (размер платы 280×220×25 мм), содержащий

ОЗУ объемом 32 кбайт,

ППЗУ объемом 8 кбайт,

пульт отладки программ,

модуль сопряжения с телетайпом и устройствами ввода-вывода с перфоленты,

модуль цифровых входов-выходов, содержащий БИС К586ИК2 (6 шт.).

Использование распределенной системы ввода-вывода и базового набора функциональных модулей микро-ЭВМ "Электроника С5-21" позволит построить разнообразные устройства контроля, управления и обработки информации.

А. Н. Чеботарев

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРФЕЙСОВ

УДК 658.5.012.011.56

Микро-ЭВМ, обладающие малой потребляемой мощностью и габаритами, высокой надежностью и сравнительно небольшой стоимостью, открывают новые широкие возможности для построения АСУТП. Одной из основных проблем, сдерживающих применение микро-ЭВМ в АСУТП, является отсутствие в их номенклатуре широкого набора периферийных устройств (ПУ) и устройств связи с объектами (УСО). Поэтому при построении АСУТП на базе микро-ЭВМ целесообразно рассмотреть возможность использования в качестве УСО функциональных блоков известных агрегатных комплексов АСВТ-М, СМ ЭВМ, КТС ЛИУС, АСЭТ, АСКР, АСТТ, системы КАМАК. Однако при этом проектировщик непременно сталкивается с проблемой сопряжения микро-ЭВМ с ПУ и УСО. Вопросы организации интерфейсов микро-ЭВМ и агрегатных комплексов, а также компоновка технических средств АСУТП на их основе рассматриваются с точки зрения принципиальной возможности сопряжения с микро-ЭВМ тех или иных серийных функциональных модулей с наименьшими доработками.

Наиболее широкое применение в АСУТП находят микро-ЭВМ семейств "Электроника НЦ", "Электроника 60". Основным средством построения вычислительной системы "Электроника НЦ" служит магистраль с общим для всех устройств интерфейсом — унифицированная магистраль (ВУМ). Интерфейс ВУМ реализуется узлами связи каждого модуля и арбитром — единым устройством управления магистралью. Связь между устройствами асинхронна. Магистраль обладает достаточной гибкостью при работе с устройствами, имеющими различные скорости обмена данными. Обмен данными между двумя устройствами на магистрали строится по принципу "ведущий-ведомый".

В интерфейсе ВУМ используется 59 линий. Все они совместимы с ТТЛ-микросхемами. Интерфейс ВУМ является расширением интерфейса СМ ЭВМ (СМ-3, СМ-4). Это позволяет использовать набор ПУ СМ ЭВМ. Перечень линий ВУМ микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" приведен в таблице. В состав модулей данной микро-ЭВМ входят контроллеры: ЭПМ "Консул-260", перфоратора ПЛ-150 и фотосчитывателя FS-1501, алфавитно-цифрового дисплея "Видеотон-340", а также контроллер программируемого интерфейса на 32 входа и 32 выхода.

Наименование линий	Условное обозначение	Число линий	Направленность
Линии обмена данными			
Адреса	A [0-15]	16	Двунаправленные
Данные	D [0-15]	16	"
Сопровождение от ведущего	ВДШ	1	"
Сопровождение от ведомого	ВДМ	1	"
Прерывание	ПРЕР	1	Однонаправленная
Запись	ЗП	1	Двунаправленная
Признак четности	ЧЕТ [0-4]	5	"
Сопровождение признаков четности	СПЧ	1	"
Ошибка ведомого	ОШВ	1	"
Сбой по записанию магистрали	СЗВ	1	Однонаправленная
Линии передачи управления			
Запрос магистрали	ЗПР [0-7]	8	Однонаправленная
Разрешение	РЗР [0-7]	8	"
Подтверждение запроса	ПТЗ	1	Двунаправленная
Магистраль занята	ЗАН	1	"
Дополнительные линии			
Установка	УСТ	1	"
Сбой по питанию	СПТО СПТ1	2	"

Примечание: Уровень логической "1" низкий для всех линий, за исключением линии РЗР.

Микро-ЭВМ "Электроника 60" имеет модульный принцип построения, т.е. все функциональные блоки ЭВМ выполнены в виде конструктивно законченных устройств, связь между которыми осуществляется через единый канал обмена информацией.

При построении системы на базе этой микро-ЭВМ пользователь может подключить к каналу и свои собственные устройства, разработанные с учетом характеристик, архитектуры микро-ЭВМ и интерфейса ввода-вывода. Канал микро-ЭВМ "Электроника 60" содержит 39 линий связи, из которых 32 линии являются двунаправленными. Интерфейс микро-ЭВМ "Электроника 60" в отличие от интерфейса микро-ЭВМ "Электроника НЦ" имеет меньшее число линий. Линии передачи адресов и данных совмещены, и передача по ним мультиплексирована во времени. Шины совместимы с ТТЛ-микросхемами. Микро-ЭВМ "Электроника 60" комплектуется следующими ПУ: ЭПМ "Консул-260", фотосчитывателем FS-1501 и перфоратором ПЛ-150. При использовании других ПУ и УСО необходима разработка соответствующих контроллеров и устройств согласования с общим каналом.

При разработке АСУТП на базе микро-ЭВМ в качестве средств связи с объектом целесообразней всего использовать УСО, разработанное для УВК СМ-3 (СМ-4), которое имеет выход на интерфейс "Общая шина" [1]. Но поскольку данное УСО выпускается мелкими сериями, то стоит вопрос об использовании в качестве УСО модулей АСВТ-М (СМ-1, СМ-2), имеющих выход на интерфейс 2К и агрегатных средств (АСЭТ, АСКР, АСТТ, КТС ЛИУС) с интерфейсом ЕИ-1.

Наиболее распространенными из УСО являются модули АСВТ-М (СМ-1, СМ-2), имеющие выход на интерфейс 2К. Последний предназначается для

подключения устройств ввода-вывода, связи с объектом, низовых подсистем к специализированным процессорам, ориентированным на сбор и переработку технологической информации. Для него не регламентируется строго порядок обмена информацией в начале и конце операций ввода-вывода, не ограничиваются контрольные функции.

Сопряжение 2К имеет радиальную структуру и содержит 50 однонаправленных линий, которые делятся на две группы: выходные, передающие сигналы от процессора к ПУ и средствам связи, и входные, передающие сигналы от периферии к процессору. Сопряжение 2К в отличие от магистральных структур не имеет адресных шин.

В процессе управления передачей информации участвуют пять сигнальных линий: от центрального устройства — "Выборка", "Выдано", "Прием", а от периферийного — "Готов", "Конец операции". Сигнал на линии "Выборка" строирует все операции чтения и записи. При отсутствии этого сигнала с остальных четырех линий сигналы не воспринимаются. Сигнал на линиях "Выдано" и "Прием" определяет тип операции и служит стробом, определяющим время, в течение которого информация с сигнальных линий доступна для записи в ПУ. Сигнал на линии "Готов" означает, что ПУ может начать операцию ввода-вывода. В общем случае он рассматривается как сигнал требования обслуживания. Сигнал "Конец операции" используется для прерывания операции ввода-вывода или для выдачи квитанции о приеме информации при организации обмена с квитируанием [2].

При построении автоматизированных систем на базе микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" и "Электроника 60" с использованием УСО АСВТ-М (СМ-1, СМ-2) возникает задача согласования интерфейса. В этом смысле можно рекомендовать микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т", имеющую унифицированную магистраль, с которой можно сопрягать УСО АСВТ-М посредством серийного блока сопряжения ОШ-2К. При использовании микро-ЭВМ "Электро-

ника 60" необходимо разрабатывать специальный блок сопряжения. Структурная схема блока согласования интерфейсов "Общая шина" и 2К представлена на рис. 1.

Блок ОШ-2К предназначен для организации УВК, имеющих интерфейс "Общая шина" с использованием УСО, а также других устройств, имеющих выход на ранг 2К. ОШ-2К обеспечивает подключение устройств и модулей по 16 каналам. Все подключаемые устройства имеют единый уровень приоритета на общей шине. Обмен информацией между процессором и УСО может осуществляться либо по инициативе процессора с помощью опроса сигналов готовности устройств, либо через систему прерывания по инициативе внешних устройств [3].

При построении УСО широкое применение нашли межблочный и внутривблочный унифицированные интерфейсы. Для УСО, используемого в АСУТП, построенных на базе микро-ЭВМ, целесообразно применять единый интерфейс. Это существенно упростит и удешевит проектирование соответствующих систем различного назначения [4]. В агрегатных комплексах ГСП, КТС ЛИУС, АСЭТ, АСКР, АСТТ, функциональные модули которых можно применять в качестве УСО, используется межблочный единый ЕИ-1 [5, 6]. В основу ЕИ-1 положен принцип асинхронного обмена информацией между блоками: передача данных осуществляется в режиме "запрос-ответ". Интерфейс ЕИ-1 позволяет организовать многофункциональные устройства и системы с произвольной структурной соединения блоков, т.е. соединение последних в магистраль, цепочку. Для реализации интерфейса принята ограниченная номенклатура сигналов: *информационные*, содержащие информацию, в том числе и измерительную; *управляющие* — стартовые и начальной установки; *адресные*; *готовности*, сообщающие о готовности устройств к обмену информацией; *состояния* (занятости, обнаружения ошибки в данных, контроля и т.д.); *командные*, задающие режим работы устройства.

Интерфейс ЕИ-1 рассчитан на передачу сигналов, вырабатываемых и воспринимаемых одной из двух

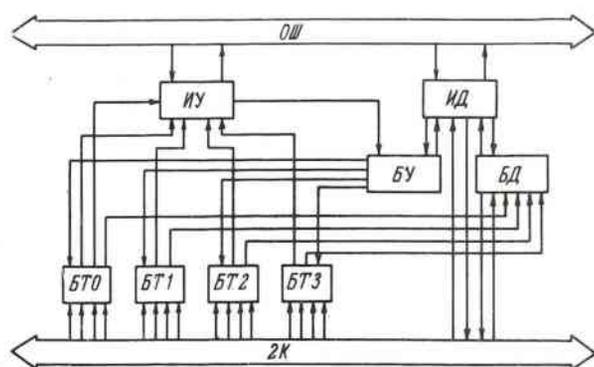


Рис. 1. Блок-схема согласования интерфейсов "Общая шина" и 2К: ИУ—интерфейсный блок управляющих сигналов ОШ; ИД—интерфейсный блок приема-передачи; БД—блок коммутации данных; БУ—блок управляющих сигналов 2К; БТ—блок регистров команд, состояний и векторов прерывания

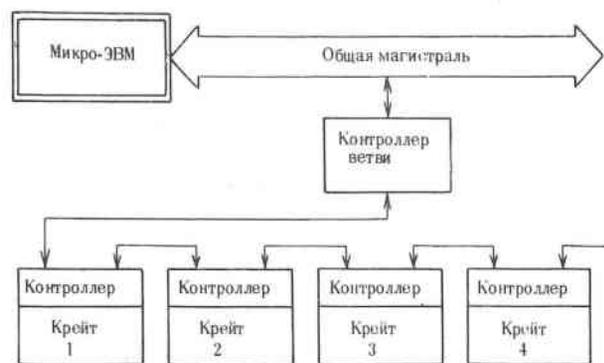


Рис. 2. Магистральный способ сопряжения крейтов КАМАК с микро-ЭВМ

интегральных микросхем: ТТЛ — микросхемой серии К155 и схем, совместимых с ней по электрическим параметрам, или МОП-структурой серии К172 и микросхем, совместимых с ней. В первом случае используют отрицательную, а во втором случае — положительную логику [7]. В интерфейсе ЕИ-1 допускается кодировка команд и информационных сообщений 4-, 8- и 16-разрядными словами, не регламентируется направление передачи данных по шинам.

Таким образом, из функциональных блоков можно строить необходимую конфигурацию технических средств, используя стандартный интерфейс ЕИ-1, а затем с помощью устройства согласования интерфейсов подключать их к микро-ЭВМ. Спектр функциональных модулей, входящих в агрегатные комплексы весьма широк, что позволяет компоновать устройства связи для большого класса АСУТП.

Учитывая способы передачи информации, синхронизацию, адресацию модулей и их идентификацию, разрядность шин данных, адресов, команд можно использовать в качестве УСО и функциональные блоки АСЭТ, АСКР, КТС ЛИУС, АСПИ с определенными доработками, среди которых необходимо предусмотреть создание устройств управления и связи, осуществляющих преобразование форматов кода ввода-вывода, обеспечивающих согласование электрических параметров и т. п.

В настоящее время имеется тенденция использовать при построении АСУТП систему КАМАК [4]. Интерфейс КАМАК [8–10] предназначен для сопряжения ЭВМ с электроизмерительными приборами, системами сбора данных, системами управления, ПУ. Он реализует возможности параллельных, последовательных, битовых и байтовых магистральных систем. Управление работой системы осуществляется от ЭВМ через контроллер крейта, который связан с ЭВМ посредством блока согласования.

При сопряжении интерфейса КАМАК с интерфейсом микро-ЭВМ можно использовать магистральный способ сопряжения крейтов КАМАК с микро-ЭВМ (рис. 2) или принцип согласования измерительно-вычислительного комплекса (ИВК-1) на базе УВК СМ-3.

Итак, наиболее широкие возможности сопряжения микро-ЭВМ с УСО и ПУ имеет унифицированный интерфейс (ВУМ) микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т". При использовании в АСУТП микро-ЭВМ "Электроника 60" необходимо либо использовать адаптер магистралей, либо разрабатывать блоки согласования интерфейсов соответствующих УСО, ПУ с общим каналом микро-ЭВМ.

Учитывая широкое распространение обоих типов интерфейсов и тенденцию к использованию магистралей с возможно меньшим числом сигнальных линий, какой является магистраль микро-ЭВМ "Электроника 60", переход к унификации межмашинных соединений на базе ВУМ и внутримашинных меж-

модульных соединений на базе магистрали "Электроника 60", а также производство адаптеров типа ВУМ "Электроника 60" стали назреть и своевременными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов А.Я., Кешек Э.В. Принципы построения средств связи с объектом УВК СМ-3. — Приборы и системы управления, 1977, № 11.
2. Интерфейсы в ИВС — многообразие и единство/С.М.Мандельштам, А.Г.Соловьев, М.Б.Подиков, В.Е.Эйдус. — Измерение, контроль, автоматизация, 1978, № 2.
3. Каталог. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации/ЦНИИ ТЭИ приборостроения. — М., 1978, — 72 с.
4. Обзор: Устройства сопряжения управляющих вычислительных комплексов. — М., ЦНИИ ТЭИ приборостроения, 1978. — 57 с.
5. Обзор: Состояние разработки агрегатных комплексов в приборостроении. Агрегатные комплексы широкого применения. — М., ЦНИИ ТЭИ приборостроения, 1977, — 71 с.
6. ГОСТ 25.452-74: ГСП. Агрегатированные комплексы приборов и средств автоматизации. Интерфейс ЕИ-1. Электрические и конструктивные условия.
7. Хазанов Б.И. Интерфейсы измерительных систем. — М.: Энергия, 1979.
8. Никитюк Н.М. Программно-управляемые блоки в стандарте КАМАК. — М.: Энергия, 1977.
9. Обзор: Система КАМАК. Устройства сопряжения КАМАК с малыми ЭВМ. — М., ЦНИИ ТЭИ приборостроения, 1976, — 66 с.
10. Особенности архитектуры контроллеров КАМАК для малых ЭВМ с общим каналом/В.В.Бельянский, А.А.Мячев, А.А. Снегирев, К.А.Яковлев. Труды конференции по автоматизации научных исследований на основе применения ЭВМ. — Новосибирск, 1974.

Статья поступила 22 мая 1979 г.

Ю. А. Маслеников

РАЗВИТИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5"

УДК 681.3.06

Качество современных вычислительных машин, в том числе и микро-ЭВМ, а также возможности их использования для управления, обработки и передачи данных во многом определяются оснащенностью средствами автоматизации разработки программ, операционными системами, библиотеками стандартных программ, средствами программного контроля и диагностирования состояния вычислительной системы. При построении систем управления, обработки и передачи данных на микропроцессорах, постоянная память которых разрабатывается так же, как и все остальные БИС, с помощью систе-

мы машинного проектирования, необходимо организационно и технически объединить системы автоматизации программирования и машинного проектирования.

Кросс-средства автоматизации программирования. Одной из главных целей при разработке стандартного математического обеспечения микро-ЭВМ является сокращение сроков проектирования и внедрения приборов и систем на их основе. Для этого на основные отечественные универсальные ЭВМ ставятся средства автоматизации программирования и отладки программ микро-ЭВМ [1, 2]. Эти средства получили название кросс-средств, а универсальная ЭВМ, на которую они поставлены, названа технологической. Кросс-средства обеспечивают автоматизацию не только этапа программирования, но и отладки программ, что позволяет назвать их средствами автоматизации разработки программ (САРП). САРП начали разрабатываться как только была определена логическая структура микро-ЭВМ, а одна из основных частей этих средств — моделирующая программа системы команд (МПКС) — была создана и начала эксплуатироваться до появления самой микро-ЭВМ, обеспечив параллельную разработку ПО ряда систем на базе микро-ЭВМ и самой микро-ЭВМ.

Возможности кросс-САРП весьма значительны. К ним относятся использование больших ресурсов памяти ввода-вывода технологических ЭВМ, параллельность разработки программ и аппаратной поддержки микро-ЭВМ в приборах и системах на ее основе и, наконец, возможность моделирования внешней обстановки с помощью программ, реализованных на технологической ЭВМ и подключаемых к МПКС. Моделирование возможно не только на этапе создания конкретной аппаратуры на основе микро-ЭВМ, но и в процессе исследовательских или предпроектных работ по выбору алгоритма работы аппаратуры, оптимизации предполагаемых схемо-программных соглашений и определения достаточно точных количественных характеристик целевого ПО, что особенно важно при разработке аппаратуры с новыми техническими характеристиками или основанной на новых принципах работы (во многих аспектах возможности исследования с помощью таких средств существенно выше, чем возможности воспроизведения таких же результатов на отладочном стенде). Поэтому наиболее распространенные микро-ЭВМ поставляются с аналогичным математическим обеспечением [3, 4].

В то же время необходимо помнить и о тех ограничениях, которые накладывают кросс-САРП: относительной трудоемкости реализации программной модели внешней обстановки, пакетном режиме прогонов длительных по времени контрольных вариантов, использовании диалогового режима взаимодействия с САРП только на этапах редактирования транслированного текста программ и пооперационном проходе или прогоне по коротким (по длительности решения) участкам программ. Скорость выполнения программ в режиме моделирования не превышает 200—1000 команд/с в зависимости от вида

реализации МПКС и быстродействия технологической ЭВМ.

Кросс-средства автоматизации разработки программ микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" (рис. 1) поставлены на универсальные ЭВМ БЭСМ-6, ЕС ЭВМ и М-220. Структурная схема использования разработанных средств представлена на рис. 2. Основные части САРП, поставленные на все технологические машины, включают транслятор с ассемблером, загрузчик, отладчик, моделирующую и сервисные программы (рис. 3).

Ассемблер микро-ЭВМ, сохраняя возможность использования всех особенностей системы команд, дает программисту хорошие средства реализации алгоритма: мнемоническое кодирование операций и признаков, символическую адресацию, автоматическое распределение памяти, связывание подпрограмм, диагностику синтаксических ошибок при трансляции исходного текста. Все команды микро-ЭВМ имеют эквиваленты в языке Ассемблер. Для упрощения записи часто встречающихся команд предусмотрена специальная мнемоника, определяющая не только операцию, но и значение одного из операндов. В языке предусмотрены псевдокоманды, определяющие имена программ и их окончание, списки входных и внешних имен, типы памяти команд и данных, резервирование памяти и др. Язык Ассемблер разрешает использовать адресные константы, знаковые шестнадцатеричные и двоичные константы произвольной длины, целые константы и константы с фиксированной длиной в байт или слово. Результаты работы транслятора выводятся на АЦПУ в виде текста, размещенного в 11 формате с рамкой в соответствии с требованиями

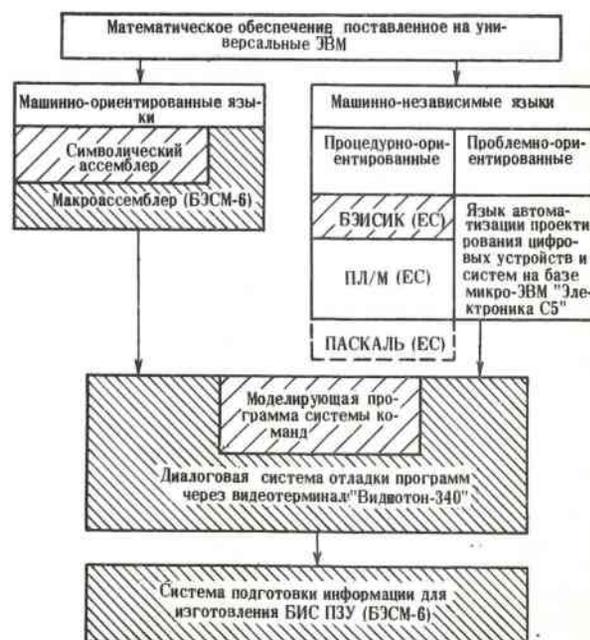


Рис. 1. Состав кросс-САРП микро-ЭВМ "Электроника С5" — разработано; □ — разрабатывается; ▨ — планируется к разработке

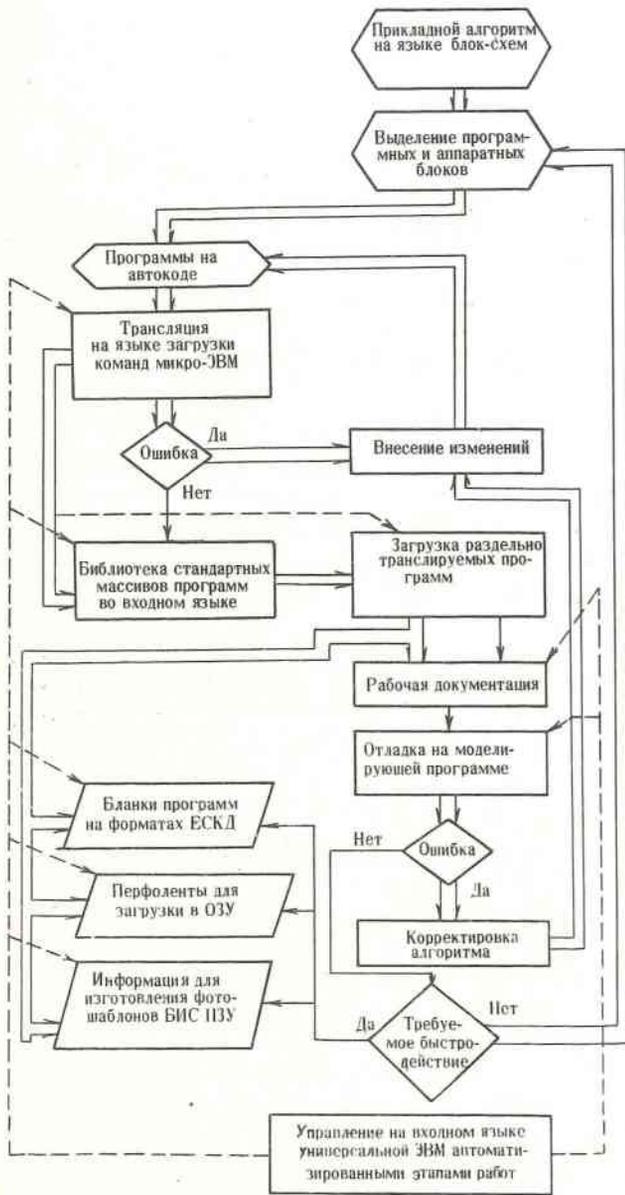


Рис.2. Схема использования средств разработки целевых программ микро-ЭВМ на универсальной ЭВМ БЭСМ-6: ⇒ перенос информации; → переход к действию; -> воздействие оператора



Рис.3. Основные элементы САРП

ЕСКД. В тексте даются таблицы диапазонов памяти, входных и внешних имен, исходный текст и объектный модуль, сообщения об ошибках 23 видов.

Объединение оттранслированных программ (модулей) и настройка их на конкретные адреса выполняется загрузчиком. Результат работы выводится на печать. Загрузка может производиться как в одном пакете с трансляцией, так и в отдельном. Машинная программа, полученная после загрузки, полностью подготовлена для моделирования или введения в систему подготовки документации для изготовления БИС ПЗУ.

МПСК на основании данных, введенных через отладчик, проводит интерпретацию команд, заданной программы микро-ЭВМ, выполняя в соответствии с отладочными директивами необходимые виды печати (пооперационную, содержимого массивов при исполнении заданной команды и другие).

САРП, поставленные на ЭВМ БЭСМ-6 и ЕС ЭВМ, активно используют набор сервисных программ, обслуживающих библиотеку САРП: создание библиотеки, печать оглавления, сжатие библиотеки, каталогизацию, удаление, печать и перфорацию модуля. Эксплуатация основных компонентов САРП показала их эффективность и удобство для программистов-разработчиков целевых программ приборов и систем на базе микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" [5, 6].

Естественным развитием кросс-средств является повышение уровня входного языка. Для этого разработаны трансляторы с макроассемблера на ЭВМ БЭСМ-6 и языка БЭЙСИК на ЕС ЭВМ. Завершается процесс создания транслятора на ЕС ЭВМ с языка ПЛ/М. На очереди – распространение этих средств на остальные технологические ЭВМ и создание трансляторов для современного языка высокого уровня ПАСКАЛЬ.

Следующий этап, определяющий качественно новый подход к проектированию приборов и систем на базе микро-ЭВМ, – это переход от автоматизации программирования к автоматизации проектирования приборов и систем. Для этого создан и передан в опытную эксплуатацию макропроцедурный проблемно-ориентированный язык и соответствующий транслятор для некоторых классов применения микро-ЭВМ. Развитие этого направления позволит частично сгладить противоречие между большой потребностью в программистах-разработчиках целевых программ приборов и систем на базе микро-ЭВМ и ее широким внедрением в практику проектирования изделий.

Резидентные средства автоматизации программирования. В соответствии с характером использования стандартного МО можно выделить два основных направления в применении микро-ЭВМ: микро-ЭВМ с однотипными программами в ПЗУ, предназначенные для серийных и массовых изделий и микро-ЭВМ для малосерийных систем управления, лабораторных исследований, учебных целей и т.д.,

т.е. такой области применения, где ПЗУ используется лишь для хранения стандартных алгоритмов, а основные целевые программы могут часто меняться.

В первом случае потребители микро-ЭВМ широко используют кросс-САПП и активно заинтересованы в их развитии. Во втором случае пользователям необходимы резидентные САПП (рис.4), ускоряющие процесс создания целевых программ (рис.5) во время частой переналадки или эксплуатации систем. Характерной особенностью разработки последних является их полная языковая совместимость с соответствующими кросс-средствами, обеспечивающая простой переход на уровне исходных текстов с технологической ЭВМ на микро-ЭВМ и обратно.

Для реализации резидентных и кросс-средств выбран широко распространенный язык высокого уровня БЭЙСИК, отличающийся удобством разработки и отладки программ в диалоговом режиме, имеющий фонд готовых программ (подпрограмм), и позволяющий использовать серийную микро-ЭВМ. Пользователь микро-ЭВМ, располагающий транслятором с языка БЭЙСИК, получает возможность работать в режиме вычисления и программирования, а также программирования, исправления и отладки программ непосредственно с пульта при помощи клавиатуры и перфоленточного ввода-вывода теле-тайпа.

Важной особенностью транслятора с языка БЭЙСИК является предусмотренная в нем возможность введения блоков, обеспечивающих совместимость целевого ПО микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" и моделей, не входящих в это семейство [7].

Программное оборудование. Минимальная конфигурация вычислительной системы на основе микро-ЭВМ, выпускаемая серийно, включает микро-ЭВМ с адаптером ТА. Для управления работой этой системы создана телетайпная версия диспетчерской системы (ТВ ДС) [8], предназначенная для обеспечения программными средствами процессов включения задач, их исполнения, организации решения в соответствии с заданными приоритетами и в реальном масштабе времени, а также для обмена с ТА и редактирования текстовой информации. Кроме того, целевая программа может воспользоваться стандартными программами, имеющимися в составе ТВ ДС (рис.6).

ТВ ДС поставляется в упомянутой конфигурации микро-ЭВМ "Электроника С5-01 (02)", а также в составе микро-ЭВМ "Электроника С5-12". Основное назначение этих конфигураций — отладочные комплексы для отработки аппаратуры на базе одно-платных микро-ЭВМ, хотя характеристики ДС и аппаратной поддержки, поставляемой в указанных конфигурациях, вполне достаточны и для проектирования на их основе соответствующих систем управления, обработки и передачи данных.

При описании ДС приняты следующие основные понятия: *задача* — работа последовательности ко-

манд, определяющих целевую программу, инициируемая через систему прерываний; *супервизор* — часть



Рис.4. Состав резидентных САПП микро-ЭВМ "Электроника С5": — разработано; — разрабатывается; — планируется к разработке

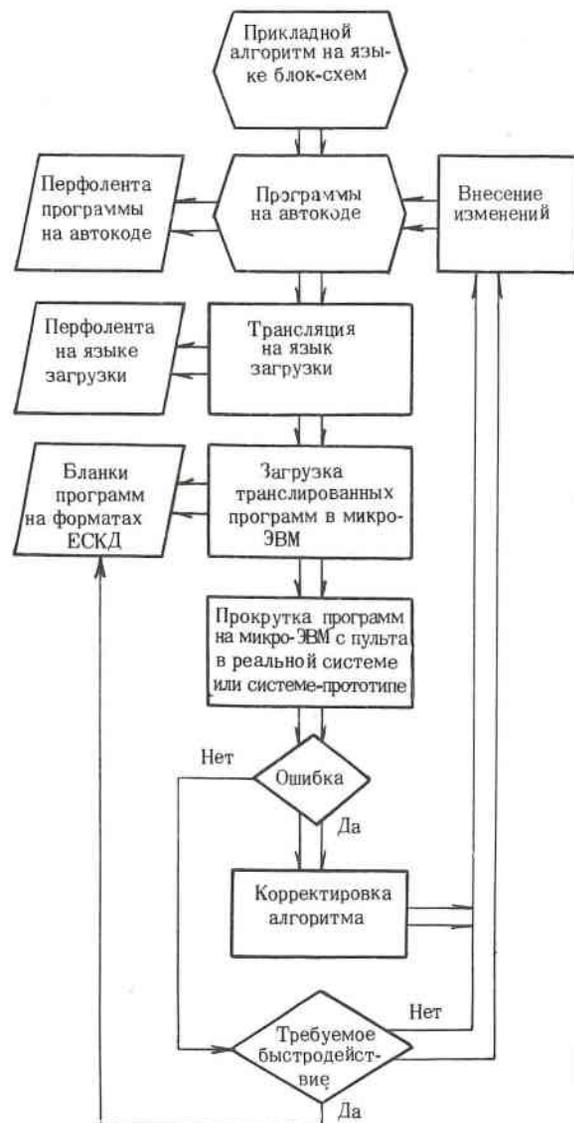


Рис.5. Последовательность разработки целевых программ на микро-ЭВМ: \Rightarrow — перенос информации; \rightarrow — переход к действию

ДС, организующая режим мультипрограммирования и реального времени; *макрокоманда* — элемент языка взаимодействия задач с супервизором; *макроподпрограмма* — одна из программ супервизора, инициируемая данной макрокомандой; *макрокод* — исходные параметры (цифро-буквенная информация) для работы микроподпрограмм, вставляемые в макрокоманду.

Включение задач по сигналам прерывания происходит с помощью программы супервизора НАЧАТЬ. Программное включение новой задачи выполняется макрокомандой ВЫЗОВ, а работа каждой задачи заканчивается макрокомандой ВЫХОД. При взаимодействии задач с ТА используются макрокоманды ОБМЕН и ЖДАТЬ.

Средства ДС обеспечивают пультовый режим работы ТА (занесение "1" или обнуление разрядов в "пультовых" ячейках) и инициирование задачи с клавиатуры ТА. Средства редактирования позволяют осуществлять печать различных таблиц по принципу заполнения "окон" в текстовой заготовке (шаблоне). Использование ТВ ДС в системах отладки программ одноплатных микро-ЭВМ и в системах, использующих эту ДС по прямому назначению, показало целесообразность и эффективность заложенных в нее принципов и хорошее качество их реализации.

Подготовка информации для изготовления БИС ПЗУ. Применение микро-ЭВМ в системах управления, обработки и передачи данных предопределило использование ПЗУ, программируемого фотошаблонами, в качестве основного носителя программ целевых алгоритмов. Пользователю микро-ЭВМ удобно, если стандартное программное обеспечение типа операционных систем, блоки стандартных подпрограмм, трансляторы с Ассемблера и языков высокого уровня реализованы в виде программного оборудования в модулях ПЗУ, постоянных или сменных в зависимости от типа программного оборудования или (и) условий его использования. Такой вид физической реализации программного обеспечения, не

являющийся в принципе новым по сравнению с некоторыми управляющими машинами типа УМ1НХ, "Электроника К-200" и др. [9] получает в микро-ЭВМ ряд особых черт (см. таблицу), заставляющих в определенной степени изменить подход к этой реализации, сосредоточив на ней существенно большее внимание, чем на постоянной памяти в управляющих машинах предыдущих поколений.

Параметры сравнения	Ферритовая постоянная память	Полупроводниковая постоянная память	Результаты сравнения
Возможность автоматизированного получения документации	Да	Да	Сходство
Автоматизированность изготовления	Да	Да	
Возможность оперативной корректировки после изготовления	Да	Нет	Отличие
Общность элементной базы накопителя и процессора	Нет	Да	

Невозможность оперативной корректировки полупроводниковой постоянной памяти, программируемой фотошаблонами, заставляет увеличить усилия по повышению уровня достоверности отладки и абсолютно исключить субъективный фактор в процессе подготовки отлаженной информации для изготовления БИС ПЗУ, передав этот процесс вычислительной машине. Однотипность элементной базы накопителя и процессора обусловили общий подход к проектированию как логических структур микро-ЭВМ, так и схем хранения постоянной информации с помощью единой системы машинного проектирования БИС. Следовательно, объединение кросс-средств автоматизации разработки программ с системой машинного проектирования БИС, т.е. создание интегрированной системы проектирования микро-ЭВМ [10], обеспечивает информационную базу для автоматической передачи информации о целевых программах в подсистему проектирования фотошаблонов для изготовления БИС ПЗУ (рис.7). Важность такой интеграции особенно очевидна для серийного выпуска однокристальных микро-ЭВМ с целевыми ПЗУ.

Программой основой интеграции стала подсистема информационного обеспечения архивов данных, разработанная для решения задач комплексного проектирования БИС и успешно используемая в системе машинного проектирования и в кросс-САП микро-ЭВМ, поставленных на ЭВМ БЭСМ-6. Подсистема отличается удачной организацией двухуровневого архива данных, предоставляющего с помощью комплекса программ большие возможности работы с массивами, хранящимися на магнитных лентах и барабанах [11].

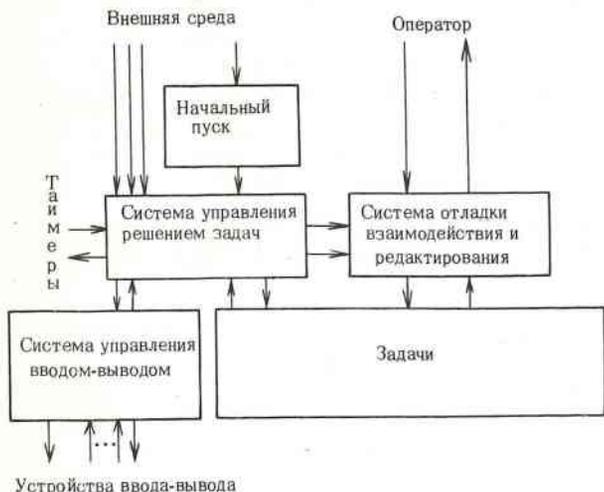


Рис.6. Структура диспетчерской системы

Создание большого числа информационно-управляющих систем на базе микро-ЭВМ с постоянной памятью в качестве носителя целевых программ ставит перед разработчиками микро-ЭВМ задачи организации процесса заказа в серийном производстве необходимых БИС ПЗУ. В заказ могут входить три типа памяти. К первому — относится созданное разработчиком микро-ЭВМ программное оборудование (диспетчерская система, выбранная для данного применения, требуемый набор стандартных подпрограмм, средства взаимодействия с оператором, различные трансляторы и т.д.). Ко второму — стандартные программы, разработанные потребителем микро-ЭВМ для данного класса аппаратуры, например, различные программы статистической обработки результатов измерений для контрольно-измерительной аппаратуры на основе микро-ЭВМ. Эти программы в различной комплектации могут входить в ту или иную аппаратуру, создаваемую на основе микро-ЭВМ. К третьему — целевые программы данного вида аппаратуры.

В связи с тем, что серийное производство микро-ЭВМ с постоянной памятью предъявляет требования максимальной унификации единственного нетипового элемента для этого производства — БИС ПЗУ, был разработан и реализуется на практике ряд приемов, позволяющих снизить номенклатуру этих нетиповых элементов. Одним из основных приемов является компоновка соответствующих программ в

объемы, кратные физическому конструктиву р-канальных БИС ПЗУ микро-ЭВМ "Электроника С5". Кроме того, ряд программ, не зависящих от сферы применения, реализован в перемещаемом виде, что позволяет размещать эти ПЗУ в любом удобном для потребителя месте. Этот прием рекомендован пользователям для выполнения стандартных программ своего класса применений. Создание версий операционных систем и другого программного оборудования служит также и этой цели.

Указанные мероприятия явились программной основой для сокращения номенклатуры заказных БИС ПЗУ. Организационной основой для серийного производства стала система конструктивного описания БИС ПЗУ с привязкой их к номеру системы, в которой они используются, номеру платы в микро-ЭВМ и номеру места на плате. Шифр микросхемы ПЗУ, учитывающий все три параметра, определяется пользователем микро-ЭВМ в процессе разработки системы при распределении памяти ПЗУ и передается в производство в виде таблицы комплектации для заказа микро-ЭВМ с данным ПЗУ. Такая система позволяет заимствовать программы (и БИС ПЗУ) одной системы для микро-ЭВМ другой системы.

Чтобы исключить конструкторские подразделения из цикла заказа и рутинного документирования информационной части БИС ПЗУ, создана и эксплуатируется автоматизированная система заказа и документирования в соответствии с требованиями ЕСКД, поставленная на ЭВМ БЭСМ-6 и предоставляющая заказчику возможность самостоятельного проведения этих работ и контроля информационного соответствия требованиям документации. Система рассчитана на пользователя, не обладающего знаниями в области проектирования фотшаблонов и разработки соответствующей документации [12].

Учитывая практику разработки и серийного изготовления микро-ЭВМ для информационно-управляющих систем, можно сделать вывод, что подготовка информации для изготовления БИС ПЗУ — сложный процесс, начинающийся после полной отработки целевых программ, основой проведения которого является интеграция систем машинного проектирования БИС и автоматизации разработки программ микро-ЭВМ, а необходимым условием проведения — организационная и программная система обеспечения современного уровня производства микро-ЭВМ с целевыми программами в БИС ПЗУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Истомин Г. С., Кузнецов В. Я., Масленников Ю. А., Панкин В. Е. Об использовании микро-ЭВМ для решения функциональных задач абонентских пунктов сетей передачи данных. — Техника средств связи, сер. ТПС, 1976, вып. 6, с. 45-51.
2. Гальперин М. П., Масленников Ю. А., Никитин Э. А., Шебаршин А. В. Принципы создания программного обеспечения микро-ЭВМ семейства "Электроника С5". — Электронная промышленность, 1978, вып. 5, с. 35-36.

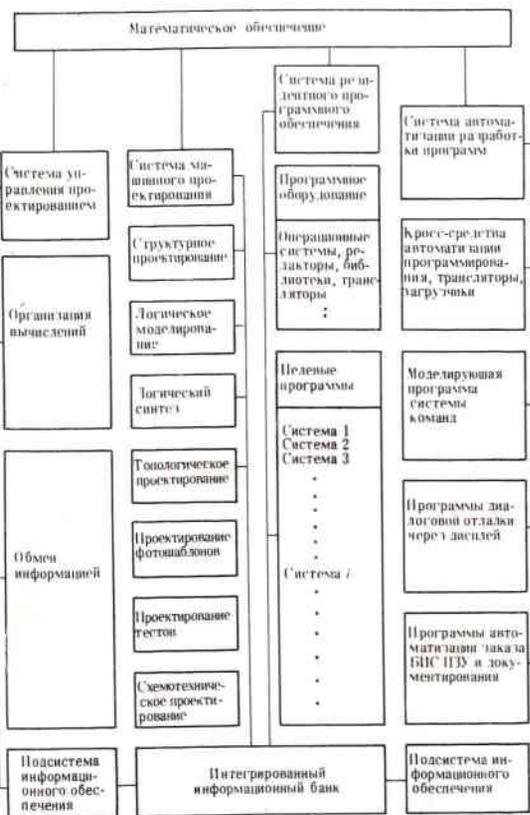


Рис.7. Структура математического обеспечения интегрированной системы проектирования микро-ЭВМ

3. Виноградов В. В., Хавкин В. Е., Шебаршин А. В. Разработка микропроцессоров и микропроцессорных систем, ч. II. Обзоры по электронной технике, сер. Микроэлектроника, 1976, вып. 3(384), с. 56.

4. Техника и применение микропроцессоров. — ТИИЭР, 1976, № 6.

5. Иванов Ю. В., Колосовский Л. И., Чебыкин Н. Е., Штурц И. В. Кросс-средства разработки и отладки программ для микро-ЭВМ. — Электронная промышленность, 1978, вып. 5, с. 37–38.

6. Иванов В. Ю., Маслеников Ю. А., Чебыкин Н. Е., Шебаршин А. В., Штурц И. В. Вопросы проектирования систем автоматизации разработки программ для микро-ЭВМ. — УСиМ, 1978, вып. 5, с. 39–42.

7. Бутомо И. Д., Котляров В. П. Структура языка программирования для микро-ЭВМ "Электроника С5-01". — Электронная промышленность, 1978, вып. 5, с. 38–39.

8. Боровской А. И., Кузнецов В. Я., Цветов В. П. Универсальные управляющие микро-ЭВМ "Электроника С5". — Там же, с. 30–32.

9. Липаев В. В., Колин К. К., Серебровский Л. А. Математическое обеспечение управляющих ЭВМ. — М.: Советское радио, 1972, с. 528.

10. Гальперин М. П., Маслеников Ю. А., Шебаршин А. В., Шендерович Ю. И. Интеграция систем машинного проектирования и автоматизации программирования микропроцессоров. — Электронная промышленность, 1978, вып. 10(70), с. 5–9.

11. Фиников В. А. Организация информационного обеспечения при комплексном проектировании БИС. Электронная техника, сер. Микроэлектроника, 1975, вып. 4(58), с. 35–39.

12. Любич Л. Г., Скворцов А. Е., Шебаршин А. В. Автоматизированная система документирования разработок и заказа БИС ПЗУ микро-ЭВМ. Электронная техника, сер. Микроэлектроника, 1978, вып. 3(75), с. 43–47.

Статья поступила 21 июня 1979 г.

И. А. Гендлер, А. И. Рыжикова, В. А. Фиников

СИСТЕМА ДИАЛОГОВОЙ ОТЛАДКИ ПРОГРАММ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5" НА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЭВМ

УДК 681.3–181.48

В связи с непрерывным расширением сферы применения микро-ЭВМ [1, 2] все большее внимание уделяется вопросам создания эффективных систем автоматизации проектирования программного обеспечения (ПО) микро-ЭВМ. Процесс отладки ПО проходит три последовательные стадии: на универсальной ЭВМ с использованием кросс-средств, включающих программные модели микро-ЭВМ; моделирующей системе; реальном комплексе.

Трудности оперативного ввода-вывода больших массивов информации в процессе отладки, ог-

раниченные возможности отладочных и редакторских средств, отсутствие возможности обеспечения программного доступа к некоторым внутренним регистрам микро-ЭВМ и периферийных устройств на последних двух стадиях заставляют обратить особое внимание на развитие кросс-средств и улучшение обслуживания разработчика на первой стадии отладки. Использование кросс-средств позволяет сократить время комплексной отладки систем, сосредоточить основные усилия на отработке схемно-программных соглашений и проверке выбранной идеологии применения, осуществить детальное моделирование работы объектов управления в процессе оптимизации без проведения макетных работ.

Поскольку одним из основных требований, предъявляемых к таким системам, является обеспечение эффективного, всестороннего и оперативного контроля и управления процессом отладки, то выбор диалогового режима работы в этом случае представляется наиболее естественным.

Структура системы. Система диалоговой отладки программ (СИДОП) построена на базе ЭВМ БЭСМ-6, оборудованной терминальными устройствами типа "Видеотон-340" (рис. 1) и предназначена для организации в режиме разделения времени полного цикла разработки системного и прикладного ПО микро-ЭВМ на стадии работы с кросс-средствами. Система дает пользователю возможность провести специальные процедуры отладки в интерактивном режиме, организовать работы в режиме разделения времени и максимально использовать ПО ЭВМ БЭСМ-6.

К специальным процедурам отладки, которые обеспечиваются в СИДОП, относятся:

- трансляция программ, написанных на автокоде микро-ЭВМ;
- объединение программ в моделируемой памяти микро-ЭВМ;
- формирование (редактирование) текстовых файлов;
- моделирование программ с использованием моделирующей программы системы команд микро-ЭВМ;
- работа сервисных программ.



Рис. 1. Структурная схема системы диалоговой отладки программ микро-ЭВМ

Система состоит из следующих основных блоков:

- монитора – главной программы, осуществляющей централизованное управление выполнением процедур в режиме разделения времени;
- диалогового транслятора–программы, выполняющей синтаксический и семантический контроль, а также перевод во внутреннее представление системы ответов (запросов) пользователей СИДОП;
- архива – программной информационной системы, реализующей логический уровень прямого доступа к внешней памяти БЭСМ-6 [3];
- моделирующей программы системы команд – программного комплекса для моделирования работы микро-ЭВМ на командном уровне;
- транслятора и загрузчика – программ, обеспечивающих процесс трансляции и загрузки автокод-программ микро-ЭВМ [4];
- блока сервисных программ, реализующих возможности диалогового редактора текстовых файлов, а также некоторые информационно-справочные процедуры.

Работа СИДОП организована в операционной системе "Дубна". Обмен с терминалами осуществляется средствами подсистемы "Мультитайп" [5].

Система диалоговой отладки программ микро-ЭВМ является "математической терминальной задачей" в понимании операционной системы, реализующей мультипрограммный режим. Организация многопостовой системы отладки, реализующей режим разделения времени, также осуществляется в рамках "математической задачи".

Язык общения пользователя (ЯОП). Функционирование системы. Эффективность использования СИДОП, как и любой другой диалоговой системы, во многом определяется возможностями входного языка. Разработчики СИДОП исходили из того, что язык отладки, во-первых, должен обеспечить интерактивный режим работы, в частности, динами-

ческое управление процессами трансляции, загрузки и интерпретации программ микро-ЭВМ. Во-вторых, он должен быть простым и одновременно достаточно гибким и мощным, чтобы осуществлять быструю и эффективную отладку сложных программ. В-третьих, через язык общения должны быть реализованы необходимые процедуры взаимодействия с отлаживаемой программой, используемые программистом при работе за пультом реальной микро-ЭВМ.

ЯОП предполагает две формы диалога между пользователем и ЭВМ, реализованные в СИДОП. В одном случае инициатива диалога принадлежит машине, а пользователь выбирает нужный ответ из ограниченного числа возможных ответов на вопросы системы, задаваемые в определенном порядке. Таким образом, осуществляется сбор информации, необходимой для дальнейшей работы СИДОП. Формат ответов выбран таким образом, чтобы максимально увеличить скорость ввода данных и одновременно уменьшить вероятность ошибок из-за ограниченного набора ответов. В другом – инициатива исходит от пользователя, который в произвольном порядке, в соответствии с собственным планом отладки, формирует задание системы. Такая форма диалога предоставляет пользователю максимум удобств при общении с системой и является наиболее подходящей при отладке программ в режиме интерпретации. На любом этапе диалога в СИДОП осуществляется синтаксический и семантический контроль и диагностика ответов (запросов) пользователей в соответствии со словарем ЯОП.

Процесс работы в СИДОП включает несколько этапов. На этапе начального диалога осуществляется "Ввод" пользователя в систему, а на этапах трансляции, загрузки, моделирования и сервисного обслуживания реализуются соответствующие процедуры отладки. Взаимодействие пользователя с СИДОП удобно описывать с помощью дерева диалога – ориентированной граф-схемы, в которой вершинами являются директивы и команды СИДОП, а направленные дуги определяют логику работы системы.

Язык общения пользователей включает пять классов директив (рис. 2).

Директивы начального диалога служат для обучения пользователя основным правилам работы. Они же определяют вид протокола отладки, вызывают необходимый архивный файл, содержащий отладочную информацию, выбирают режим работы системы.

Директивы управления диалогом позволяют пользователю практически на любом уровне диалога осуществить выход в основные точки дерева диалога ("правила работы", "протокол", "файл", "режим", "сервис", "формирование файла", "редактор", "запись в архив"). Кроме указанных, имеется специальная директива, позволяющая пользователю в любой момент завершить сеанс работы.



Рис. 2. Структура языка общения пользователя

Директивы управления сервисом обеспечивают выполнение любой из сервисных процедур.

Директивы управления трансляцией и загрузкой дают возможность осуществить трансляцию программ микро-ЭВМ, написанных на автокоде, выбрать режим загрузки, сформировать или откорректировать задание на загрузку, получить загрузочные модели программ.

Директивы моделирования разбиты на четыре группы:

- Команды формирования и модификации отладочного задания. С помощью этих команд пользователь сообщает системе информацию, необходимую для вызова моделирующей программы системы команд (регистр номера задачи и интервал моделирования, т.е. максимальную длительность процесса моделирования в командах микро-ЭВМ или в единицах времени работы центрального процессора БЭСМ-6) и формирует отладочное задание — совокупность условий, при выполнении (или невыполнении) которых происходит прерывание работы программы. В отладочном задании предусмотрены остановы по заданным адресам, по записи (чтению, переходам) в заданные участки памяти, по заикливанию при прохождении заданных адресов. Предусмотрены также команды, позволяющие просмотреть и откорректировать отладочное задание, произвести запись (чтение) задания в архив, определить параметры имитатора системы прерываний. Для проведения оптимизации программ предусмотрена возможность включения счетчика тактов при выполнении команд микро-ЭВМ из заданного участка памяти.

- Команды управления процессом моделирования для обеспечения пуска моделирующей программы. Предусмотрено несколько вариантов пуска: с текущего или с указанного адреса на одну или несколько команд.

- Команды управления режимов протоколирования позволяют организовать выдачу на экран терминала или на АЦПУ различной информации. По умолчанию при любом останове на экран терминала выдается содержимое счетчика команд, регистров команд и номера задачи; исполнительные адреса, результат и признак результата текущей команды; код причины останова. Кроме того, можно заказать выдачу на экран дополнительной информации, содержимого общих регистров, таблицы счетчика тактов и текущей статистики и т.п., а также соответствующую печать на АЦПУ

- Команды модификации поля моделирования реализуют запись и чтение произвольных массивов в моделируемую память микро-ЭВМ.

В настоящее время в эксплуатации находится однопостовая версия СИДОП, в которой реализованы этапы начального диалога, моделирования и сервисного обслуживания. Подключение транслятора и загрузчика позволит производить отладку в терминах автокода микро-ЭВМ. Создается много-

постовая система, рассчитанная на одновременное обслуживание восьми пользователей. Результаты эксплуатации показали достаточную эффективность системы, позволяющей сократить сроки отладки программ микро-ЭВМ на стадии работы с кросс-средствами в среднем в два—три раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семейство микро-ЭВМ широкого назначения / М.П. Гальперин, Е.И. Жуков, В.Я. Кузнецов и др. — Управляющие системы и машины, 1976, № 6.
2. Боровской А.И., Кузнецов В.Я., Цветов В.П. Универсальная управляющая микро-ЭВМ "Электроника С5". — Электронная промышленность, 1978, № 5.
3. Фиников В.А. Организация информационного обеспечения при комплексном проектировании БИС. — Электронная техника, Сер. Микроэлектроника, 1975, вып. 4(58).
4. Рыжикова А.И., Савицкая Г.С., Шебаршин А.В. Система автоматизации программирования микро-ЭВМ на базе синтаксического транслятора. — Электронная техника, Сер. Микроэлектроника, 1978, вып. 3(75).
5. Мазный Г.Л. Программирование на БЭСМ-6 в системе "Дубна"/Под ред. Н.Н. Говоруна. — М.: Наука, 1978.

Статья поступила 12 апреля 1979 г.

Н.Ш. Вартанян, К.С. Карапетян,
В.В. Мелконян, А.А. Паносян

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ОТЛАДКИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5" НА БАЗЕ ЕС ЭВМ

УДК 681.3.06

Необходимой составной частью внешнего математического обеспечения микро-ЭВМ являются средства автоматизации программирования (САП), реализованные на универсальных ЭВМ, т.е. кросс-средства. Средства автоматизации программирования серийной микро-ЭВМ в настоящее время реализованы на ЭВМ БЭСМ-6, а также на М-220 и обеспечивают процесс разработки и отладки целевых программ микро-ЭВМ,

В связи с бурным ростом числа потребителей микро-ЭВМ большую актуальность приобретают кросс-средства, выполненные на базе наиболее распространенных ЭВМ, к которым относятся машины системы ЕС (см. рисунок).

Автокод микро-ЭВМ является языком символического кодирования. Сохраняя возможность ис-

пользования всех особенностей системы команд, автокод предоставляет программисту удобные средства записи машинной программы, мнемонику кодов операции, символическую адресацию, автоматическое распределение памяти, связывание подпрограмм. Кроме того, во время трансляции производится диагностика синтаксических ошибок в программах*.

Сервисные программы отладки в соответствии с информацией задаваемой в ведущей программе, формируют массив отладки, обеспечивающий моделирование процесса выполнения соответствующих частей программы и организующий информационные сообщения для проведения отладки программ.

После формирования отладочного массива управление передается интерпретатору системы команд, который моделирует процесс выполнения программы микро-ЭВМ на ЕС ЭВМ.

Особое место в отладке программ микро-ЭВМ занимает имитация внешних воздействий. Сервисные программы имитации внешних воздействий позволяют проводить отладку программ микро-ЭВМ в условиях, близких к реальной системе, и таким образом существенно ускоряют окончательную отладку и проверку работоспособности системы в целом. Не исключается возможность изменений и дополнений метода и имитации внешнего устройства с учетом специфики конкретного применения микро-ЭВМ.

Задание на имитацию внешнего устройства вводится в ведущую программу по интерпретации и передается имитирующей системе с помощью директивы CALL ZAGR (PR1, I1, PR2, I2, ME1, I3, ME2, I4), где PR1 и PR2 – массивы, имитирующие

прерывание от внешнего устройства по указанному адресу микро-ЭВМ и по периоду (в количестве команд); ME1 и ME2 – массивы, имитирующие ввод информации в цифровые входы.

Блок печати представляет собой совокупность программ, которые дают возможность информировать пользователя о ходе интерпретации программы. Блок осуществляет отладочную печать: по записи в регистр; массивов; по записи цифровой вход, выход или ячейку памяти; пооперационную печать.

В кросс-средствах предусмотрена возможность передачи программ на временное и постоянное хранение.

Программы микро-ЭВМ можно каталогизировать на магнитных дисках или лентах. Программа выводится на перфоленгу (перфокарты) с целью дальнейшего ввода в память микро-ЭВМ, например в блок ППЗУ "Электроника П5-ППЗУ".

САП, реализованные на ЕС ЭВМ значительно ускоряют и облегчают программирование микро-ЭВМ в каждом случае. В условиях массового применения микро-ЭВМ возрастает необходимость в использовании средств автоматизации программирования.

Основными направлениями расширения возможностей САП на базе ЕС ЭВМ являются:

- разработка транслятора с языка высокого уровня для программирования микро-ЭВМ;
- переход к диалоговому режиму отладки программ;
- разработка единой системы документирования;
- разработка архивного хранения целевых программ и автоматизированной передачи информации для изготовления фотошаблонов БИС ПЗУ.

Статья поступила 2 июля 1979 г.



Структурная схема средств автоматизации программирования

* Иванов Ю.В., Колосовский Л.И., Чебыкин Н.Е., Штурц И.В. Кросс-средства разработки и отладки программ для микро-ЭВМ. — Электронная промышленность, 1978, вып. 5, с. 37.

•ЭП•
РЕКЛАМА

НОВАЯ КНИГА

**РЕТРОСПЕКТИВА
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНФОРМАТИКИ**

Лекции лауреатов премии Тьюринга
1966–1979

Пер. с англ. — М.: Мир, 1980, 18 л.

Среди лауреатов премии Тьюринга — известные ученые, имена которых традиционно связывают с началом исследований в таких областях знания, как создание искусственного интеллекта, эвристический поиск, автоматизация программирования и управления базами данных, структурное программирование.

Рассчитаны на специалистов, работающих в информатике, а также на широкий круг читателей, интересующихся проблемами этой быстро развивающейся науки.

В. А. Каллистратов

ОТЛАДКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

удк 681.3.06

Эффективность оснащения электротермического оборудования (ЭТО) вычислительными комплексами во многом определяется новизной и оптимальностью алгоритмов. Высокая стоимость ошибки в алгоритмах или их программной реализации обусловлена важным значением ЭТО для народного хозяйства.

Разработка алгоритмов и отладка программ для управления ЭТО на базе микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" осуществляется с помощью кросс-системы на БЭСМ-6. Выбор такого варианта системы отладки обусловлен в основном следующими факторами.

Организация серийного производства управляющих вычислительных комплексов (УВК) на базе микро-ЭВМ "Электроника С5" позволяет рассчитывать на хорошую перспективу применения этой серии микро-ЭВМ. Для нее имеется достаточно полная моделирующая программа системы команд (МПСК) на БЭСМ-6.

Наиболее быстрым, легко реализуемым и, что особенно важно, экономически эффективным методом моделирования ЭТО и процессов является математическое моделирование с применением ЭВМ. За последние годы достигнут существенный прогресс в этой области. На моделях исследуются как работа электропечей, так и процессы, протекающие в них. При математическом моделировании работы ЭТО решаются сложные теплотехнические, электротехнические, электромагнитные, гидравлические и другие задачи. На БЭСМ-6 разработаны и разрабатываются достаточно полные модели для дуговых сталеплавильных электропечей, печей электрошлакового и вакуумно-дугового переплава, электронно-лучевых и плазменных установок, электропечей сопротивления, установок для выращивания кристаллов и т.д. Использование этих моделей совместно с моделями управляющих комплексов является чрезвычайно эффективным при разработке алгоритмов управления, поскольку позволяет комплексно моделировать процессы и условия работы, практическая реализация которых является достаточно сложной и дорогостоящей.

Разработка кросс-системы ведется по следующим направлениям.

Создание моделей УВК. Для управления ЭТО применимы различные УВК на базе микро-ЭВМ се-

мейства "Электроника С5". Они существенно отличаются по своей структуре и исполнению. Моделирующая программа системы команд (ядро моделей УВК) хотя и предоставляет широкие возможности, однако не является законченной в части моделирования систем прерываний произвольной конфигурации и широкого набора по отношению к микро-ЭВМ устройств, входящих в состав УВК, что потребовало ее существенных доработок в этих направлениях.

Разработка моделей объектов для эффективного решения задач управления сводится к

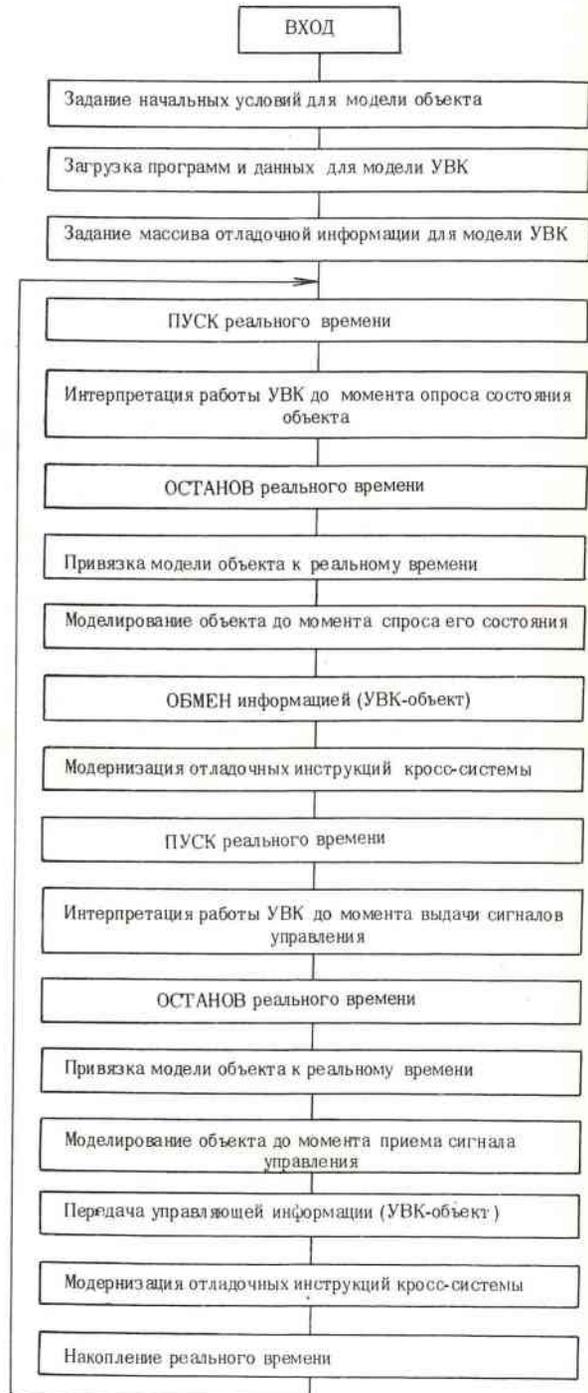


Схема варианта совместного моделирования системы "УВК-объект"

созданию комплексных моделей с учетом динамики процессов, объединяющих различные, разработанные ранее, программные модули, систематизации программного интерфейса, созданию имитационных моделей исполнительных устройств электропечей и реализации случайных возбуждений процессов.

Разработка средств информационного взаимодействия модулей системы и синхронизация их работы. При совместном моделировании системы "УВК - объект" необходимо разработать эффективный аппарат обмена информацией между ее модулями. При этом должны быть учтены искажения, возникающие в каналах передачи данных, а также предоставлена возможность имитации помех.

Для синхронизации работы модулей возможно либо их последовательное моделирование в соответствии с блок-схемой, показанной на рисунке, либо с применением методики моделирования агрегативных систем при использовании стохастических модулей. Во втором случае законченные модули системы (УВК, объект, имитатор возбуждений) представляются агрегатами, определяемыми множеством моментов времени, входных, управляющих и выходных сигналов, а также внутренним состоянием. Для этого случая в рамках кросс-системы в некотором массиве реализуется специальный регистр, имеющий размерность N , где N - число агрегатов. Каждый элемент массива представляет собой время τ_i от текущего момента t до момента, когда внутреннее состояние агрегата вышло бы на границу допустимой области, если бы с момента t поступление входных и управляющих сигналов на агрегат прекратилось. Моменты выхода внутреннего состояния агрегата на границу области определяются как моменты информационного обмена между программными модулями системы. Супервизор системы реализует контроль регистра, определение $\min\{\tau_i\} = \tau$, инициацию соответствующего программного модуля, сдвиг реального времени на величину τ и передачу выходных и управляющих сигналов от агрегата к агрегату в соответствии с графом системы. Для каждого агрегата выделяются алгоритмы преобразования его внутреннего состояния и выработки выходных сигналов в автономном режиме и алгоритмы преобразований внутреннего состояния при поступлении входных и управляющих сигналов на агрегат.

Развитие эффективных средств общения пользователя с системой и методов исследования объекта и САУ включает в себя разработку средств компоновки модулей, применение интерактивных терминалов БЭСМ-6 для эффективного управления процессом моделирования и получения текущей информации, использование средств автоматизации проектирования для получения результатов моделирования в графическом виде, разработку средств получения отлаженной программы управления на перфоленте в виде, готовом для загрузки в УВК.

В качестве основного языка при программировании кросс-системы, так же как и ее ядра - МПСК, принят ФОРТРАН. Для изображения действий, которые невозможно описать на этом языке, используется автокод МАДЛЕН.

По окончании исследования алгоритмов отработки программ на кросс-системе дальнейшая их отладка и доработка производится на имитационных макетах печей при внедрении САУ на действующих объектах.

Использование кросс-системы позволяет потребителям приступать к разработке систем управления на базе УВК значительно раньше получения самих комплексов, что существенно сокращает сроки разработки.

Статья поступила 11 июня 1979 г.

Ш. Г. Багиров, Н. М. Кязимов,
Э. А. Мамедова, А. Г. Рзаев

СРЕДСТВА ОТЛАДКИ ПРОГРАММ НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-11"

УДК 681.3.06

С появлением больших интегральных схем и микропроцессорной техники (МПТ) основная тенденция управления производством с помощью единого мощного вычислительного комплекса изменилась в направлении использования многопроцессорных комплексов.

Наиболее перспективным представляется применение МПТ на нижнем уровне управления и обработки информации, где решаются небольшие по объему задачи. Здесь особенно важное значение имеют вопросы разработки и отладки программ. В связи с этим созданы резидент-ассемблер на микро-ЭВМ "Электроника С5-01" и кросс-ассемблер средств автоматического программирования (автокод, загрузчик, моделирующая программа и т.д.) на ЕС-ЭВМ в рамках ДОС, а также БЭСМ-6, М-220 и М-4030 [1, 2].

Использование резидент-ассемблера имеет определенные трудности при отладке программ, связанные с возможностью кратковременного исчезновения питания, что приводит к сбою информации в ОЗУ и необходимости повторного ввода программы. Кроме того, отладка программ, связанных с использованием входов и выходов микро-ЭВМ, таких как модуль обмена информацией по интерфейсу, вообще затруднительна.

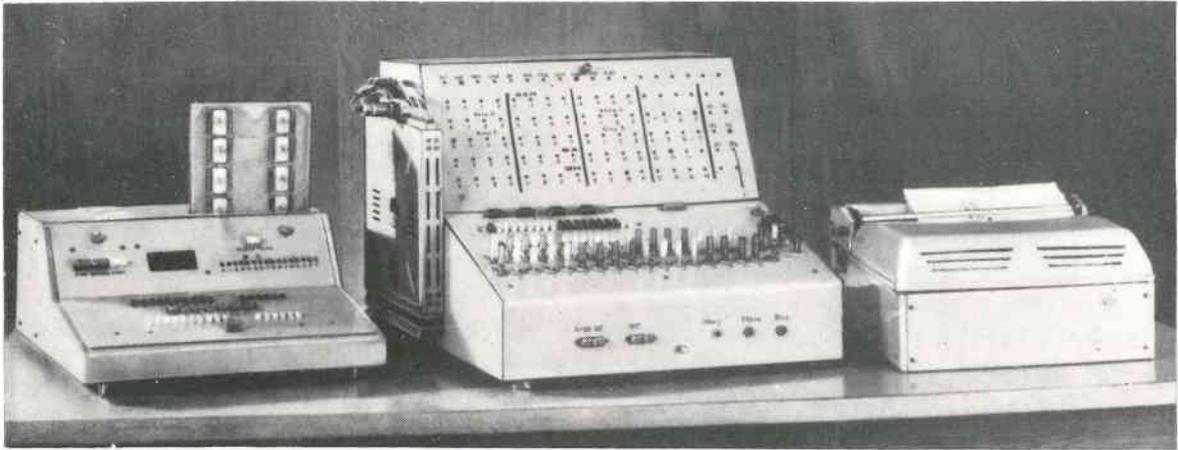


Рис. 1. Внешний вид СОП



Рис. 2. Структурная схема модуля полупостоянного запоминающего устройства

Использование кросс-ассемблера для оперативной отладки программ, выполняющих несложные функции, требует достаточно много времени и предполагает знание языка программирования большой ЭВМ.

С учетом всех этих обстоятельств разработаны и изготовлены средства отладки программ (СОП) на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-11" (рис. 1). На рисунке слева направо расположены стенд для записи информации в модули полупостоянного запоминающего устройства, субблок полупостоянной памяти (СПП), микро-ЭВМ "Электроника С5-11", совмещенная со стендом отладки программ и блоком полупостоянного запоминающего устройства (БППЗУ) и электрическая пишущая машинка ЭУМ-23Д.

БППЗУ (рис. 2) предназначен для ручного ввода информации в субблок полупостоянной памяти, визуального контроля правильности записанной информации, а также для циклической перезаписи со-

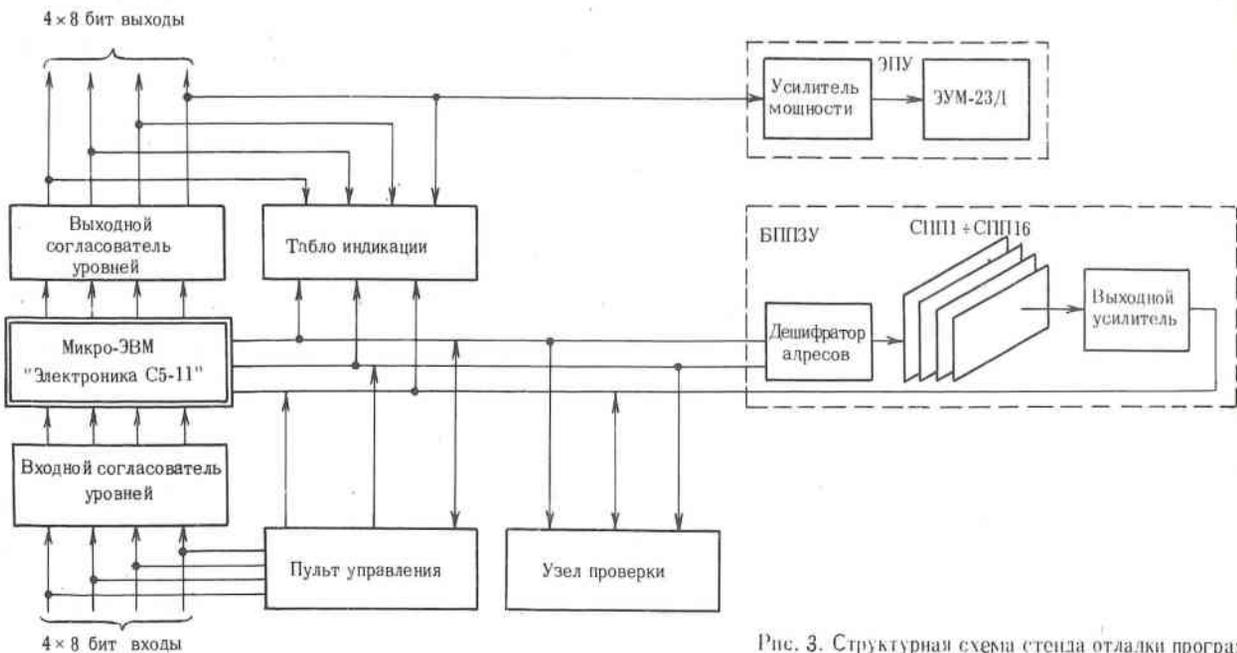


Рис. 3. Структурная схема стенда отладки программ

держимого СПП, что необходимо в связи с ограниченным сроком хранения записанной информации в памяти.

БППЗУ построен по агрегатному принципу и имеет объем памяти 1024×16 бит, шаг наращивания памяти составляет 64×16 бит. Блок состоит из СПП, дешифратора адреса и выходных усилителей и обеспечивает хранение информации независимо от режима питающих напряжений.

Стенд отладки программ (рис. 3) предназначен для оперативной отладки небольших программ объемом не более 1 К слов.

Он состоит из следующих устройств:

- микро-ЭВМ "Электроника С5-11";
- табло индикации, собранного на светодиодах АЛ310, обеспечивающих индикацию всех необходимых состояний информационных и управляющих шин микро-ЭВМ;
- пульта управления, обеспечивающего весь процесс отладки программ, а также генерацию одиночных импульсов;
- узла проверки, позволяющего выявить исправность отдельных узлов микро-ЭВМ по тестовым программам, записанным в ПЗУ,
- электропечатающего устройства, в состав которого входят пять одиночных усилителей мощности для управления печатающей машинкой ЭУМ-23Д;
- входного и выходного согласователей уровней.

Стенд обеспечивает пуск программы и останов ее на нужном адресе; тактовый и шаговый режимы работы; запись информации в ОЗУ; считывание информации из ОЗУ и БППЗУ и вывод на индикационное табло (ИТ); подачу потенциальных и импульсных сигналов на цифровые входы; вывод информации из цифровых выходов на ИТ; проверку работоспособности отдельных узлов микро-ЭВМ.

Предусмотрены возможности увеличения объема ОЗУ на 128 слов, подключения внешних устройств к цифровым входам и выходам, а также входов и выходов таймера, и контролирования фаз генератора фаз.

Процесс отладки программ, написанных на языке микро-ЭВМ "Электроника С5-11", начинается с записи их в БППЗУ. После проверки отдельных основных узлов микро-ЭВМ с помощью тестовых программ, определяющих их работоспособность, разрешается выполнение программ, предназначенных для отладки. Если микро-ЭВМ выходит на тест "музыка" или "печать" (что контролируется звуковой сигнализацией или регистрацией на ЭУМ-23Д соответствующего текста), это означает, что программа написана правильно и полностью выполнена. В противном случае надо искать ошибки в программе. Для этой цели в стенде предусмотрен шаговый режим, который позволяет останавливать микро-ЭВМ после выполнения каждой очередной команды. Результат выполнения команд проверяется путем вывода на индикационное табло соответствующих ячеек ОЗУ. Если он не совпадает с ожидаемым, то выясняется причина и в программу вносятся изменения. Шаговый режим отнимает много времени при отладке программ, поэтому в стенде предусмотрен останов машины после пуска на заранее заданном со стенда адресе.

С помощью описанных средств отлажены некоторые программные модули (прием и выдача информации, преобразование двоичного кода в двоично-десятичный и, наоборот, сравнение с уставками, масштабирование и т.д.), входящие в состав программного обеспечения устройства обработки и регистрации данных для нефтедобычи. В настоящее время отлаживаются модули для устройства управления приемом и раскладкой смеси нефтепродуктов при их транспортировке по магистральным продуктопроводам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Принципы создания программного обеспечения микро-ЭВМ семейства "Электроника С5"/М.П. Гальперин, Ю.А. Масленников, Э.А. Никитин, А.В. Шебаршин, – Электронная промышленность, 1978, вып. 5.
2. Кросс-средства разработки и отладки программ для микро-ЭВМ/Ю.В. Иванов, Л.И. Колосовской, Н.Е. Чебыкин, И.В. Штурд. – Там же.

Статья поступила 22 мая 1979 г.

И. И. Евдокимов, Н. Ю. Коваленко, А. В. Сапего, А. А. Цырульник

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ МИКРО-ЭВМ

УДК 681.3–181.48

Проблема повышения надежности вычислительных систем путем разработки средств контроля и диагностики в настоящее время остается достаточно острой. Использование встроенных аппаратных средств диагностирования ведет к усложнению как структуры вычислительных машин, так и самих

БИС. В связи с этим при проверке работоспособности аппаратуры, входящей в состав микро-ЭВМ, предпочтение отдается тестовым методам контроля и диагностики.

Для проведения контроля микро-ЭВМ "Электроника ИЦ-03Т" и "Элект-

роника ИЦ-03Д" с учетом их структур, включающих отдельные конструктивно и логически законченные автономные модули и устройства ввода-вывода, выбран метод самодиагностики.

К достоинствам выбранного метода относится отсутствие дополнительных аппаратных средств проверки работо-

способности микро-ЭВМ и специальных программ формирования тестовых кодов; к недостаткам — обязательное требование работоспособности "ядра" оборудования системы: унифицированной магистрали и интерфейсной части модулей микро-ЭВМ. Если ядро исправно и программные средства контроля загружены в ОЗУ, то проверка производится автоматически методом наращивания оборудования при последовательном расширении проверяемых логических элементов и узлов системы. Если ядро неработоспособно, диагностирование системы значительно затрудняется, так как для поиска неисправностей в этом случае используются специальные диагностические процессы, выполняемые в полуавтоматическом режиме.

В состав программных средств системы контроля (ПССК) микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03" входят программы проверки работоспособности следующих аппаратных блоков: процессора, оперативного запоминающего устройства, контроллеров устройств ввода-вывода, контроллера программируемого интерфейса. В состав каждой такой программы входят программы драйвер и обработки прерываний и контролирующая программа (КП).

Программа драйвер предназначена для управления устройствами ввода-вывода на физическом уровне. Программа обработки прерываний (ПОПР) предназначена для обработки сигналов прерываний, поступающих от схем контроля (схемы контроля по отсутствию сигналов обмена между модулями в течение установленного интервала времени, схемы контроля при выполнении несуществующего кода команды, схемы контроля при отказе питания, схемы контроля при обращении к "занятому" устройству); формирования и выдачи диагностических сооб-

щений при прерываниях от схем контроля; обработки внешних прерываний от устройств ввода-вывода; управления программным модулем драйвера; преобразования двоичного кода в код пишущей машинки, загрузки начальных параметров и передачи управления на заданный программный модуль. Поскольку программы проверки работоспособности блоков обладают автономностью, их можно использовать при проверке системы в целом и отдельных блоков.

Контролирующие программы основаны на принципе проверки по методу наращивания оборудования с учетом обнаружения любой одиночной неисправности типа $\neq 0$ или ≤ 1 и возможности наращиваемости тестовых подпрограмм. Контролирующая программа конкретного аппаратного блока содержит управляющую подпрограмму и соответствующее число тестовых подпрограмм (ТП).

Управляющая подпрограмма осуществляет формирование исходных параметров для ТП, анализ режима работы КП, обработку и формирование диагностических сообщений по результатам работы ТП, формирование входных параметров для модуля ПОПР при обращении к внешним устройствам.

Тестовые подпрограммы служат для проверки конкретной области оборудования соответствующего аппаратного модуля. Последовательность прохождения этих подпрограмм задается исходя из того, что в работе каждой следующей подпрограммы используется оборудование, которое было проверено предшествующей подпрограммой. При этом у пользователя имеется возможность при необходимости задать один из требуемых режимов выполнения контролирующей программы (однократное, многократное с заданным числом циклов, а также многократное выпол-

нение заданной тестовой подпрограммы) путем установки соответствующего кода в фиксированную ячейку ОЗУ.

При обнаружении неисправности во время работы программы на пишущую машинку поступают диагностические сообщения, которые содержат информацию о предполагаемом месте неисправности. Наряду с этим пользователю предлагается в составе технической документации диагностическая таблица, по которой на основании диагностического сообщения можно локализовать область, содержащую неисправность.

При наличии в системе более двух процессорных модулей программные средства контроля и диагностики организуют децентрализованную систему диагностирования, которая позволяет локализовать в проверяемой микро-ЭВМ неисправность с точностью до команды, при выполнении которой она проявилась.

При децентрализованной системе диагностирования проверяемая микро-ЭВМ по командам прямого управления покомандно выполняет одну из вышеуказанных программ проверки работоспособности аппаратного блока. После выполнения очередной команды управляющая микро-ЭВМ через общую унифицированную магистраль снимает состояние проверяемого модуля и затем сравнивает с состоянием, которое получается при выполнении данного шага аналогичного модуля (необязательно эталонного) в управляющей микро-ЭВМ. При обнаружении неисправности на пишущую машинку выдается состояние проверяемого процессора до и после выполнения данной команды, а также состояние аналогичного модуля управляющей микро-ЭВМ после выполнения данной команды.

Статья поступила 16 апреля 1979 г.

В. Д. Кирилин, В. А. Максименко

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-03Т"

УДК 681.3.06—181.48

Специализированное математическое обеспечение (СМО) микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т" содержит средства отладки и запуска программ, макросредства для решения задач ввода-вывода и управления подключением подпрограмм. Позволяет

документировать созданные программы, ограничить использование пульта ЭВМ только задачами начальной загрузки СМО с перфоленты и обеспечивает работу ЭВМ по директивам с пишущей машинки или дисплея.

В составе СМО можно выделить следующие основные части:

— директивный блок, предназначенный для запуска с пишущей машинки различных программ, входящих в состав СМО, а также для запуска программ пользователя;

— программы — реакции на прерывания, обслуживающие как нормальные ситуации, возникающие по прерываниям от периферийных устройств, так и некорректные ситуации; неправильный код команды, отсутствие абонента, сбой питания;

— программы, обеспечивающие операции ввода-вывода цифро-буквенной информации; числа в

ние "конец". Обращение: ТРАСС ⊣ НАЧАЛЬНЫЙ АДРЕС ⊣ КОЛ. СЛОВ ⊣. Директива ПРОКР имеет обращение: ПРОКР ⊣ адрес запуска ⊣ ТИП ПЕЧАТИ ⊣. Перед запуском процедуры ПРОКР программа пользователя обязательно должна быть проверена директивой ТРАСС. При выполнении директивы ПРОКР при каждом относительном переходе ЭВМ выдает на ПМ вектор состояния процессора, если ТИП ПЕЧАТИ = 0. Если ТИП ПЕЧАТИ = 1, то ЭВМ, отпечатав вектор состояния, переходит в режим ожидания дальнейших указаний; можно распечатать на ПМ область данных или программ, откорректировать программу, задать директиву для коррекции кодов команд или данных, а также и вектора состояния процессора. Далее, нажав клавишу "⊣" на ПМ, процесс прокрутки можно продолжить. Директива ВИСТ восстанавливает исходное состояние текста программы пользователя. Обращение: ВИСТ ⊣ НАЧАЛЬНЫЙ АДРЕС ⊣ КОЛ. СЛОВ ⊣.

Директивы для анализа исполнения программы пользователя в произвольном месте текста. При директиве "СТОП ⊣ адрес ⊣ адрес пуска" команда ЭВМ, адрес которой указан в первом параметре директивы, заменяется на экстракод, а истинная команда запоминается. Затем с адреса, указанного во втором параметре, осуществляется пуск ЭВМ. В дальнейшем ЭВМ, обнаружив экстракод, реализует распечатку вектора состояния процессора. Имеется возможность использования директив чтения и записи пишущей машинки. Далее можно продолжить выполнение программы, нажав клавишу "⊣". При этом при выполнении

используется и команда, ранее находившаяся по адресу, указанному в первом параметре директивы СТОП. Директива ВОССТ параметров не имеет, используется после директивы СТОП для восстановления программы пользователя.

Директива ЛИСТ. Обращение: ЛИСТ ⊣ НАЧАЛЬНЫЙ АДРЕС МАССИВА ⊣ КОЛ. СЛОВ ⊣. Осуществляет вывод отлаженных программ пользователя в виде листинга, в котором последовательно указываются адрес ячейки ОЗУ, код команды и мнемоника.

При печати листинга производится нумерация страниц. После выдачи 30 строк информации ЭВМ останавливается, это позволяет сменить БЛАНК, продолжение работы осуществляется нажатием клавиши "⊣", при этом автоматически печатается номер страницы и так далее.

В состав СМО входят экстракоды, позволяющие упростить программирование операций ввода-вывода на ПМ, уменьшить требуемый объем ОЗУ при операциях ввода-вывода и обеспечить автоматическую запись и восстановление стека при обращениях к подпрограммам. Полный объем разработанного СМО составил величину порядка 4К.

Разработанное СМО дает возможность организовать эффективную эксплуатацию ЭВМ "Электроника НЦ-ОЗТ" в автономном режиме. В дальнейшем предполагается расширить состав экстракодов и директив СМО для упрощения задач программирования стандартных операций.

Статья поступила 3 мая 1979 г.

В. М. Гуревич, Г. Г. Смолко

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ЧПУ НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ

УДК 681.3.06:51

Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ в системах числового программного управления (ЧПУ) станками и технологическим оборудованием привело к уменьшению цикла разработки устройств управления примерно в 2 раза, а по прогнозам на ближайшие два-три года при использовании однокристалльных микро-ЭВМ и специальных БИС это время сократится еще в 1,5 раза. В таких условиях изготовление опытных образцов и конструкторской документации становится

соизмеримым по времени с разработкой и отладкой математического обеспечения (МО). Следовательно необходимо большее внимание уделять вопросам автоматизации процессов проектирования МО и сокращения времени написания и отладки программ за счет предоставления возможности программирования на языках высокого уровня и создания библиотек потребительских модулей алгоритмов и программ.

Математическое обеспечение систем состоит из внутреннего математичес-

кого обеспечения (ВМО) и внешнего математического обеспечения (ВНМО) (см. схему).

ВМО для систем ЧПУ построено по иерархическому блочно-модульному принципу с развитием по вертикали и горизонтали. Так, на первом уровне все ВМО по признаку "изготовитель" можно разделить на три части:

системное МО (СМО) — изготовитель — разработчик микро-ЭВМ и системы управления (операционная система);

групповое МО (ГМО) – изготовитель – разработчик системы и потребитель;

функциональное МО (ФМО) – изготовитель – разработчик объекта управления.

СМО решает задачи пуска системы в целом, диспетчирования, взаимодействия между отдельными устройствами системы (пультом оператора, контроллерами приводов, преобразователей положения, автоматики и т.п.), модулями алгоритмов (программ), взаимосвязи между процессорами системы, приоритетности при обработке прерываний, профилактического и диагностического тестирования устройства управления, контроля прохождения информации с анализом сбоев и отклонений, организации сервисных программ для ГМО и ФМО.

ГМО обеспечивает формирование входного языка ЧПУ, выбор технологических и геометрических циклов, расчет траектории и скоростей перемещений исполнительных органов, расчет специальных коэффициентов, управление приводами и обработку информации от преобразователей, формирование таблиц и транспарантов для выдачи на дисплей.

ФМО осуществляет организацию циклов и формирование языка про-

граммирования электроавтоматики, ввод специальных констант, характерных только для данного объекта, перезапись программ электроавтоматики из ОЗУ в ППЗУ.

Каждый блок может состоять из ряда модулей. Например, организация обмена информацией в СМО зависит от структуры системы и состава периферийных устройств: входной язык ЧПУ в ГМО зависит от модели станка, а организация перезаписи из ОЗУ в ППЗУ зависит от конструктивных особенностей применяемых блоков. К основным требованиям, предъявляемым к блокам и модулям относятся однозначность входов и выходов, функциональная законченность, независимость одних блоков от других. Такой подход позволяет создавать библиотеки потребительских алгоритмов и в зависимости от требований выбрать нужный состав ВМО.

Следует отметить еще одну особенность блочно-модульной системы ВМО. Если СМО изменяется в зависимости от структуры системы управления, то ГМО преобразуется только при переходе от одной группы станков к другой, ФМО может быть различным для каждого станка внутри группы.

ВНМО формируется и создается разработчиком микро-ЭВМ и для разра-

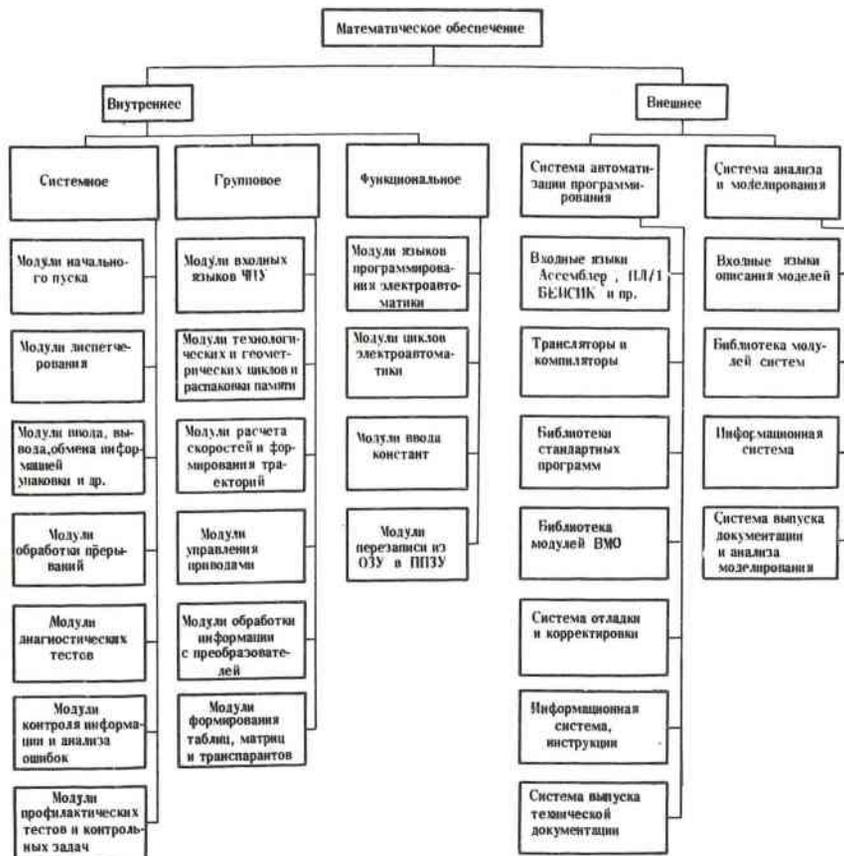
ботчика систем управления является инструментом, позволяющим автоматизировать процесс создания ВМО. Внешнее МО может быть реализовано как на базе микро-ЭВМ, для которой формируется ВМО, так и на больших универсальных машинах с привлечением языков высокого уровня, например, ПЛ/1 или БЭЙСИК в компилируемом варианте. ВНМО состоит из системы автоматизации программирования и алгоритмирования и системы анализа и моделирования.

В двухпроцессорной системе ЧПУ "Электроника НЦ-31", позволяющей параллельно решать задачи управления приводом, расчета данных и ввода-вывода информации, принят таймерный вариант построения ВМО со схемно-программным приоритетом и прерыванием. Все алгоритмы ВМО в этой системе по временно-программным приоритетам разделены на четыре группы:

- управление приводами подачи и опрос датчиков;
- автоматическое управление с подготовкой и расчетом управляющей информации;
- организация ввода и вывода информации;
- локальное тестирование и запуск системы.

В качестве ВНМО использован кросс-ассемблер общего назначения, поставленный на ЭВМ БЭСМ-6. Результаты программирования показали, что кросс-средства для решения задач управления несколько громоздки, а не позволяют наращивать модули и блоки ВМО без перетрансляции ВМО в цело. Учитывая расширение области применения системы ЧПУ "Электроника НЦ-31", необходимо создать удобное и с широкими сервисными возможностями ВНМО. С этой целью создается компилирующая версия языка БЭЙСИК, что позволит перейти к созданию библиотеки пользователя независимо от модели микро-ЭВМ, применяемой в системе ЧПУ.

Разработка всех систем и подсистем МО является жизненно необходимой задачей для сокращения времени проектирования устройств ЧПУ и систем управления техническими объектами. Кросс-ассемблеры, ассемблеры, компиляторы с языков высокого уровня должны создаваться с учетом особенностей управляющей системы, возможностью наращивания ВМО без перетрансляции всей программы в целом. В систему команд микро-ЭВМ следует включить операторы работы с битами и полубайтами, что значительно сократит объем памяти и увеличит быстродействие алгоритмов.



Структурная схема математического обеспечения системы ЧПУ

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ВЫП. 1 (73) — 12 (84) НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СБОРНИКА "ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ" ЗА 1979 ГОД

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
<i>Малинин А. Ю.</i> Эксперименты по выращиванию полупроводниковых материалов в условиях космоса на аппаратуре "Кристалл"	3	3	<i>Грызлов А. В., Захаров М. А., Лысов Г. В.</i> Линейный ускоритель электронов "Электроника" для радиационной технологии	3	22
<i>Баталов Б. В., Назарьян А. Р., Руденко А. А.</i> Направления и перспективы автоматизации проектирования изделий электронной техники	4	3	<i>Акинфиев А. Б., Арсланов В. М., Щетинин Ю. И.</i> Постоянные запоминающие устройства на микросхемах К155РЕЗ	3	23
Из социалистических обязательств трудящихся электронной промышленности	5	3	<i>Амельчаков Н. П., Байдалинов И. В., Малышев И. В., Юровский А. В.</i> Полупроводниковая ИСК 174УР2	3	25
<i>Стуколов П. М.</i> К 50-летию первого пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР	6	3	<i>Бачурин В. В., Дьяконов В. П., Сопов О. В.</i> Мощные высокочастотные и сверхвысокочастотные МДП транзисторы	5	5
<i>Лаврищев В. П.</i> Перспективы применения синхротронного излучения в микроэлектронике	7	3	<i>Бачурин В. В., Дьяконов В. П., Сопов О. В.</i> Мощный высокочастотный МДП транзистор КП904	5	9
<i>Пролейко В. М.</i> Актуальные проблемы медицинской электроники	8—9	3	<i>Бачурин В. В., Белик Ю. Д., Либерман В. С., Прушинский А. К.</i> Мощный кремниевый СВЧ МДП транзистор КП905	5	10
<i>Стуколов П. М.</i> Совершенствовать систему планирования и методы хозяйственного руководства :	10	3	<i>Бачурин В. В., Белик Ю. Д., Либерман В. С., Прушинский А. К.</i> Мощный кремниевый СВЧ МДП транзистор КП907	5	13
<i>Пролейко В. М.</i> Микропроцессоры, микро-ЭВМ и их развитие	11—12	3	<i>Власов В. А., Гордеев А. И., Киреев Ю. А., Кузнецов О. А.</i> Высоковольтный транзистор КТ940	5	15
ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ			<i>Коган А. Л., Колосовский А. В., Синцаев В. В., Хоменко А. И.</i> Мощные КМДП микросхемы серии К564	5	17
<i>Гольдшер А. И., Диковский В. И., Федотов Я. А.</i> Быстродействующие ТТЛ микросхемы с парафазным выходом	3	8	<i>Борисов В. С.</i> Полупроводниковое ЗУ с повышенной надежностью функционирования	5	20
<i>Гольдшер А. И., Диковский В. И., Федотов Я. А.</i> Маломощные ТТЛ микросхемы с парафазным выходом на основе приборов с барьером Шоттки	3	12	<i>Болдырев В. П., Марченко Г. М., Савотин Ю. И., Сухопаров А. И.</i> Быстродействующие ЭСЛ микросхемы серии К100	5	22
<i>Безбородников Б. А., Березенко А. И., Фурсин Г. И.</i> Инжекционная структура с самосовмещенным инжектором и эпитаксиальным коллектором	3	16	<i>Ляхович В. В., Москаленко Н. И., Ожогин М. А., Степаненко И. П.</i> Микросхема К140УД13 — прецизионный усилитель постоянного тока	5	26
<i>Фирсов В. И.</i> Мощные составные транзисторы КТ-827 и КТ-829	3	18	<i>Глазков И. М.</i> Микропроцессоры и микро-ЭВМ для решения задач автоматизации	6	9
<i>Зайцев Ю. В., Ивин Г. Ф., Марченко А. Н.</i> Магниторезистор на основе полупроводникового сплава InSb — NiSb	3	20			

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
<i>Лугинский Я. Н.</i> Применение микро-ЭВМ в электроэнергетике	6	11	<i>Геншафт Ю. Е., Грачев Б. В., Давыдов В. А., Конопкин В. Ф., Кузьмин Ю. П., Рябоконт А. В.</i> Индикатор потока крови ИПК-1	8-9	7
<i>Онегин Е. Е.</i> Мини- и микро-ЭВМ в оптико-механическом оборудовании	6	15	<i>Берлянд О. В., Грачев Б. В., Дмитриев В. Н., Конопкин В. Ф., Хухлаев К. К.</i> Акустический визуализатор для травматологии	8-9	9
<i>Некрасов Л. Т., Никонов Ю. П., Плешаков В. А.</i> Микропроцессоры и микро-ЭВМ в АСУТП	6	16	<i>Калужный В. Н.</i> Фазочастотный анализатор электроэнцефалограмм	8-9	10
<i>Альферович В. Н., Болдырев В. П., Скляр А. П., Степанец В. Я.</i> Применение комплекса 15УТ-4-017 в системе проектирования на базе ЕС ЭВМ	6	18	<i>Грачев Б. В., Данов Г. А., Колосов Б. Г., Конопкин В. Ф.</i> Малогабаритный измеритель артериального давления	8-9	13
<i>Межев В. Е., Ратмиров Н. Л., Талов И. Л., Толстых Б. Л.</i> Программное обеспечение системы 15УТ-4-017	6	21	<i>Демин В. А., Черный А. Н., Черникова А. И., Виноградов С. П.</i> Стереорентгенограмметрическая аппаратура	8-9	14
<i>Маслеников Ю. А., Усик В. Г., Чебыкин Н. Е., Штурц И. В.</i> Автоматизация проектирования цифровых микропроцессорных систем	6	24	<i>Добреньков В. Н., Иофин Н. С., Соколин Ю. К., Чевтаев Г. Т.</i> Трехканальная система передачи электрокардиограмм по телефону	8-9	16
<i>Бутомо И. Д., Котляров В. П., Морозов Н. Б., Резник А. Е., Самочадин А. В.</i> Редакционно-отладочный комплекс для микро-ЭВМ семейства "Электроника С5"	6	29	<i>Иофин Н. С., Чевтаев Г. Т.</i> Трехканальный датчик электрокардиограмм	8-9	19
<i>Антонова Г. Ф., Кузнецов Е. Ю., Минкин Л. К.</i> "Электроника БЗ-30" — однокристалльный карманный микрокалькулятор	6	33	<i>Добреньков В. Н., Рыжов В. А., Чевтаев Г. Т.</i> Трехканальный осциллографический индикатор с блоками электронной памяти	8-9	20
<i>Калошкин Э. П., Кириленко В. Г., Попов Ю. П., Реутович С. И., Савотин Ю. И., Цуканов Л. Н.</i> Инжекционные структуры с вертикальным токозадающим транзистором для микро-мощных БИС	7	7	<i>Тихонов В. П., Бакман А. Н.</i> Радиотелеметрическая аппаратура дистанционного контроля сердечной деятельности	8-9	21
<i>Тимонтеев В. Н., Ткаченко В. А.</i> Аналоговый перемножитель сигналов К525ПС1	7	10	<i>Брикач Г. Е., Ключин Б. А., Савин А. И., Хитровский Е. И.</i> Автоматизированная система анализа электрофоретических спектров	8-9	24
<i>Задерей Г. П.</i> Устройства питания на основе многофункциональных электронно-магнитных трансформаторов	7	14	<i>Барановский В. И., Берлин Г. С., Колосова Н. А., Шорр В. А.</i> Механо-троны для медицинских и биологических приборов	8-9	28
<i>Вендик О. Г., Гассанов Л. Г., Кейс В. Н., Ковальков Ю. Н., Тер-Мартirosян Л. Т., Ткачук Б. В.</i> Сегнетоэлектрический активный элемент параметрического СВЧ усиления	7	18	<i>Матвеев Г. П., Папаев В. А., Федорищева Л. Е., Шубочкин Л. П.</i> Портативный прибор для определения функционального состояния сетчатки и зрительного нерва	8-9	34
<i>Абрайтис В. Б., Паулаускас В. Н.</i> Быстродействующий компаратор напряжения К597СА1	7	22	<i>Куртев Н. Д., Анциферов С. С., Смирнов А. В.</i> Тепловизор АТП-13	8-9	35
<i>Демиденко В. В., Заболотный Н. А., Фирсов В. И.</i> Мощный кремниевый транзистор КТ-935А	7	24	<i>Воронков И. Ф., Петров В. К.</i> Установка для оценки молекулярных механизмов ферментативных реакций и лекарственной рецепции	8-9	37
<i>Грачев Б. В., Конопкин В. Ф., Кулиев Ю. Н.</i> Унифицированный ряд пьезодатчиков и устройств для медицинской диагностики	8-9	5			

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
<i>Журавлев В. А., Моисеенко А. Н.</i> Доплеровский ультразвуковой сигнализатор скорости кровотока	8-9	39	<i>Грачев Б. В., Даниленко Н. Ф., Коленченко В. Н., Конопкин В. Ф.</i> Понамарев Ю. А. Пьезокерамические элементы и пьезопреобразователи для ультразвуковой терапии	8-9	59
<i>Алекса А. Г., Горошко В. Н., Зимин В. Н., Мазур М. Г., Свидзинская Т. А.</i> Миниатюрный первичный преобразователь давления для исследований верхнего отдела желудочно-кишечного тракта	8-9	41	<i>Высоцкий В. З., Медяков П. Г., Суриков И. В., Шмерельсон М. Б.</i> Переносной ультразвуковой ингалятор	8-9	60
<i>Дворянская Э. И., Миллер А. И.</i> Малогабаритные рН-метры с автономным питанием для желудочной диагностики	8-9	43	<i>Верхов Г. И., Костюк С. В., Кустарев Б. Г., Маркин В. И., Миронычев Ю. П., Приезжев Г. М., Усанов С. С., Цибуляк В. Н.</i> Прибор для электроakupунктуры "Элита-5"	8-9	62
<i>Алекса А. Г., Брызгов В. И., Годовицын Е. В., Дешевая Т. В., Корнеев В. Н., Смирнов П. Т., Цурканов Л. Ф.</i> Миниатюрный стеклянный электрод для рН-метрии	8-9	44	<i>Зубков П. И., Михайлов А. П., Осипов В. А., Россиянский Л. С., Шурин С. П.</i> "Элитерис-5у" — прибор для рефлексотерапии	8-9	63
<i>Агейчев В. А., Бабкова И. В., Гринберг А. А., Панцырев Ю. М., Столярова Л. Ф., Чернякевич С. А.</i> Внутриполостная рН-метрия в клинической практике	8-9	45	<i>Пармененков Д. Л.</i> Аппаратура для контроля и коррекции биофизических параметров при болевом синдроме	8-9	65
<i>Гольц М. В., Девятков Н. Д., Меженков Э. П.</i> Использование тепловизора для ранней диагностики заболеваний молочной железы	8-9	50	<i>Беляев Р. П., Козлов Б. Л., Мишков В. Л.</i> Аппарат электролазерной пунктуры	8-9	67
<i>Демин В. А., Черный А. Н., Черникова А. И.</i> Использование системы цветового преобразования черно-белого рентгеновского изображения во врачебно-трудовой экспертизе	8-9	51	<i>Гордеева Т. Н., Евтифеева Е. С., Петелин Л. С., Попова Т. Н.</i> Устройство для лазерорефлексотерапии	8-9	69
<i>Виневич С. В., Патрушева Л. Н., Рабодзей Н. В., Соколова М. Г.</i> Электронно-лучевой анализатор мгновенных значений электрических сигналов ЛФ-11	8-9	52	<i>Кобрянский В. Л., Миклашевич В. В., Мостицкий А. В., Побирчий А. А., Худзинский В. М.</i> Криомедицинская установка на основе дроссельной системы охлаждения замкнутого цикла	8-9	71
<i>Андреев А. Г., Колтун В. М., Надежин В. С., Трусов Ю. С.</i> Повышение надежности обнаружения зубца R электрокардиосигналов	8-9	54	<i>Выжелевский В. П., Папаев В. А., Пузанов Б. М., Тархов Г. Н.</i> Установка на основе маломощных ОКГ для лечения трофических язв, долго не заживающих ран и костных переломов	8-9	72
<i>Ваксман Г. Н., Заусаев В. И., Кац А. Г., Кузнецов Л. М., Макеева Н. С., Ромачева И. Ф., Сидорова Т. А.</i> Лазерная установка для лечения воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области	8-9	55	<i>Шехтер А. Б., Щур В. В.</i> Влияние излучения гелий-неонового и азотного ОКГ на заживание кожных ран	8-9	74
<i>Александров М. Т., Байкова Р. А., Жирухин А. В., Зайцев В. П., Лебедева Л. М., Прохончуков А. А., Седов Г. С., Степанов В. А.</i> Применение гелий-неонового лазера в стоматологии	8-9	56	<i>Александровская Т. Н., Макеева Н. С., Шапиро А. М., Щур В. В.</i> Биологическое действие излучения азотного ОКГ на живой организм	8-9	75
			<i>Боярских Г. В., Зубкова С. М.</i> Механизм биологического эффекта лазерного излучения	8-9	77
			<i>Зубков П. И., Осипов В. А., Россиянский Л. С., Шурин С. П.</i> Информационно-измерительный комплекс "Элитерис-ИИК"	8-9	78

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
Беляев В. П., Лагузов В. П., Григорьев Б. В., Карпецкий В. В., Плетнев С. Д., Фелянин Ю. А. Лазерная медицинская установка ЛМГ-2	8-9	80	Баринов Г. М., Герберг А. Н., Логай И. М., Мухо С. Б. Постоянные магниты для проведения офтальмологических операций	8-9	106
Васильева Н. Н., Гельвич Э. А., Голант М. Б., Девятков Н. Д., Иванов В. В., Кубаткина Е. И., Португалова В. В., Реброва Т. Б. Севастьянова Л. А. Воздействие СВЧ колебаний совместно с рентгеновским излучением или химиопрепаратами на нормальные и опухолевые процессы	8-9	82	Казарин В. В., Савинов Ю. Г., Славинский З. М., Спирушкин В. А. Высокочастотные коагуляторы	8-9	106
Гельвич Э. А., Давыдова И. Б., Девятков Н. Д., Кириллов В. В., Мазохин В. Н., Синяговский В. И., Чиликин П. И. Аппаратура для СВЧ гипертермии	8-9	84	Баринов Г. М., Васильев Г. С., Гераськин В. И., Герберг А. Н., Мухо С. Б., Рабинович Я. Д., Рудаков С. С., Фролов О. К. Магнитное устройство для исправления воронкообразной деформации грудной клетки	8-9	109
Дубровин О. А., Курбацкий П. П., Муськин Ю. Н. Микрокриогенное оборудование в медицине	8-9	89	Лаупмаа Ф. Ф.-Р., Рютель А. Р., Тийкмаа Р. В. Миниатюрный слуховой аппарат	8-9	111
Буценко В. В., Жарков Я. В., Муськин Ю. Н., Салсай Ю. М., Смехнов А. А. Установка для исследования влияния низких температур на свойства биологических объектов	8-9	91	Резник М. И., Романюк Ю. В., Рындин В. И. Радиоэлектронные приборы компенсации слабовидения	8-9	112
Варич Н. И., Войтенко Г. И., Мельник А. С., Яценко В. П. Термоэлектрический аппарат для локальной гипотермии конечностей	8-9	92	Иткин Г. П., Кононов Ю. С., Конопкин В. Ф., Лебедева Н. В., Пономарев Ю. А. Пьезопреобразователи для искусственного сердца	8-9	114
Дизна С. Н., Коротков Ю. Н., Неумывакин И. П., Усанов С. С. Прибор для электронейролепсии и анальгезии "Электроника ПЭЛАНА-01"	8-9	95	Афанасьев Ю. П., Забелин Л. П., Павлов А. Е., Петухов А. И., Эпштейн С. Л. Портативный электромиостимулятор для тренировки мышц	8-9	115
Брехов Е. И., Лукин Э. А., Малышев Б. Н., Салюк В. А., Скобелкин О. К., Стельмах М. Ф., Фундатор Ю. В. Лазерная хирургическая установка "Скальпель-1"	8-9	96	Кучерявенкова И. Л., Маханек Б. Е., Шендюк А. Д. Контрольный излучатель инфракрасного излучения на температурный диапазон 20-50° С	8-9	49
Алякишев С. А., Косарев И. И., Скобелкин О. К., Теселкин В. В. Лазерная эндоскопическая медицинская установка	8-9	100	Алякишев С. А., Гамалея Н. Ф., Косарев И. И., Теселкин В. В. Физиотерапевтическая лазерная установка	8-9	58
Косарев И. И., Сливин С. И., Степанов В. А., Швальб П. Г. Применение низкоинтенсивного красного лазерного излучения в хирургии	8-9	102	Дунаев А. С., Макеева Н. С., Маханек Б. Е., Папков В. М., Шендюк А. Д. Установка для лазеропунктуры	8-9	64
Акопян В. С., Большунов А. А., Лукин Э. А., Малышев Б. Н., Салюк В. А., Стельмах М. Ф., Фундатор Ю. В. Лазерная офтальмологическая установка "Ятаган" для микрохирургии	8-9	103	Горбатенко Б. Б., Папаев В. А., Сапрыкин П. И., Тархов Г. Н., Шубочкин А. П. Лазерная терапевтическая установка для воздействия на биологически активные точки	8-9	70
			Выжелевский В. П., Папаев В. А., Пузанов Б. Н., Тархов Г. Н. Установка на основе ОКГ для теплового разрушения биологических объектов	8-9	76
			Гагиева С. Г., Джатиева Р. Д. Компаунды для герметизации изделий медицинской электроники	8-9	88
			Клевцов В. А., Маняфов В. Н., Сачков А. И., Семенов Р. Л., Рошин Р. Я. Генераторные тетроды с бипотенциальным катодом	10	10
			Потсар А. А., Степанов В. А. Тиратронные матричные панели	10	14
			Калантаров М. А., Шутенко О. В., Юдовина П. А. Видикон с мишенью из окиси свинца для рентгено-телевизионной установки	10	17

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
<i>Козлов В. Н., Смородина Э. В., Соколова П. Л., Шляпочник С. М.</i> Суперорбитон ЛИ232, чувствительный в ближней ИК области спектра	10	19	<i>Борисенков В. Д., Лопатин В. С., Плотников В. В., Талов И. Л.</i> Возможности построения систем на базе микро-ЭВМ "Электроника 60"	11-12	17
<i>Козлов В. А., Лапук А. Г., Ловицкая Э. В., Тимофеев О. А., Тимофеева Л. Г., Ширяев В. Г.</i> Видиконы ЛИ432 и ЛИ442	10	20	<i>Зубашин В. Ф., Кобылинский А. В., Темченко В. А., Сабадаш Н. Г.</i> Микропроцессорный комплект БИС серии К580. Семейство микро-ЭВМ "Электроника К1"	11-12	19
<i>Гернет Э. В., Евланова И. К., Кузнецова Г. В., Соколова Э. В.</i> Видикон с памятью ЛИ443, чувствительный в УФ области спектра	10	22	<i>Иванов В. И., Иванов Е. А., Муренко Л. Л., Филимонов А. Н.</i> Вычислительные и управляющие микросистемы индивидуального пользования	11-12	22
<i>Ивлев А. М., Коржавый А. П., Палицын В. П., Файфер С. И., Чигринец В. Д.</i> Долговечные катоды для приборов квантовой электроники	10	24	<i>Брусиловский Р. Д., Закусилов Н. А., Крушель Е. Г., Щарапов Н. П.</i> Децентрализованная АСУТП водораспределения на базе микро-ЭВМ	11-12	29
<i>Валыгина М. А., Князев Ю. И., Леонов В. А., Мартынов Е. П.</i> Тонкопленочные электролюминесцентные элементы для матричного экрана	10	25	<i>Степьмашенко М. Б., Танаев М. Я.</i> Управляющие вычислительные комплексы на основе микро-ЭВМ	11-12	31
<i>Плахов С. А., Рапопорт Б. И.</i> Контрастные характеристики высокочувствительного видикона с мишенью на основе селенида кадмия	10	30	<i>Изаксон-Демидов Ю. А., Каллистратов В. А., Тутукин Е. М.</i> Системы управления электротермическим оборудованием с применением микро-ЭВМ "Электроника С5-02"	11-12	32
<i>Кибардин Н. П., Любич О. А.</i> Цветной кинескоп с диагональю экрана 51 см	10	32	<i>Брусиловский Р. Д., Закусилов Н. А., Рахматуллин А. Ш., Шабловский В. И.</i> Микро-ЭВМ "Электроника С5-12" в АСУ гидротехническими объектами	11-12	33
<i>Докучаев Ю. П., Кузнецов Ю. А., Пресс Ф. П.</i> Матричный формирователь видеосигналов на 580х532 элементах разложения	10	33	<i>Вартанян Н. Ш., Загородний С. В., Калинин В. П., Карапетян К. С., Мелконян В. В.</i> Автоматизированная система управления потреблением электроэнергии	11-12	35
<i>Мерينوва Н. Н., Мурзинцев А. А., Пошивайлова Т. В., Сименштейн А. П.</i> Приемник оптического излучения МГ-30	10	35	<i>Петросян Э. А., Птицина Л. М., Симоненков В. И., Ухолов К. В.</i> Микро-ЭВМ "Электроника С5-11" в устройствах программного управления станками	11-12	36
<i>Фоменко А. И.</i> Электронно-лучевой прибор "Полкус-1"	10	35	<i>Смолко Г. Г.</i> Перспективы развития электронных систем управления металлорежущими станками	11-12	39
<i>Бобков В. А., Черных А. Г., Шиллер В. А.</i> Микро мощные микропроцессорные БИС серии К588 на дополняющих МДП транзисторах	10	36	<i>Смолко Г. Г., Яценко Э. К.</i> Микро-ЭВМ "Электроника С5-12" в системе управления металлорежущими станками	11-12	40
<i>Носов Ю. Р.</i> Новые оптроны и оптоэлектронные микросхемы	10	39	<i>Вартанян Н. Ш., Еремеев Ю. М., Мелконян В. В., Орехов С. А., Стерлин А. Я.</i> Многоканальный функциональный генератор на основе микро-ЭВМ	11-12	42
<i>Маркосян Э. Г.</i> Матрица резисторов серии 310	10	42	<i>Жамов В. А., Лагутин В. И., Миндлин Н. Я., Ярополов Е. Г.</i> Спектрофотометры, управляемые от микро-ЭВМ	11-12	46
<i>Абовян В. О., Айвазян А. А., Александян Р. Г., Саносян Э. И.</i> Интегральные резисторные микросхемы для устройств ввода-вывода микро-ЭВМ	10	43	<i>Жамов В. А., Косенко В. В., Рукавицын Н. Н., Скворцов Ю. С., Ярополов Е. Г.</i> Комплекс отладки рабочих программ микро-ЭВМ "Электроника С5-12" для длиномеров ИЗГ-4 и ИЗВ-4	11-12	48
<i>Петросян Э. А.</i> Системы на основе микро-ЭВМ — новый этап внедрения микропроцессорной техники в народное хозяйство	11-12	7	<i>Миронов О. А., Самбурский В. В.</i> Микро-ЭВМ "Электроника С5-12" в оптико-механических приборах	11-12	49
<i>Кузнецов В. Я., Маслеников Ю. А., Никитин Э. А., Цветов В. П.</i> Развитие микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" и систем на их основе	11-12	9			
<i>Васенков А. А.</i> Развитие микропроцессоров и микро-ЭВМ семейства "Электроника НЦ" на основе комплексно-целевых программ	11-12	13			

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
<i>Воробьев Н.М., Иванов Э.Е., Кокорин В.С., Смирнов Н.А., Травницкий В.С.</i> Применение микро-ЭВМ семейства "Электроника НЦ" в системах коммутации сообщений	11-12	54	<i>Кобылинский А.В., Лукашев А.И., Малышевский В.П., Ярош Л.Ф.</i> Микропроцессор в устройствах управления сборочным оборудованием	11-12	89
<i>Городецкий И.В., Дорофеева Л.П., Яковлев А.В.</i> Микро-ЭВМ в иерархических структурах АСУ	11-12	59	<i>Воробьев Н.М., Елагин В.М., Сиренко В.Г., Чичерин Ю.Е.</i> Архитектура микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т"	11-12	95
<i>Добаев С.Г., Мозгин А.А., Петровский В.С., Потапов С.Е.</i> Информационно-справочная система на основе микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Д"	11-12	61	<i>Меркулов В.А., Покровский В.М., Чичерин Ю.Е.</i> Проектирование подсистем ввода-вывода микро-ЭВМ	11-12	100
<i>Ефимов В.В., Махалин Б.Н., Хоботов А.Г., Хромов В.М.</i> Система диагностирования печатных узлов на базе ЭВМ "Электроника 60"	11-12	63	<i>Гальперин М.П., Жуков Е.И., Селиванов В.И., Панкин В.Е.</i> Принципы построения микроэлектронных устройств сопряжения для микро-ЭВМ "Электроника С5"	11-12	103
<i>Кальнин А.И., Мялик А.Н., Рыжов В.И.</i> Микро-ЭВМ "Электроника 60" в системе автоматического контроля функционирования сложных объектов	11-12	64	<i>Чеботарев А.Н.</i> Анализ принципов организации интерфейсов	11-12	106
<i>Богданова М.Н., Кузнецов А.И., Пелипенко В.И., Плотиных В.В., Штраних И.В.</i> Микро-ЭВМ "Электроника 60" в автоматизации физического эксперимента	11-12	65	<i>Масленников Ю.А.</i> Развитие программного обеспечения микро-ЭВМ "Электроника С5"	11-12	108
<i>Бедржицкий Е.Л., Ильичев В.Д., Мушкетов В.К., Подборонов Б.П., Селихов А.Ф.</i> Автоматизированная система управления комплексными прочностными исследованиями	11-12	66	<i>Гендлер И.А., Рыжикова А.И., Фиников В.А.</i> Система диалоговой отладки программ микро-ЭВМ "Электроника С5" на универсальной ЭВМ	11-12	114
<i>Васильев А.И., Лугов А.Ф.</i> Организация измерительно-информационных систем на базе ЭВМ	11-12	72	<i>Вартанян Н.Ш., Карапетян К.С., Мелконян В.В., Паносян А.А.</i> Автоматизированные средства отладки целевых программ микро-ЭВМ "Электроника С5" на базе ЕС ЭВМ	11-12	116
<i>Кессельман Л.А., Конюшин С.А., Копейкин В.Т., Кратенко В.И., Шапиро А.А.</i> Видеотерминальное устройство на базе микро-ЭВМ "Электроника 60"	11-12	75	<i>Каллистратов В.А.</i> Отладка алгоритмов и программ для систем управления электротермическим оборудованием	11-12	118
<i>Иванов Е.А., Муренко Л.Л., Филимонов А.Н., Широков Ю.Ф.</i> "Электроника ТЗ-29" в автоматизированных измерительных системах	11-12	76	<i>Багиров Ш.Г., Кязимов Н.М., Мамедова Э.А., Рзаев А.Г.</i> Средства отладки программ на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-11"	11-12	119
<i>Щербаченко А.М., Юрлов Ю.И.</i> Применение ВУМС "Электроника ТЗ-16М" в установке записи синтезированных оптических элементов	11-12	78	<i>Евдокимов И.И., Коваленко Н.Ю., Сапего А.В., Цырульник А.А.</i> Программные средства системы контроля микро-ЭВМ	11-12	121
<i>Бурков А.Т., Ведерников М.В.</i> Автоматизация физического эксперимента с использованием ВУМС "Электроника ТЗ-16М"	11-12	80	<i>Кирилин В.Д., Максименко В.А.</i> Специализированное математическое обеспечение для микро-ЭВМ "Электроника НЦ-03Т"	11-12	22
<i>Чичерин Ю.Е.</i> Устройство числового программного управления "Электроника НЦ-31"	11-12	81	<i>Гуревич В.М., Смолко Г.Г.</i> Математическое обеспечение систем ЧПУ на основе микро-ЭВМ	11-12	124
<i>Белоушкин А.А., Глухман В.Л., Иванов Э.Е., Литаврин А.А., Радзиевский Г.П.</i> Концентратор телеграфных сообщений "Электроника НЦ-32"	11-12	83	<i>Воробьев С.Б., Петровский В.С., Потапов С.Е., Юрик Л.М.</i> Резидентная система отладки программ микро-ЭВМ "Электроника НЦ"	11-12	94
<i>Жигульский Б.М., Зубов Н.Н., Меркулов В.А., Садовникова А.И., Хаджихаметов М.А.</i> Применение микропроцессорной техники в аппаратуре психофизиологического контроля	11-12	86	<i>Горбунова Г.Г.</i> Формирование информационной базы по микропроцессорной технике	11-12	92

		Вып.	Стр.			Вып.	Стр.
ИССЛЕДОВАНИЯ. РАЗРАБОТКИ.							
МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ							
<i>Авдеев Е. В., Баталов Б. В., Назарьян А. Р., Руденко А. А.</i>				<i>Оганесянц Л. Г., Попова Т. М., Шепслев В. А.</i> Интерактивная система			
Подсистема автоматизированного проектирования элементов интегральных микросхем 4				полного контроля топологии БИС 4			
				74			
<i>Авдеев Е. В., Баталов Б. В., Назарьян А. Р., Руденко А. А.</i>				<i>Стемпковский А. Л.</i> Подготовка данных для изготовления фотошаблонов БИС в автоматизированной системе проектирования 4			
Прикладное программное обеспечение задач автоматизированного проектирования элементов интегральных микросхем 4							
				80			
<i>Руденко А. А., Чеботаев Е. В.</i>				<i>Курейчик В. М.</i> Автоматизация технического проектирования вычислительных структур 4			
Расчет результирующего распределения легирующих примесей в двумерных структурах полупроводниковых микросхем 4							
				83			
<i>Дьяконов В. М., Кремлев В. Я.</i>				ИЗМЕРЕНИЯ			
Моделирование элементов инжекционно-полевых логических микросхем 4				И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА			
				<i>Щука А. А.</i> Анализ сред с помощью лазерного зонда 1-2			
				3			
<i>Авдеев Е. В., Зверев С. А.</i>				<i>Варнаков С. В.</i> Лазерная твердотельная масс-спектрометрия 1-2			
Математические модели интегральных диффузионных резисторов 4							
				8			
<i>Авдеев Е. В., Казуров Б. И., Котко А. П., Мячин Г. М., Назарьян А. Р.</i>				<i>Черепин В. Т.</i> Масс-спектрометрия вторичных ионов 1-2			
Статистический анализ параметров нелинейной модели интегрального транзистора 4							
				17			
<i>Ступаченко А. А.</i> Система автоматизированного проектирования радиодеталей 4				<i>Дорджин Г. С., Зенкин В. А.</i> Квадрупольная масс-спектрометрия и перспективы ее развития 1-2			
				34			
<i>Вахитов Н. Г., Ершов В. Я., Лукин Э. А.</i>				<i>Гуревич Г. М., Данилюк Ю. Л., Коварский А. П.</i> Масс-спектрометрические методы в решении материаловедческих задач 1-2			
Автоматизация проектирования приборов квантовой электроники 4							
				38			
<i>Аврашков П. П., Беляков Ю. Н., Егоров Ю. Б., Курмаев Ф. А., Федьинский А. В.</i> Система автоматизированного моделирования и расчета интегральных схем САМРИС-2 4				<i>Аристархова А. А., Волков С. С., Толстогузов А. Б.</i> Исследования поверхности твердых тел методом спектроскопии обратнорассеянных ионов низких энергий 1-2			
				41			
<i>Кольдяев В. И., Корнюхин В. Т., Корчагин И. Я., Люмаров П. П., Назаров В. Г.</i> Система автоматизированного проектирования ЗУ на МДП-транзисторах и линейных интегральных микросхем 4				<i>Гиндик Е. И., Поляков С. М., Прохвятилов В. Г.</i> Температурные исследования в рентгеноструктурном анализе 1-2			
				45			
<i>Макарчук В. В., Малышев И. В.</i>				<i>Балабанкин В. Е., Попельшев В. Г., Просвирников В. В., Соболев А. Д.</i> Контроль структуры кристаллов кремния мощных полупроводниковых приборов методом псевдокосселевских линий 1-2			
Программное обеспечение схемотехнического проектирования интегральных схем для радиоприемной аппаратуры 4							
				48			
<i>Оганесянц Л. Г., Шепслев В. А.</i>				<i>Арефьев Ю. В., Кожемякин К. Г., Лавренцов В. Д., Пешков В. А.</i> Применение пьезогониометров на межоперационном и выходном контроле 1-2			
Интерактивная система синтеза топологии БИС 4							
				50			
<i>Шепслев В. А.</i> Метод формирования соединительных проводников в топологии БИС 4				<i>Заводчиков В. М., Тимошников Ю. А., Чернов И. П., Ятис А. А.</i> Ядерные методы исследования полупроводников 1-2			
				53			
<i>Широ Г. Э.</i> Применение метода							

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
<i>Афонин О. Ф., Викторов Б. В., Шустров Б. А.</i> Нейтроноактивационный анализ в исследованиях материалов и изделий электронной техники	1-2	58	<i>Гершинский А. Е., Черепов Е. И.</i> Применение электрохимических методов для обнаружения и измерения толщины индивидуальных слоев многослойных структур	3	45
<i>Батавин В. В., Концевой Ю. А.</i> Оптические методы исследования и контроля в электронной технике	1-2	63	<i>Балюк В. С., Котенко Е. Г., Панков В. В.</i> Измерительно-информационная система для контрольно-испытательных стендов ЭВП СВЧ	3	49
<i>Резвый Р. Р.</i> Эллипсометрия — эффективный метод контроля технологических процессов	1-2	73	<i>Суворов Э. В.</i> Методы рентгеновской топографии в исследованиях реальной структуры кристаллов	6	49
<i>Банников В. С., Морозов Н. Н., Сагинов Л. Д., Сотников П. С., Сретенский В. Н.</i> Применение фурье-спектроскопии для исследования свойств материалов и пленочных структур электронной техники	1-2	85	<i>Барышев В. Н., Еловинов С. С., Марин В. П., Меньшенин Ю. В.</i> Применение электронной оже-спектроскопии в исследованиях состояния поверхности металлокерамических катодов	6	55
<i>Берман П. В., Жуков А. Г., Наживина Л. Н.</i> Длинноволновый инфракрасный спектрометр — прибор для контроля и исследования полупроводниковых материалов	1-2	92	<i>Васильев В. Т., Попов В. К., Харитонов В. С.</i> Приборы для измерения низкочастотных параметров малоомощных транзисторов	6	59
<i>Коккин А. А., Лонский Э. С., Раков А. В.</i> Применение ИК интерферометрии для измерения параметров эпитаксиальных кремниевых структур со скрытым слоем	1-2	97	<i>Анцыферов С. С., Куртев Н. Д., Смирнов А. В.</i> Технологический способ построения тепловизионных систем	6	61
<i>Ангелова Л. А., Бегишев А. Р.</i> Исследование микросхем методом сканирования лазерным лучом	1-2	102	ТЕХНОЛОГИЯ		
<i>Берсенева В. А., Селиверстова М. И.</i> Оптические спектральные методы анализа состава материалов электронной техники	1-2	108	<i>Блинов Г. А., Грушевский А. М., Дмитриева С. К., Филатов И. Н.</i> Конструктивно-технологические особенности изготовления гибридных БИС на гибком основании	5	31
<i>Гапонов С. С.</i> Перспективы применения фотоакустической спектроскопии в электронике	1-2	111	<i>Богданов Б. Н., Баранов Е. С., Епифанов Г. И., Кнаб О. Д., Фролов В. Д.</i> Ионно-лучевая обработка фоторезистов	5	40
<i>Васильковский Д. Н., Сенчикина Р. С.</i> Анализ структуры материалов электронной техники методом просвечивающей электронной микроскопии	1-2	117	<i>Мальто В. И.</i> Метод помодульного впечатывания в производстве БИС	5	44
<i>Березина С. И.</i> Акустический микроскоп и его применение	1-2	125	<i>Персианцева В. П.</i> Ингибиторы атмосферной коррозии для защиты изделий из металлов при их транспортировке и хранении	6	38
<i>Рабодзей Н. В.</i> Применение рентгеновской телевизионной микроскопии в производстве изделий электронной техники	1-2	133	<i>Гериш Т. В., Ефимов Е. А., Яскевич М. Е.</i> Способ получения золотых покрытий высокой чистоты	6	43
<i>Добрик В. Ф.</i> Электронику — на службу сельскому хозяйству	1-2	14	<i>Гериш Т. В., Ефимов Е. А.</i> Непосредственное меднение коваровых изделий	6	44
<i>Татаровская Г. Г.</i> Использование методов наукометрии для анализа тенденции развития электроники	1-2	122	<i>Анурова Н. К., Дубинин Г. Н., Королев Б. Г., Рошупкин А. В.</i> Повышение технологичности и		
<i>Зеленов В. И., Лейкин В. Н., Мингазин Т. А.</i> Анализ возникновения дислокаций и их влияние на свойства полупроводниковых структур	3	28			
<i>Захаров А. А., Казанцев В. В.</i> Электрохимические методы контроля концентрационных профилей многослойных эпитаксиальных структур	3	41			

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
коррозийной стойкости магнитов	6	45	Производство линейных шаговых двигателей	3	26
<i>Юркова Ю. Н.</i> Аммиакатный электролит цинкования	6	47	<i>Коккина Г. Е., Чеботаев Е. В.</i> Программа расчета двумерных распределений легирующих примесей в элементах интегральных схем	4	89
<i>Лонский И. И.</i> Иконическая квалиметрия изделий микроэлектроники	7	59	<i>Руденко А. А.</i> Программа расчета входных вольт-амперных характеристик многоэмиттерных транзисторов ИС	4	90
ОБОРУДОВАНИЕ			<i>Руденко А. А.</i> Программа двумерного анализа стационарного состояния МДП- конденсаторов	4	91
<i>Кононов В. И., Филимонов В. Н., Шпаков В. А.</i> Высокопроизводительное оборудование для климатических испытаний	5	47	<i>Руденко А. А.</i> Программа расчета нестационарных распределений потенциала и носителей заряда в двумерной структуре МДП-конденсатора	4	92
<i>Ануфриенко В. В., Онсин В. И., Перемыщев В. А., Сандеров В. Л., Царев В. Н.</i> Агрегат формирования фоторезистивных покрытий АФФ-2	5	50	<i>Авдеев Е. В., Миргородский Ю. Н., Потапова В. И., Руденко А. А.</i> Программа роста динамики в ячейке ПЗС с поверхностным каналом	4	93
<i>Азаров Н. Н., Мороз В. А., Северин А. В.</i> Система получения суперчистой воды	5	52	<i>Авдеев Е. В.</i> Комплекс программ расчета параметров статистических моделей интегральных диодов и транзисторов по вольт-амперным характеристикам	4	94
<i>Пекер И. Н., Свердлов А. Г., Эдельштейн А. И.</i> Изготовление круглых элементов с помощью генераторов изображений	5	59	<i>Горбунов Ю. З., Егоров Ю. Б., Федынский А. В.</i> Программа детермини- рованной оптимизации логических биполярных ИС	4	95
<i>Кузьмин Л. Н., Славинский З. М.</i> Автоматизация монтажа ИС алюми- ниевой проволокой	5	60	<i>Ванагас А. А., Кацнельсон Л. З., Кельман Е. С., Кузьмин В. А.</i> Программа детерминированного анализа и оптимизации ИС в стати- ческом режиме	4	96
<i>Жуков В. В., Колесник Л. В., Радюк М. М.</i> Фотоэлектрический датчик измерения толщины тонких пленок	5	63	<i>Беляков Ю. Н., Курмаев Ф. А., Москаленко И. В.</i> Программа статистического анализа интегральных схем	4	97
<i>Борисенко В. Д., Михальчук И. Н., Пляцок З. А.</i> Лазерное оборудование для автоматического контроля сферических металлопористых катодов	5	64	<i>Вашакидзе Ю. Н., Меняйленко В. В.</i> Комплекс программ расчета и оптимизации частотной характеристики двухпроводного участка связанных линий	4	98
<i>Мельникова Т. А., Торгоненко В. А.</i> Короткодуговые ртутные источники света для фотолитографического оборудования	10	46	<i>Вашакидзе Ю. Н., Меняйленко В. В.</i> Программа расчета матрицы передачи участка многопроводных связанных линий	4	99
<i>Федоров В. И., Цхай В. Н., Шантурин Л. П.</i> Импульсная электрон- ная пушка для электроионизационных лазеров	10	48	<i>Вашакидзе Ю. Н., Потапова В. И.</i> Комплекс программ расчета перекрестных наводок в межсоединениях сверхбыстро- действующих логических схем	4	99
<i>Артамонов Ю. М., Силин И. Г.</i> Повышение эффективности установок фотозащитного	10	50	<i>Аствацатуров А. В., Бербасов В. В., Демченко П. И., Тушкин Е. Р.</i> Применение микростереопроектора при сборке интегральных схем	6	63
<i>Лейкин В. Н.</i> Рентгенофотографическое устройство для исследования кристал- лов микросхем	10	51	<i>Аксенов А. П., Епифанов Г. И., Нанушьян С. Р., Северный В. В., Ушанов С. М.</i> Эластичный кремний-орга-		
<i>Обухович В. П., Плискин С. М.</i> Установка высоковольтного прожига кинескопов	10	53			
ОБМЕН ОПЫТОМ					
<i>Беляевский Е. И., Пляцук Ю. Ф., Онегин Е. Е., Ярош А. В.</i>					

	Вып.	Стр.		Вып.	Стр.
гальваномагнитных эффектов на микро- электронных структурах	7	26	Прибор для остроты зрения и скорости зрительного восприятия	8-9	3 стр. обл.
НОВОСТИ			Цветная индикаторная электронно-лучевая трубка с прямоугольным экраном 61ЛМ4Ц	10	28
<i>Пашенко Н. А.</i> Новости зарубежной электроники	6	76	Двухпрожекторная цветная индикаторная электронно-лучевая трубка 45ЛМ1Ц	10	29
<i>Гольцова М. В.</i> Новости зарубежной электроники	10	64	Цветной высокояркостный индикаторный малогабаритный электронно-лучевой прибор 16ЛМ8Ц	10	30
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ			Силоизмерительные механотронные элементы СИЭМ-1, СИЭМ-2, СИЭМ-3	10	34
<i>Самарин Ю. В., Севастьянов Ю. С., Фокин В. М.</i> Передача и заимствование научно-технических достижений — основная задача служб НТИ	6	64	Отсчетно-измерительная система СУМЗ. 439.002	10	34
РЕКЛАМА			Измерительное устройство СУМЗ.439.00	10	44
Минимультиметр	1-2	44	Блок питания диодных механотронов Б,621.05	10	45
Микрокалькулятор			Игровой автомат "Телетир" и телеви- зионная приставка "Электронный тир"	10	54
"Электроника БЗ-05"	1-2	61	Малогабаритный блок питания механотронов 506.Э.262	10	3 стр. обл.
Часы наручные электронные "Б6-02"	1-2	62	Микрокалькулятор "Электроника БЗ-23"	10	4 стр. обл.
Часы наручные электронные "Б6-202"	1-2	62	<i>Андреев В. В., Бадалян А. А., Вартамян Н. Ш., Домбаян Б. М., Мелконян В. В.</i>		
Часы наручные электронные "Б6-204"	1-2	116	"Электроника П5-ППЗУ"	11-12	51
Часы наручные электронные "Б6-203"	1-2	116	<i>Иванов Е. А., Муренко Л. Л., Филимонов А. Н., Широков Ю. Ф.</i>		
Усилительные клистроны КИУ 12, КИУ 15, КИУ 17, КИУ 37	3	3 стр. обл.	Малогабаритная вычислительная и управляющая микросистема "Электроника ТЗ-29"	11-12	91
Радиоуправляемая игрушка гоночный автомобиль	5	54-55	"Электроника НЦ-03Т"	11-12	52
Калькулятор для детей	5	56	"Электроника НЦ-03Д"	11-12	53
Часы для малышей	5	57	"Электроника С5-21"	11-12	28
Бильярд для самых маленьких	5	58	<i>Бессеребренников В. В., Гальперин М. П., Гиляровская Е. Б., Городецкий В. В.</i>		
Детский токарный станок	5	58	Набор функциональных модулей для одноплатной микро-ЭВМ	11-12	26
Приставка для телеигр "Видеоспорт"	5	58	"Электроника С5-12"	11-12	25
Масштабные модели мотоциклов и машин	5	58	"Электроника С5-02"	11-12	24
Электропроигрыватель "Электроника Б1-04"	6	8	<i>Борисенков В. Д., Плотников В. В., Талов И. Л.</i> "Электроника 60"	11-12	62
Магнитофон "Электроника-стерео"	6	3 стр. обл.	Перечень материалов, опубликованных в вып. 1 (78) — 12 (84) научно-технического сборника "Электронная промышленность" за 1979 год	11-12	126
Микрокалькулятор "Электроника БЗ-30"	6	4 стр. обл.			
Микрокалькулятор "Электроника СЗ-33"	7	4 стр. обл.			

«ЭЛЕКТРОНИКА П5-ППЗУ»

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ВВОДА ИНФОРМАЦИИ



● Предназначено для стирания, записи, считывания и контроля информации в блоке "Электроника П5-ППЗУ".

● Обеспечивает постраничное стирание информации из блока (по 256 адресам), индикацию состояния адресного и информационного регистров, запись информации по произвольному адресу или группе произвольных адресов, считывание по произвольному адресу, ввод информации в блок "Электроника П5-ППЗУ" через устройство FS-1501 с восьмидорожечной перфоленты с остановом (в случае ошибки) и индикацией состояний адресного и информа-

ционного регистров, сверку информации, хранимой в блоке ППЗУ, с информацией на перфоленте с остановом (в случае ошибки) и индикацией состояний адресного и информационного регистров.

Режим работы ручной ввод с клавиатуры, автоматический с фотосчитывателя FS-1501
Напряжение питания 220 В /50 Гц
Потребляемая мощность 20 Вт
Габариты 500x400x270 мм
Масса 10 кг

Ответственные за выпуск *Г.Г. Глушкова, Л.И. Васильева*
Художник *В.А. Чернецов* Обложка художника *И.И. Киселенко*
Технический редактор *Г.М. Корнеева* Фото *А.П. Бабина*
Корректоры *Е.В. Емельяникова, Л.П. Данченкова, Н.С. Русецкая*



Подписано в печать 6/ХII-1979 г.
Т-17496 Формат 60x90/8 Объем 17 п.л.
Уч.-изд. л. 16,5 Индекс 3833 53 статьи, 6 реф.
Заказ 1284 Тираж 4100 Цена 5 руб. 80 коп.

Производственно-издательский отдел ЦНИИ "Электроника"
Москва, 117415, проспект Вернадского, 39

48583

