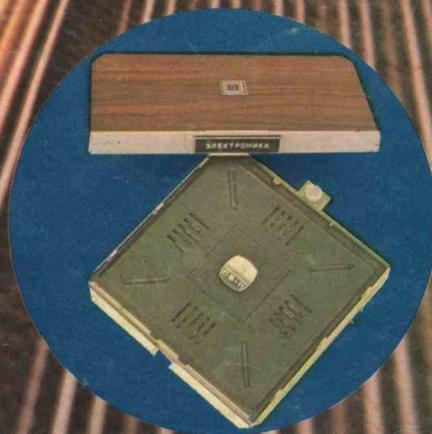




ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

5
1978



*Сергей Павловичу
от редакции
ФЭТ 28/8-78*

1978

МИНИСТЕРСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ • НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Учитывая необходимость скорейшего внедрения микропроцессоров и микро-ЭВМ в различных областях науки и техники, Министерство электронной промышленности проводит большую работу по организации их разработки, массового серийного выпуска и широкого применения.

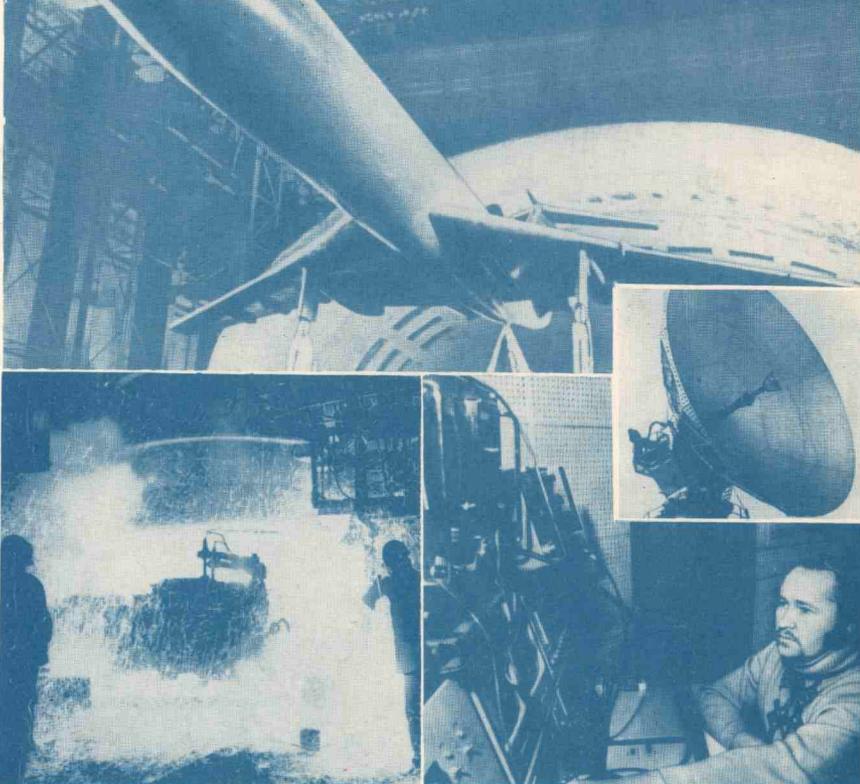
С этой целью периодически проводятся семинары, совещания и конференции разработчиков и потребителей этих изделий, где специалисты обмениваются опытом, знакомятся с состоянием и перспективами развития микропроцессоров и микро-ЭВМ, обсуждают методические вопросы.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

- В. А. Афанасьев,
- А. А. Васенков,
- Е. А. Гайлиш,
- А. С. Гладков,
- Г. Я. Гуськов,
- Н. Д. Девятков,
- С. В. Жигунов,
- В. И. Иванов,
- А. Ф. Казаков,
- А. М. Калугин,
- Н. А. Киреев,
- А. А. Константинов,
- Э. А. Лукин,
- А. А. Маклаков,
- А. Ю. Малинин,
- Ю. Б. Митюшин,
- В. С. Морозов,
- В. М. Пролейко
(зам. главного редактора),
- В. Д. Степанов,
- Ю. Б. Степанов,
- А. А. Сорокин,
- А. И. Савин,
- В. Н. Сретенский,
- П. М. Стуколов
(зам. главного редактора),
- Г. Г. Татаровская
(ответственный секретарь),
- В. А. Федоренчик,
- Я. А. Федотов,
- О. В. Филатов,
- С. К. Цаллагов

Области применения микро-ЭВМ широки и многообразны. Это — техника связи, измерительная техника, техника эксперимента, управление технологическими процессами, станками и оборудованием, энергосистемы, нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность, мелиорация, медицина, охрана окружающей среды и др.

В настоящее время накоплен значительный опыт по разработке и применению различных модификаций таких типов микро-ЭВМ, как "Электроника С5", "Электроника 60", "Электроника НЦ", с целью распространения которого подготовлен настоящий выпуск, составленный по материалам докладов разработчиков и потребителей микро-ЭВМ на проведенных совещаниях и конференциях.

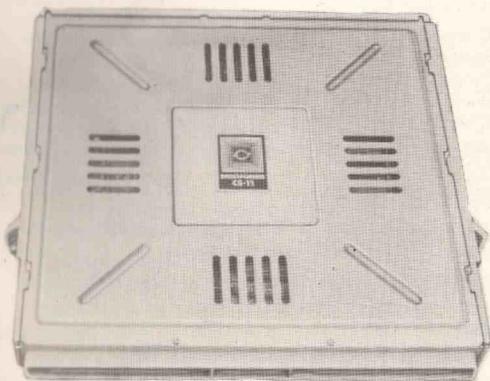


ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1978 5

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТЫЙ ВЫПУСК 65

СОДЕРЖАНИЕ

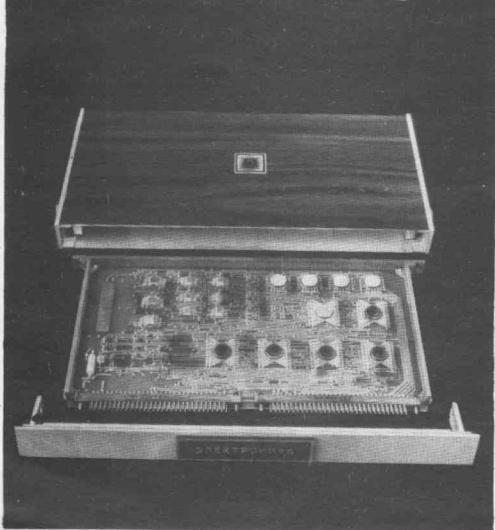
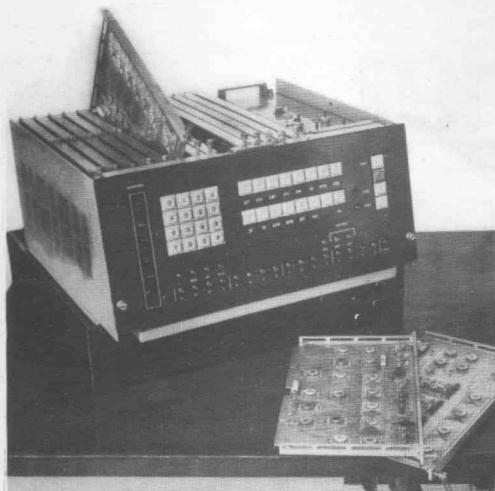


- 3 *Пролейко В. М.* Микровычислительные системы и их применение
- 7 *Васенков А. А.* Микропроцессоры
- 9 *Воробьев Н. М., Васенков А. А., Поликанов М. Ф., Чичерин Ю. Е.* Микропроцессорные наборы БИС и серия ЭВМ "Электроника НЦ"
- 15 *Дихунян В. Л., Коваленко С. С., Машевич П. Р., Теленков В. В., Чичерин Ю. Е.* Микро мощный микропроцессорный комплект БИС К587 на дополняющих МДП-транзисторах
- 20 *Березенко А. И., Корязгин Л. Н., Назарьян А. Р., Орлов Б. В.* Микропроцессорный комплект БИС ТТЛ с диодами Шоттки серии К589
- 22 *Васенков А. А., Малашевич Б. М., Шахнов В. А.* Микропроцессоры и проблема взаимоотношений между потребителями и создателями изделий электронной техники
- 26 *Малашевич Б. М., Шахнов В. А.* Комплексная система стандартизации и унификации микропроцессоров и микро-ЭВМ

РАЗРАБОТКА МИКРО-ЭВМ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

- 30 *Боровской А. И., Кузнецов В. Я., Цветов В. П.* Универсальные управляющие микро-ЭВМ "Электроника С5"
- 33 *Гальперин М. П., Жуков Е. И., Панкин В. Е., Селиванов В. И.* Принципы организации интерфейса микро-ЭВМ семейства "Электроника С5"
- 35 *Гальперин М. П., Масленников Ю. А., Никитин Э. А., Шибаршин А. В.* Принципы создания программного обеспечения микро-ЭВМ семейства "Электроника С5"
- 37 *Иванов Ю. В., Колосовский Л. И., Чебыкин Н. Е., Штурц И. В.* Кросс-средства разработки и отладки программ для микро-ЭВМ
- 38 *Бутомо И. Д., Котляров В. П.* Структура языка программирования для микро-ЭВМ "Электроника С5-01"
- 40 *Петросян Э. А.* Опыт организации серийного производства микро-ЭВМ

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ ТИПА ЭЛЕКТРОНИКА С5- В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ



В приборостроении

- 44 Жамов В.А., Миндлин Н.Я., Самбурский В.В., Тарасов А.П., Трилесник И.И. Применение микро-ЭВМ "Электроника С5-11" для обработки спектрофотометрических данных
- 46 Альтшуль С.Д., Воронков Л.А., Гильман Г.И., Тихонов В.С., Хряпина И.Т. Установка для обработки хроматографической информации
- 48 Еремеев Ю.М., Орехов С.А., Подборонов Б.П. Универсальный цифровой регулятор на основе микро-ЭВМ
- 51 Князев К.К., Левина И.А., Липинский Г.В., Ляшенко В.С., Сыромятникова И.П. Генератор кодовых последовательностей с применением микро-ЭВМ "Электроника С5-11"

- 59 Принц И.М., Эйдельсон Д.З. Автоматизация управления фотонаборным комплексом

В промышленной и сельскохозяйственной автоматике

- 60 Купершмидт Я.А., Портнов М.П., Пшеничников А.М., Цельникер А.З. Агрегатный комплекс средств телемеханической техники с программируемыми устройствами на основе микро-ЭВМ
- 66 Казаков С.М. Комплекс технических средств автоматизации мелиоративных систем
- 69 Анисимов Э.И., Коршунов О.Н., Криворученко В.С., Мартынов В.А. Управление вентиляционной установкой
- 72 Изаксон-Демидов Ю.А., Каллистратов В.А. Управление электро-термическим оборудованием
- 74 Галушкевич Р.Н., Лукьянчук М.А., Петров Е.Ю. Применение микро-ЭВМ в АСУТП приготовления смесей
- 75 Войтецкий В.В., Гольтраф В.И., Першин В.И., Юнг В.Н. Системы управления судовыми техническими средствами

В электронной промышленности

- 76 Киселев Б.Г., Коминаров И.З., Парадинец В.В. Управление оптико-механическим оборудованием
- 78 Коминаров И.З., Мешечкин И.И., Скворцов В.И., Хлебников В.И. Система управления функциональными испытаниями МДП БИС

В медицине

- 79 Завьялов Э.Н., Понамарева Н.И., Хилько В.В., Шаменков В.И. Применение микро-ЭВМ в аппаратуре для лабораторных исследований
- 80 Барановский А.Л., Калинин А.Н., Манило Л.А., Немирко А.П., Предтеченский А.Г. Автоматизированная система наблюдения за состоянием кардиологических больных
- 81 Дернов Д.С., Нерославский И.А., Сыровгин Н.К. Биотехнический комплекс для профессионального отбора

В аппаратуре связи

- 82 Антошевский В.С., Истомин Г.С., Шпилевский Э.П. Абонентские пункты систем передачи данных
- 84 Блинов В.Н., Зиненков В.П., Сасковец В.Н. Применение микро-ЭВМ "Электроника С5-11" в системе контроля коммутационного узла связи
- 87 Аветов Ю.В., Головин Ю.А., Кутузов О.И., Петрович В.И. Применение микро-ЭВМ "Электроника С5-01" в судовых абонентских пунктах

МИКРОВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

В. М. ПРОЛЕЙКО

УДК 681.325.123-181.48

Современная электроника в широком смысле слова развивается в двух направлениях: электронная техника (изделия электронной техники) и схемотехника (техника схемной компоновки этих изделий). Развиваясь, эти направления дополняют друг друга, взаимно обогащаются, постоянно демонстрируя результаты, характерные для периода научно-технической революции.

Шестидесятые годы можно считать годами возникновения и бурного развития микроэлектроники. Быстрый рост степени интеграции элементов на кристалле обусловил появление нового революционизирующего направления в технике — создание микропроцессоров.

Микропроцессоры, с одной стороны, воплотили в себе самые современные достижения в области полупроводниковой технологии, а с другой — многолетний опыт создания и применения вычислительных и управляющих машин и систем, а также математического обеспечения. Их появление послужило мощным толчком к дальнейшему развитию микроэлектроники, определив пути совершенствования существующей технологии, обусловив возникновение принципиально новых направлений работ в этой области.

Развитие микроэлектроники и техники вычислительных систем, тесно связанных между собой, привело к созданию микровычислительных систем; микропроцессоров, микро-ЭВМ микропроцессорных семейств, больших интегральных схем (БИС) электронной памяти, интерфейсов и внешних устройств.

Терминологию микровычислительных систем нельзя в настоящее время считать окончательно установившейся, однако основные определения можно сформулировать следующим образом.

Микропроцессор (МП) — часть микро-ЭВМ, преобразующая данные, построенная на БИС (одной или нескольких) и являющаяся функционально-законченным изделием, состоящим из арифметическо-логического устройства, регистров и устройства управления.

Микропроцессорный комплект БИС (МПК) — набор БИС с согласованными связями, предназначенный для построения микровычислительных систем и состоящий обычно из одной или нескольких БИС МП, БИС постоянного, полупостоянного и оперативного запоминающих устройств (ЗУ) и устройств ввода-вывода.

Микро-ЭВМ — конструктивно завершенная вычислительная система, основные элементы которой (БИС микропроцессора, БИС ЗУ и БИС устройства сопряжения с вводом-выводом) реализованы на минимальном количестве БИС.

Появлению микропроцессоров предшествовало появление БИС, изготовленных по МОП-технологии, которые являются основной частью микрокалькуляторов. Уровень интеграции БИС достиг тысячи элементов на кристалле, а удельная стоимость логической функции снизилась по сравнению с предыдущим поколением ИС более чем в 10 раз. Создание и серийное производство интегральных схем такого уровня интеграции и возможность его дальнейшего роста поставили перед специалистами проблему выбора принципов функционального построения новых БИС, каждая из которых во многих случаях равноценна по логической мощности законченному устройству, агрегату, прибору или значительной его части. Традиционные пути решения этой проблемы, оправдавшие себя для схем средней степени интеграции, здесь оказались совершенно неприемлемыми, так как серии БИС в этом случае должны были бы содержать многие сотни и тысячи типов схем и практически превратились бы в бесконечный набор заказных схем для различных применений, что на многие годы задержало бы получение того экономического эффекта, который мог дать всем отраслям народного хозяйства переход на большие интегральные схемы.

Путь решения этой проблемы был найден в создании микропроцессоров и микро-ЭВМ — универсальных БИС или наборов БИС, содержащих в своем составе программно управляемое вычислительное логическое устройство, устройства памяти и являющихся универсальными устройствами, способными с высокой точностью реализовать программным путем логику работы любого вычислительного и управляющего устройства, построенного на дискретных электронных компонентах, интегральных схемах, элементах релейной автоматики, а также заменить многие аналоговые электронные и электромеханические устройства и даже управляющие устройства, построенные на чисто механическом принципе. При этом резкое снижение удельной стоимости при переходе на БИС микропроцессоров радикально отражается и на стоимости этих вычислительных и управляющих устройств. Универсальность микропроцессора как массового изделия электронной техники, являясь в определенной степени неожиданностью для промышленности, выпускающей интегральные схемы, в то же время представляет собой результат естественного развития работ и идей в одной из важнейших областей вычислительной техники, занимающейся в течение последних 10–15 лет созданием и применением управляющих вычислительных машин (в частности, управляющей машины для народного хозяйства УМ1–НХ и ЭВМ серии "Электроника-100"). Микропроцессоры и микро-ЭВМ стали новой ступенью в развитии управляющих машин. Они обеспечили снижение примерно в 10 раз стоимости этих машин и в связи с этим резкое расширение экономически доступной сферы их применения, подкрепленное широкими возможностями серийного производства.

Создание микропроцессоров минимальной сложности стало возможным при появлении БИС с уровнем интеграции 1–3 тыс. элементов на кристалле, изготовленных технологическими методами, обеспечивающими получение такого уровня интеграции. Первые микропроцессоры и микро-ЭВМ были созданы на базе p -канальной МОП-технологии, в наибольшей степени отработанной в процессе массового производства БИС микрокалькуляторов. Эти первые модели микропроцессоров,

большинство из которых выпускается в настоящее время, с самого начала определили несколько различных направлений развития новой области микроэлектроники. Так, модели микропроцессоров 4004 и 8008 фирмы Intel и PPS-4, PPS-4/2 фирмы Rockwell, а также SC/MP фирмы National Semiconductor, представляют собой малоразрядные (4-8 бит) устройства с быстродействием 10-15 тыс. операций/с, недостаточно эффективные для реализации сложных вычислительных процедур из-за малой разрядности, отсутствия возможности ее наращивания, ограниченности системы команд, однако позволяющие вместе с сопутствующими схемами оперативной и постоянной памяти и схемами ввода-вывода создавать законченные конфигурации микро-ЭВМ и микро-контроллеров на весьма ограниченном количестве больших интегральных схем. Эти микропроцессоры получили дальнейшее развитие, и при переходе на *л*-канальную МОП-технологии существенно повысилось их быстродействие, расширилась система команд. Примером таких *л*-канальных "малоразрядных" однокристалльных микропроцессоров являются модели 4040 и 8080 Intel, *л*-канальная модификация модели SC/MP фирмы National Semiconductor, а также отечественный микропроцессор модели МКП-25.

Параллельно создавалось и продолжает развиваться другое направление в технике микропроцессоров и микро-ЭВМ — 16-разрядные системы. Идеология применения таких машин подготовлена многолетним опытом работ с мини-ЭВМ, и не удивительно, что по этому пути в первую очередь пошли как в Советском Союзе, так и за рубежом те организации и фирмы, которые ранее занимались созданием мини-ЭВМ. Но так как схемы 16-разрядных процессоров содержат значительно большее количество элементов, а уровень развития технологии позволял выпускать только 4- и 8-разрядные однокристалльные микропроцессоры, то для построения этих процессоров использовали 2-8-разрядные процессорные секции арифметическо-логических устройств (АЛУ), схем микропрограммного управления и микропрограммной памяти. Такая структура характерна для *р*-канальных микро-ЭВМ фирмы National Semiconductor IMP-4, IMP-8, IMP-16, выполненных на 4-разрядных АЛУ, отечественных микро-ЭВМ "Электроника С5-01" и "Электроника С5-11", построенных на 8-разрядных АЛУ, а также для БИС на ТТЛ-схемах с диодами Шоттки Intel - 3000 и отечественных — серии К-589, построенных на 2-разрядных АЛУ, для схем на инжекционной логике SBP - 0400А и SBP - 0401А фирмы Texas Instruments и ряда других типов микропроцессоров. Большинство этих микропроцессоров и микро-ЭВМ выпускается в течение длительного времени. Они применяются в различных изделиях, и, хотя трудно провести четкую границу между областями их применения, очевидно, что малоразрядные МП используются в первую очередь в аппаратуре, предназначенной для выполнения логических операций, в которой связь с внешними устройствами реализуется преимущественно в цифровом коде. 16-разрядные МП больше пригодны для реализации вычислений, как части алгоритма управления и обработки информации, и существенно более эффективны при работе в комплексе с аналого-цифровыми и цифроаналоговыми преобразователями.

Как развиваются микропроцессоры по мере возрастания степени интеграции БИС?

Первый шаг — переход к однокристалльному микропроцессору (для 4- и 8-разрядных МП это произошло непосредственно при их появлении). Важность этого шага определяется не только прямым влиянием снижения количества кристаллов МП и сопутствующих схем оперативной и постоянной памяти на стоимость и надежность микро-ЭВМ, но и связанным с этим существенным снижением трудоемкости монтажных и настроечных работ при изготовлении микро-ЭВМ, причем особенно заметно это сказывается при производстве простейших конфигураций микро-ЭВМ. Переход на однокристалльные микропроцессоры осуществлен фирмой National Semiconductor (*л*-канальный МП, программно совместный с микро-ЭВМ IMP-16); на базе *л*-канального однокристалльного процессора построена и микро-ЭВМ "Электроника С5-21", совместимая с микро-ЭВМ "Электроника С5-11", и другие. Переход на однокристалльные микропроцессоры для 16-разрядных микро-ЭВМ потребовал уровня интеграции 5-10 тыс. элементов на кристалле.

Следующие шаги в развитии техники микропроцессоров, связаны с созданием однокристалльных микро-ЭВМ, т.е. с введением в состав кристалла с уже размещенными схемами процессора также схем оперативной и постоянной (полупостоянной) памяти, центрального управления вводом-выводом, а затем и самих каналов ввода-вывода. Переход к однокристалльным микро-ЭВМ в области 4- и 8-разрядных моделей распространился уже на 16-разрядные модели, потребовав уровня интеграции свыше 30 тыс. элементов на кристалле.

Создание однокристалльных микро-ЭВМ является исключительно важным шагом, так как именно начиная с этого этапа стала возможной реализация в одной интегральной схеме законченного контроллера, встроенного вычислителя и т.д.

Уже первые примеры применения МП и микро-ЭВМ показали их чрезвычайно высокую эффективность, и свидетельствовали о необходимости их массового производства.

Отечественная практика применения микро-ЭВМ — от первых отечественных микро-ЭВМ "Электроника С5" до микро-ЭВМ "Электроника-60" и "Электроника НЦ" — убедительно подтверждает тезис о революционизирующем их воздействии на различные отрасли народного хозяйства.

"Электроника С5" (С5-01 и С5-11 — 10 тыс. операций/с, 8 — 16 разрядов, 32К). Применение микро-ЭВМ этого типа в программных абонентских пунктах, заменивших абонентские пункты на "жесткой" логике дало возможность сократить в 1,5 раза стоимость абонентного пункта, в 3 раза уменьшить габариты и потребляемую мощность и на порядок повысить его надежность. По оценке потребителей, применение этих микро-ЭВМ в цифровых регуляторах, используемых для прогнозных испытаний конструкций самолета, обеспечивает 100 тыс. руб. годовой прибыли. Не менее эффективным оказалось и применение микро-ЭВМ "Электроника С5 - 01" в контуре управления вентиляторами аэродинамической трубы.

Примером использования микро-ЭВМ в приборостроении явился спектрофотометр СФ-29, созданный на базе "Электроники С5-11". Встроенная в измерительный прибор микро-ЭВМ придала ему ряд принципиально новых качеств, позволивших вести экспресс-обработку результатов измерений и автоматизировать работу прибора, в связи с этим повысилась более чем в 10 раз производительность труда оператора и, самое главное, появилась возможность непосредственно воздействовать на ход технологического процесса, параметры которого измеряются этим прибором.

Перспективным представляется применение микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" в средствах автоматизации и

телемеханики для промышленных предприятий, энергосистем, нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности, мелиорации и сельского хозяйства. Так, применение микро-ЭВМ "Электроника С5" в комплексе промышленной телемеханики сократит трудоемкость его изготовления в 1,5 раза и обеспечит экономию каналов связи в 3—4 раза.

"Электроника -60" (250 тыс. операций/с, 16 разрядов, 56 К). Микро-ЭВМ с возможностями мини-ЭВМ нашла первое применение в нашей отрасли в сварочном оборудовании, позволив втрое поднять производительность труда на операциях термокомпрессии с одновременным повышением качества сварки. Высокой эффективностью характеризуется применение микро-ЭВМ "Электроника -60" в измерительных системах, в автоматизированной линии фотолитографии при производстве интегральных схем, в реакторах для наращивания эпитаксиальных пленок полупроводниковых материалов, в различных АСУТП, где она успешно заменяет мини-ЭВМ типа "Электроника -100" и М-6000.

"Электроника НЦ" (150 операций/с, 16 разрядов, 128 К, пониженное потребление энергии, повышенные помехозащищенность и надежность, высокие эксплуатационные характеристики). Микро-ЭВМ, уступающая мини-ЭВМ лишь по производительности, обладает такой же, как последняя, системой команд, конструктивной завершенностью. Микро-ЭВМ типа "Электроника НЦ" нашли широкое применение в управлении станками с числовым программным управлением, технологическими процессами; в измерительном и контрольно-испытательном оборудовании; в качестве программируемых контроллеров терминалов в вычислительных комплексах; для решения инженерных задач и т.д.

По утверждению ряда специалистов, применение микро-ЭВМ повысит производительность обработки информации при управлении газо- и нефтепроводами в 2,5 раза, в телеграфной аппаратуре в 4—8 раз, в АСУТП прокатного производства в 15—20 раз, в АСУТП смешивания в 20—30 раз и т.д.

Столь высокая эффективность применения микровычислительных систем подтверждается и зарубежными данными. В обширном перечне литературы по МП и микро-ЭВМ приводятся многочисленные примеры эффективности их применения. В 1976 г. серийный выпуск микро-ЭВМ в США составил 10 тыс., микропроцессоров — более 300 тыс., в 1977 г. — соответственно 36,7 тыс. и более 450 тыс.

Работы по применению микро-ЭВМ в медицинской аппаратуре, такой, например, как комплекс оборудования для автоматизации лабораторных анализов и кардиологического наблюдения, а также в системе профессионально-технического отбора, в сфере охраны окружающей среды имеют не только научно-техническое, но и большое социальное значение.

Рассмотрев основные этапы развития микропроцессоров и микро-ЭВМ и уже определившиеся области их применения, целесообразно задать вопрос: каковы пути дальнейшего развития МП и микро-ЭВМ по мере роста интеграции БИС? Прежде всего это увеличение объемов памяти. Однако оно связано с существенным возрастанием выделяемой мощности, а следовательно, не может считаться радикальным по сравнению с сегодняшними однокристальными микро-ЭВМ. Естественное стремление увеличить мощность каналов ввода—вывода трудно осуществить из-за ограниченных возможностей увеличения числа выводов корпуса БИС. Большой интерес представляет введение в состав однокристальных микро-ЭВМ схем аналого-цифрового и цифроаналогового преобразователей, тем более, что это одновременно решает проблему организации связи микро-ЭВМ с внешними устройствами при минимальном числе выводов корпуса БИС. Несомненно, что по мере возрастания степени интеграции будут также расширяться функциональные возможности процессорной части микро-ЭВМ, развиваться система команд, увеличиваться реальное быстродействие не только за счет повышения рабочей частоты, но и за счет введения методов ускорения элементных операций, достаточного отработанных в больших вычислительных машинах, а также схемной реализации сложных функций.

На всех рассмотренных выше этапах развития микропроцессоры немалыми без развитых систем памяти и ввода—вывода, построенных на той же технологической базе, полностью использующих достигнутый уровень интеграции.

Можно утверждать, что переход от многокристалльных микропроцессоров к однокристальным и далее — к микро-ЭВМ на одном кристалле дает наибольшую выгоду при построении минимальных конфигураций, поэтому создание таких минимальных конфигураций является одной из основных задач развития техники микропроцессоров и микро-ЭВМ.

С другой стороны, создание микро-ЭВМ на одном кристалле требует дальнейшего усовершенствования и разработки новых технологических методов изготовления БИС со степенью интеграции 500 тыс. и более элементов на кристалле при ужесточении требований к материалам и качественно новым требованиям к технологическому оборудованию.

Чрезвычайно велика роль и тех моделей микро-ЭВМ, которые по своему построению близки к мини-ЭВМ. Для этих машин характерна многоплатная конструкция, развитые системы внутренней памяти и ввода—вывода, поплатное наращивание, оснащенность широким набором внешних устройств памяти, документирования, отображения и так далее. Обладая низкой стоимостью, эти модели позволяют преодолеть барьер, мешавший применению вычислительных и управляющих машин во многих отраслях техники, а также являются наиболее массовыми вычислительными машинами из всех, когда-либо выпускавшихся промышленностью. Весьма плодотворно создание на одном наборе БИС одноплатных и многоплатных моделей микро-ЭВМ в виде семейства, объединенного общим программным обеспечением и интерфейсом. При этом одноплатная модель может являться составной частью многоплатной микро-ЭВМ, как, например, машина "Электроника -60", которая в свою очередь сама может войти в системы с мини-ЭВМ "Электроника -25", а может иметь самостоятельную конструкцию, как семейство микро-ЭВМ "Электроника С5".

Проблема совместимости как часть проблемы стандартизации имеет важнейшее значение при разработке микровычислительных систем. Эти проблемы должны определять и саму стратегию разработок с точки зрения минимизации номенклатуры систем.

Отсутствие стандартизации привело, по сообщениям журнала "Electronics", к наличию только в США более 60 типов МП и микро-ЭВМ, при этом если функциональная плотность микро-ЭВМ ежегодно удваивается, то число их конструкций растет гораздо быстрее.

Жесткая стандартизация конструктивных решений, устройств ввода—вывода, минимальная номенклатура микро-ЭВМ,

минимальное количество языков в сочетании с высшими достижениями современной электронной технологии и технологии ближайшего будущего делают реальной возможность создания универсальной микро-ЭВМ в одном кристалле.

Успех в области создания микропроцессоров и микро-ЭВМ определяется не только ростом интеграции БИС и правильным выбором пути развития функциональных решений по мере повышения уровня интеграции. Не менее важным фактором является постоянное совершенствование математического обеспечения микропроцессоров и микро-ЭВМ и средств отладки систем на их основе. Средства математического обеспечения МП и микро-ЭВМ имеют много общего с МО вычислительных машин и, прежде всего, мини-ЭВМ с постоянной памятью. Они содержат языки программирования различного уровня, трансляторы с этих языков, реализованные на универсальных ЭВМ (кросс-трансляторы) и на самих микро-ЭВМ (резидентные трансляторы), наборы стандартных подпрограмм, тесты, диспетчерские системы. Принципиальное отличие заключается в том, что реализация программ в виде БИС постоянной памяти в серийных образцах микро-ЭВМ, предназначенных для использования в серийной аппаратуре и системах, потребовала организационного и технического объединения системы автоматизации программирования и системы машинного проектирования БИС. К тому же для минимальных конфигураций микро-ЭВМ отладка программ и взаимодействие с системой в связи с отсутствием необходимых органов управления и индикации невозможны без применения специальных отладочных средств. Создание этих средств является составной частью работ по микропроцессорам.

Все перечисленные проблемы потребовали для своего решения консолидации усилий специалистов в области полупроводниковой технологии, схемотехники и структуры вычислительных машин, программирования. Только коллективы, объединяющие таких специалистов, оказались в состоянии решить комплексную проблему разработки и организации серийного производства микропроцессоров и микро-ЭВМ. И лишь при организованном серийном производстве микропроцессоры и микро-ЭВМ в полной мере обретают те основные качества, которые определяют их революционизирующую роль — массовость, дешевизну, надежность.

Однако организацией серийного производства не исчерпывается круг решаемых проблем. Микропроцессоры и микро-ЭВМ, являясь принципиально новым классом изделий электронной техники, потребовали изменений традиционных взаимоотношений и новой организации взаимодействия между потребителем и поставщиком этих изделий, широко развернутой работы по поиску и подготовке новых применений на возможно более ранних этапах работы.

Подводя итоги сказанному, следует еще раз отметить те огромные перспективы, которые открываются при использовании микропроцессоров и микро-ЭВМ в самых разнообразных областях науки и техники, в сельском хозяйстве, медицине и быту. Особенный эффект дает применение их в измерительных приборах, где помимо прямой экономии оборудования обеспечивается возможность автоматизации работы прибора, повышения его точности и, самое главное, экспресс-обработки и регистрации результатов измерений, т.е. прибор приобретает принципиально новые метрологические и эксплуатационные качества, чрезвычайно важные при его использовании непосредственно в сфере производства. Применение микро-ЭВМ в массовой аппаратуре связи и средствах телемеханики позволяет повысить достоверность передаваемой информации и снизить загрузку каналов связи. Трудно переоценить роль микропроцессоров в промышленной автоматике, где их применение позволяет разработать и организовать серийное производство универсальных контроллеров и логических регуляторов и тем самым резко повысить технический уровень этой важнейшей отрасли техники, снизить затраты на проектирование и изготовление промышленного оборудования, его монтаж и эксплуатацию.

В настоящее время микропроцессоры все глубже внедряются в народное хозяйство. Некоторое отставание наметилось (как в отечественной, так и зарубежной практике) в разработке и применении их в бытовой технике. По оценке американских специалистов, только в США в настоящее время более 2 млн. человек в состоянии творчески использовать ЭВМ.

К созданию микро-ЭВМ личного пользования для самого широкого применения приступили советские специалисты.

Правильная организация работ заинтересованных предприятий по применению микропроцессоров и микро-ЭВМ не должна ограничиваться созданием первых образцов приборов и систем на их основе. Необходимо одновременно решить вопросы по обучению специалистов различных отраслей промышленности, подготовке служб эксплуатации и ремонту микро-ЭВМ в составе аппаратуры пользователей.

Особую важность имеет скорейшая организация серийного производства аппаратуры на базе микропроцессоров, так как только тогда, когда начнется серийный выпуск и эксплуатация этой аппаратуры у потребителей, будет фактически получен тот огромный экономический эффект, который может дать народному хозяйству это новое поколение изделий электронной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков В.М., Ильюшенко Ю.М. Цифровые интегральные схемы, микропроцессоры и микро-ЭВМ. М., "Сов.радио", 1977.
2. Макаревич О.Б., Спиридонов В.Г., Кравченко П.П. Микро-ЭВМ как средство обработки информации. — "Зарубежная электронная техника", 1977, вып. 9 (55).
3. The continuing revolution. N 5 in a series of special science. Compendia. American association for the advancement of science. Washington, 1977.
4. Альтман. Расширение семейств микрокомпьютеров. Ч. 1. Новые приборы. — "Электроника". Пер. журн. США "Electronics", 1977, № 25.
5. Кейпис. Расширение семейства микрокомпьютеров. Ч.2. Новые схемные платы. — "Электроника". Пер. журн. США "Electronics", 1977, № 26.
6. Microprocessors. — "Electronics", 1978, N 1.
7. Wile M. Compatibility cures growing pains of microcomputer family. — "Electronics", 1978, N 3.

Статья поступила 23 мая 1978 г.

А. А. Васенков

МИКРОПРОЦЕССОРЫ

УДК 681.325.023-181.48

Главные задачи в области микроэлектроники — это полное обеспечение народного хозяйства изделиями микроэлектроники, дальнейшее совершенствование технических характеристик интегральных схем, повышение их надежности, улучшение качества, снижение стоимости.

Основной тенденцией развития микроэлектроники является разработка и выпуск схем большой функциональной сложности, высокой степени интеграции, так называемых больших интегральных схем (БИС), которые позволяют создавать РЭА и системы IV поколения. Особую роль микроэлектроника играет в развитии вычислительных средств, поскольку умелое, широкое использование электронно-вычислительной техники — один из важнейших факторов происходящей сейчас научно-технической революции.

Повышение уровня интеграции на кристалле до 10 000—50 000 элементов позволило сделать значительный шаг в развитии управляющих систем — создать микро-ЭВМ и ввести вычислительные средства непосредственно в объект управления, т.е. качественно изменить возможности технологического оборудования, бытовой техники, заложить базу для создания полностью автоматизированных производств.

Основная часть микро-ЭВМ — микропроцессор (МП), состоящий из операционного и управляющего устройств и предназначенный для автоматического выполнения последовательности операций по записанной в оперативной или постоянной памяти программе, которая может изменяться.

Именно программное управление и обеспечивает широкую логическую гибкость, т.е. возможность использования МП для выполнения различных функций во многих областях, поскольку с изменением программы работы изменяется функционирование процессора.

Логическая структура и возможности микропроцессоров (разрядность и объем функций, система команд, количество магистралей при соединении ИС между собой и с периферийным оборудованием) определяются достижениями микроэлектронной технологии: уровнем интеграции элементов на кристалле, размерами кристаллов, числом слоев металлизированной разводки и количеством выводов корпусов интегральных схем.

Микропроцессор может выполняться в виде одной БИС (БИС МП) или нескольких функционально законченных БИС. Опыт показал, что при построении простейших контроллеров и других устройств цифровой автоматики с ограниченными функциями и разрядностью наиболее эффективны однокристалльные микропроцессоры. В более сложных вычислительных системах они оказались малоэффективными из-за ограничений по функциональной полноте, низкой производительности и небольшой вычислительной мощности. Таким образом, необходимость реализации возможностей мини-ЭВМ на БИС привела к созданию многокристалльных микропроцессоров, т.е. к расчленению процессора на несколько БИС, которые в сумме по функциональной сложности и разрядности удовлетворяют требованиям, предъявляемым к процессору мощной унифицированной ЭВМ. Такие БИС получили название микропроцессорных секций, а их совокупность — микропроцессорного комплекта. Опыт применения комплектов, обладающих микропрограммным управлением и магистральной организацией связей, показал их высокую эффективность при создании микро-мини-ЭВМ для различных областей применения.

В настоящее время достаточно четко обозначились три основные области применения микропроцессоров:

- цифровая автоматика,
- малые ЭВМ,
- большие ЭВМ.

Устройства цифровой автоматики охватывают широкий круг разнообразных простейших контроллеров, необходимых для управления относительно несложными объектами. К ним относятся различные измерительные и бытовые приборы, роботы и простейшие автоматизированные станки, телефонные и игровые автоматы и т.п. Контроллеры для управления такими объектами, как правило, имеют ограниченную разрядность (4, 8 и 12 бит), не требуют большой памяти и развитой системы команд, но часто критичны к габаритно-весовым характеристикам. Потребность в таких контроллерах очень высока. Для устройств цифровой автоматики целесообразно применять однокристалльные микропроцессоры, хотя это не исключает возможность применения секционированных микропроцессорных комплектов.

Для управления более сложными объектами, такими, как станки с ЧПУ, технологическое оборудование, средства связи, управление аппаратурой различных объектов, требуются более мощные вычислительные средства с разрядностью

16–24 бит, ОЗУ емкостью 4–64 килослов и с развитой системой команд, т.е. микро-ЭВМ, построенные на основе микропроцессорных комплектов БИС.

Большие ЭВМ – это традиционная область вычислительной техники, в которой в настоящее время все большее применение получают также БИС. Процессор большой ЭВМ с разрядностью 32–64 бит, высокой вычислительной мощностью, развитым МО и системой команд имеет сложную структуру, он может быть построен на основе секционированного модульного комплекта БИС, каждая из которых представляет собой специализированную, функционально законченную схему. При этом универсальность применения таких БИС уменьшается по сравнению с БИС микропроцессоров, а номенклатура возрастает по отношению к номенклатуре БИС микропроцессорного комплекта, но их сложность не уступает сложности БИС МП. Такие БИС для построения процессоров больших ЭВМ будем называть процессорно-ориентированными (ПО БИС).

Во избежание избыточной номенклатуры микропроцессорных БИС, что может привести также к избыточной номенклатуре средств вычислительной техники, проводится большая работа по унификации микропроцессоров и микропроцессорных комплектов. В основу унификации положены следующие факторы:

- реализуемость (с высокими показателями) на основе данных комплектов БИС МП вычислительных средств различных классов, отличающихся назначением, производительностью;
- соответствие принципов построения комплектов БИС МП основным архитектурно-структурным принципам построения и тенденциям развития вычислительной техники;
- максимальная совместимость комплектов БИС МП;
- возможность развития и совершенствования

комплектов БИС МП и, в том числе, расширения состава БИС, перехода к БИС с более высоким уровнем интеграции (по мере развития технологии);

– отсутствие в составе комплектов БИС МП схем, выполненных по особому заказу, так называемых заказных.

При создании комплектов БИС МП одним из главных требований являлось обеспечение максимальной гибкости структуры и управления, для чего применяли модульное построение структур, магистральный способ обмена информацией, микропрограммное управление.

Унифицированные БИС МП, выполненные по разным технологиям, позволяющие более полно удовлетворить потребности широкого круга потребителей и получить широкий диапазон технико-экономических параметров комплектов БИС МП, а также контроллеров, микро-ЭВМ, мини-ЭВМ. Так, быстродействие МОП-*p*-канальных комплектов в операциях типа регистр-регистр может составлять 50 тыс., МОП-*n*-канальных – 700 тыс., КМОП-400 тыс., И²Л – 1 млн., ТТЛ – 2 млн., ЭСЛ – 5 млн. операций/с.

Изготовление унифицированных БИС дает возможность:

- создать комплекты БИС МП для широких областей применения;
- резко снизить и систематизировать номенклатуру БИС микропроцессоров, функционально дополнить их разработанными и разрабатываемыми сериями ИС и СИС, снизить стоимость БИС, увеличить применяемость всех серий, повысить их качество и надежность;
- стандартизировать контрольно-измерительное оборудование;
- автоматизировать этапы проектирования БИС и вычислительных средств на их основе;

Характеристики микропроцессорных комплектов БИС

Серия	Число кристаллов	Центральный процессорный элемент	Разрядность, бит	Число команд	Время цикла, мкс	Напряжение питания, В	Потребляемая мощность, мВт	Рабочая температура, °С	Тип корпуса
K580	1(6)	K580ИК80	8	79	2,0	+5; -5; +12	300–750	от -10 до +70	244.48–1
K582	1	K582ИК1	4л*		1,5	1,2	200	от -10 до +85	244.48–1
K584	1	K584ИК1	4л*	459	2,0	1,2	140	от -10 до +70	244.48–1
K536	7	K536ИК1	8 л*	149	10,0	27		от -10 до +50	413.48–1
K581	3	K581ИК1	16		1,6	+5; -5; +12	900	от -10 до +55	244.48–1
K587	4	K587ИК2	4 л*	168	2,0	9	5	от -60 до +85	429.42–1
K588	4	K588ИК2	16 л*		2,0	5	5	от -60 до +85	429.42–1
K589	7	K589ИК02	2л*		0,1	5	750	от -10 до +70	247.28–2

* л означает возможность наращиваниякратно указанной разрядности

— увеличить гибкость проектирования цифровых средств, выполненных с использованием универсальных комплектов БИС МП на разных технологических принципах;

— за счет сокращения числа комплектов БИС МП получить значительный экономический эффект при разработке БИС и микро-ЭВМ на их основе, быстро организовать их серийное производство;

— унифицировать разрабатываемые различными ведомствами вычислительные средства в широких масштабах.

В таблице приведены краткие характеристики нескольких микропроцессоров и секционированных микропроцессорных комплектов. Серии К580, К582 и К584 представляют собой однокристалльные микропроцессоры, которые наиболее эффективно применяются при построении устройств цифровой автоматики и простейших контроллеров, но могут быть использованы и для построения микро-ЭВМ.

К580ИК80 представляет собой однокристалльный 8-разрядный функционально законченный программно-управляемый микропроцессор, содержащий 6 регистров общего назначения, аккумулятор, программный счетчик, указатель стека и регистр адреса. Время выполнения команды типа регистр-регистр 2 мкс, и регистр-память 3,5 мкс. Максимальное число подключаемых устройств ввода-вывода информации — 256. Максимальный объем адресуемой памяти — до 64 Кбайт. Микропроцессор совместим со стандартными ТТЛ-схемами. Микропроцессор К580ИК80 дополняется рядом специализированных БИС интерфейса, что значительно расширяет возможность комплекта.

К582ИК1 — 4-разрядный параллельный микропроцессор, содержащий арифметико-логическое устройство, 8 регистров общего назначения, рабочие регистры, счетчик команд, коммутирующее устройство, операционный регистр, программируемую логическую матрицу. Входные цепи микропроцессора по уровням согласованы с ТТЛ-схемами.

Микропроцессорные комплекты К536, К581, К587, К588 и К589 предназначены в первую очередь для построения микро-ЭВМ и сложных контроллеров, но они могут быть с успехом применены и для построения простейших средств цифровой автоматики. Благодаря секционному построению, применению микропрограммирования, магистральной организации связей, они обеспечивают возможность построения широкого круга средств вычислительной техники.

На основе комплектов К536 и К581 выполнены

микро-ЭВМ серии "Электроника С5" и "Электроника-60".

Серии К587 и К588 являются представителями семейства микропроцессорных комплектов, предназначенных для построения ряда совместимых микро-ЭВМ "Электроника НЦ". Обе серии отличаются от всех других значительно более низкой потребляемой мощностью, высокой помехоустойчивостью, что делает перспективным их применение в микро-ЭВМ и контроллерах для станков с ЧПУ, различных агрегатов и в других объектах с коммутацией сильных токов.

К589 — быстродействующий микропроцессорный комплект, обеспечивающий возможность построения микро-ЭВМ с производительностью до 1 млн. операций/с и предназначенный для построения контроллеров и микро-ЭВМ. Он широко применяется при разработке технических средств СМ ЭВМ.

Таким образом, создание микропроцессорных и процессорно-ориентированных БИС обеспечило возможность создания минимальной номенклатуры унифицированных отечественных БИС МП и ПО БИС, удовлетворяющих требованиям широкого круга потребителей.

Статья поступила 25 января 1978 г.

Н. М. Воробьев, А. А. Васенков,
М. Ф. Поликанов, Ю. Е. Чичерин

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ НАБОРЫ БИС И СЕРИЯ ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ"

Принцип комплексного решения задачи создания БИС и ЭВМ на их основе обеспечивает широкое применение и экономичность разрабатываемых вычислительных средств.

УДК 621.382.825:681.325.023—181.48

Развитие полупроводниковой технологии и увеличение степени интеграции оказали существенное влияние на вычислительную технику, архитектурное построение ЭВМ.

В настоящее время БИС является законченным сложным функциональным устройством, разработка которого требует знания организации ЭВМ

и вычислительных систем, т.е. решения системных вопросов.

Комплексный подход к решению задачи разработки средств вычислительной техники обеспечивает архитектурное единство БИС и создание вычислительных средств на их основе, удовлетворяющих требованиям пользователей и предполагающих единое программное обеспечение как разрабатываемых ЭВМ, так и систем, высокую типичность каждого типа схемы, низкую стоимость разработки и изготовления БИС и вычислительных средств на их основе.

Необходимость использования при создании полной номенклатуры БИС одновременно нескольких различных технологий обусловлена большим разнообразием требуемых характеристик; малой мощностью потребления, возможностью сохранения информации в ОЗУ при малом расходе энергии, высокой помехозащищенностью, возможностью функционирования ЭВМ в закрытом ограниченном объеме, достаточным быстродействием. Все эти требования должны сочетаться с минимальной стоимостью при нежесточенных условиях эксплуатации, высокой производительностью, широтой использования.

БИС все шире и шире используются в вычислительной технике. В настоящее время можно выделить:

- микро-ЭВМ типа мини-ЭВМ, значительно уступающие последним по производительности, но обладающие всеми другими их характеристиками, а именно эквивалентной системой команд, конструктивной завершенностью, развитым пультом управления, достаточным объемом основной памяти и соответствующим "внутренним" программным обеспечением;

- встроенные микро-ЭВМ, имеющие зафиксированную в ПЗУ или ППЗУ программу работы, предназначенные для реализации определенной функции и заменяющие системы с жесткой логикой, специальной для каждого конкретного случая применения;

- микропроцессорный набор БИС, позволяющий пользователю конструировать собственную систему, но с заданной системой команд процессора и на основе предоставляемого ему программного обеспечения микропроцессорной системы разработчика или вспомогательного кросс-программного обеспечения на большой вычислительной машине, дающий возможность пользователю до некоторой степени самостоятельно выбирать схему-

технические решения при разработке собственной ЭВМ и приспособлять разрабатываемую систему к конкретному применению;

- распределенные вычислительные системы с микропрограммируемой логикой взаимодействия элементов системы.

Принципы проектирования БИС. Сформулированный выше принцип комплексного решения задачи создания БИС и ЭВМ на их основе, обеспечивающий широкое применение и экономичность разрабатываемых средств, обуславливает ряд технических требований к схемам.

Микропрограммное управление. Набор БИС должен позволять строить микропрограммируемые ЭВМ с целью реализации различных входных машинных языков или систем пользователя. Высокий эффект может дать использование в качестве управляющей памяти программируемой логической матрицы (ПЛМ).

Наращиваемость разрядности и емкости. Должна быть предусмотрена возможность увеличения основных параметров БИС, таких, как разрядность и емкость памяти, при использовании их в составе ЭВМ, причем с минимальными потерями быстродействия последней. Это достигается возможностью синхронизации группы БИС, объединяемых в отдельный модуль.

Асинхронность. Отдельные БИС или группы БИС, представляющие собой модуль ЭВМ, должны взаимодействовать между собой в большинстве случаев по асинхронному принципу, отрабатывая команды или микрокоманды от источника управления. Таким образом достигаются структурная гибкость построения ЭВМ, простота наладки, стандартность соединения модулей и возможность совмещения процессов обработки информации внутри ЭВМ.

Минимальная избыточность. Это значит, что номенклатура схем, обеспечивающих наибольшую первоначальную эффективность, должна быть минимальной. Введение каждой новой БИС может быть оправдано только расширением системных и периферийных возможностей ЭВМ, увеличением производительности и должно удовлетворять требованиям максимального числа потребителей или областей применения.

Единство идеологии БИС. Под этим требованием подразумевается не только тождественность логической структуры или однотипность БИС, изготов-

ленных различными технологическими методами, а скорее едионаправленность разработок: модульность построения систем, невысокая стоимость и минимальные сроки выполнения работы.

Все это определило состав и логическую структуру комплекта БИС, изготовленных по МОП-технологии с n -канальными и комплементарными приборами и по биполярной технологии на основе ЭСЛ- и ТТЛ-элементов.

Типовой комплект микропроцессорных БИС, изготовленных по МОП-технологии, включает в себя:

- БИС УП (управляющей памяти);
- БИС АУ (арифметического устройства);
- БИС ОИ (обмена информацией);
- БИС АР (арифметического расширителя).

Каждая БИС представляет собой автономное, функционально законченное устройство, асинхронно управляемое с помощью команд или микрокоманд.

БИС УП служит для организации микропрограммного устройства управления микропроцессора. В качестве управляющей памяти БИС используется программируемая логическая матрица.

БИС АУ – 4-, 8-, 16-разрядное параллельное арифметическое устройство, служащее для выполнения арифметических, логических и других операций. Схема имеет микропрограммное управление, допускает наращивание разрядности.

Использование остальных БИС расширяет возможности микропроцессора.

Так, БИС АР позволяет аппаратно реализовать операции умножения и параметрических сдвигов и значительно повысить производительность процессора при решении арифметических задач и задач обработки битовой информации.

БИС ОИ служит для коммутации данных, организации связи с байтовыми и битовыми каналами, построения приоритетных схем и других интерфейсных блоков. Применение этой схемы обеспечивает повышение эффективности связи микропроцессора с периферийными устройствами.

Основные характеристики БИС приведены в таблице.

При использовании биполярной технологии типовой комплект микропроцессорных БИС модифицируется, обеспечивая ту же, что и для МОП-технологии, идеологию построения микропроцессоров. В состав типового комплекта, выполненного по би-

полярной технологии (на ТТЛ- и ЭСЛ-элементах), входят:

- БИС АУ;
- БИС АР;
- БИС РОИ (регистров общего назначения);
- БИС ОИ;
- СИС ДНУ (двунаправленного магистрального усилителя);
- БИС УМ (умножителя);
- БИС ЭПМ (электрически программируемой логической матрицы);

БИС АУ – 8-разрядное параллельное арифметическое устройство (управление микропрограммное, возможна наращиваемость разрядности). Содержит АЛУ, один рабочий регистр, два двунаправленных канала обмена информацией, два сдвигателя, два узла маскирования операндов; число микроинструкций АЛУ-26, число модификаций операций – 16.

БИС АР – 16-разрядное устройство, предназначенное для сдвига разрядов на один цикл и выделения поля в 16-разрядном слове. Содержит большую и малую матрицу сдвигателей (малая – для размножения поля единиц), регистр расширения для организации сдвигов слов большой разрядности, один двунаправленный канал обмена информации.

БИС РОИ – четырехразрядный блок регистров общего назначения. Имеет независимую адресацию

Характеристики микропроцессорных БИС

Технология	Состав БИС	Разрядность, бит	Емкость ПЛМ	Быстродействие, мкс	
Высокопороговая КМОП	БИС УП	–	64	2,0	
	БИС АУ	4	–	2,5	
	БИС ОИ	8	–	1,0	
	БИС АР	8	–	3,0	
Низкопороговая КМОП	БИС УП	–	100	1,5	
	БИС АУ	16	–	1,5	
	БИС ОИ	8	–	1,0	
	БИС АР	8	–	2,5	
н-МОП	БИС УП	–	140	0,6	
	БИС АУ	8	–	0,7	
	БИС ОИ	8	–	0,3–0,5	
	БИС АР	8	–	1,5	
ТТЛ-ДШ	БИС АУ	8	–	0,15	
		16×4	–	0,05	
	БИС РОИ	2 КАНАЛА	–	–	–
		–	–	–	0,13
	БИС ОИ	–	–	–	0,04
	БИС ЭПМ	–	48	–	0,10
	БИС УМ	–	–	–	0,8 умн.
	–	–	–	–	1,8 дел.
	–	–	–	–	0,03
	СИС ДНУ	–	–	–	–

(по чтению и записи) по двум каналам, содержит четыре 16-разрядных регистра, служит для организации сверхоперативной процессорной памяти и буферной памяти в различных устройствах обмена информацией.

БИС ОИ — схема управления интерфейсом обмена информации, обеспечивающая сопряжение с интерфейсом типа "общая шина".

СИС ДНУ — четыре двунаправленных усилителя, выполняющих кроме функции усиления работу на кабель с волновым сопротивлением 120 Ом, а также согласование различных уровней сигналов.

БИС УМ — схема умножителя. Позволяет реализовать операции умножения и деления 16-разрядных чисел. Операции над числами большей разрядности осуществляются по микропрограмме.

БИС ЭПЛМ — электрически программируемая логическая матрица. Число входов — 16, выходов — 8, произведений — 48.

Типовой комплект микропроцессорных БИС является достаточно универсальным, чтобы обеспечить построение микро-ЭВМ различной архитектуры, а также и распространенных мини-ЭВМ. Хотя эффективность использования комплекта зависит от конкретной архитектуры ЭВМ, проведенные оценки показывают широкие возможности его применения. В первую очередь типовой комплект был создан для класса микро-ЭВМ — новых вычислительных средств, занимающих в настоящее время определенное положение по архитектуре, областям применения и способам использования по отношению к традиционным мини-, средним и большим ЭВМ.

Архитектура ряда микро-ЭВМ "Электроника НЦ".

При выборе архитектурных принципов построения ряда программно-совместимых микро-ЭВМ определяющим фактором является возможность их использования в различных областях применения и прежде всего в системах реального времени:

- автоматизированных системах управления технологическим оборудованием, процессами, станками;
- коммутационных системах, включающих концентраторы данных и коммутаторы сообщений;
- контрольно-измерительных устройствах и системах;
- бортовых управляющих системах;
- системах управления экспериментом;

- АСУ производством (или предприятием);
- информационных системах и др.

Кроме этого, микро-ЭВМ могут использоваться в составе вычислительных комплексов, предназначенных для широкого класса пользователей.

В указанных областях применения микро-ЭВМ может выступать как самостоятельная (часто встроенная) управляющая машина, так и в качестве элемента вычислительной системы равноправных или соподчиненных микро-ЭВМ. В свою очередь каждая область применения предъявляет свои требования к машине, многообразие которых обуславливает необходимость их упорядочения при разработке идеологических основ архитектуры ряда микро-ЭВМ с целью обеспечения заданных характеристик.

Наиболее важными характеристиками являются: уровень машинного языка; разнообразие набора операций этого языка; уровень системных возможностей микро-ЭВМ (производительность, объем оперативной памяти, пропускная способность, время реакции на прерывание при работе в реальном масштабе времени, надежность вычислений, гибкость управления процессором, возможность сопряжения с другими типами ЭВМ, характеристики программного обеспечения).

На основе рассмотренных областей применения к характеристикам ЭВМ предъявляются следующие требования.

Машинный язык (система команд) ряда микро-ЭВМ должен обладать развитым набором управляющих команд; обеспечивать эффективную обработку символьной и битовой информации; иметь достаточно широкие арифметические возможности, уступая лишь средним и большим машинам; обеспечивать работу с массивами (векторами) данных.

Диапазон мощности набора операций машинного языка ряда микро-ЭВМ должен быть достаточно широким — от значений, характерных для минимального набора управляющих команд и простейших арифметических операций (в младших моделях ряда), до значений, соответствующих наборам операций высокоорганизованных современных мини-ЭВМ широкого применения (в старших моделях).

Производительность ряда микро-ЭВМ должна составлять от десятков тысяч до нескольких миллионов операций в секунду. Объем ОЗУ может меняться от нескольких сотен байт, до десятков мегабайт, поэтому в последнем случае необходи-

мы внешние устройства памяти (диски, магнитные ленты).

В основу архитектурно-структурного решения микро-ЭВМ ряда "Электроника НЦ", заложены следующие принципы:

- разрядность машинного слова микро-ЭВМ не превышает 16 (в высокопроизводительных высших моделях ряда возможно увеличение ее до 32);

- совместимость моделей ряда микро-ЭВМ обеспечивает преемственность разработок (как схемотехники, так и программного обеспечения).

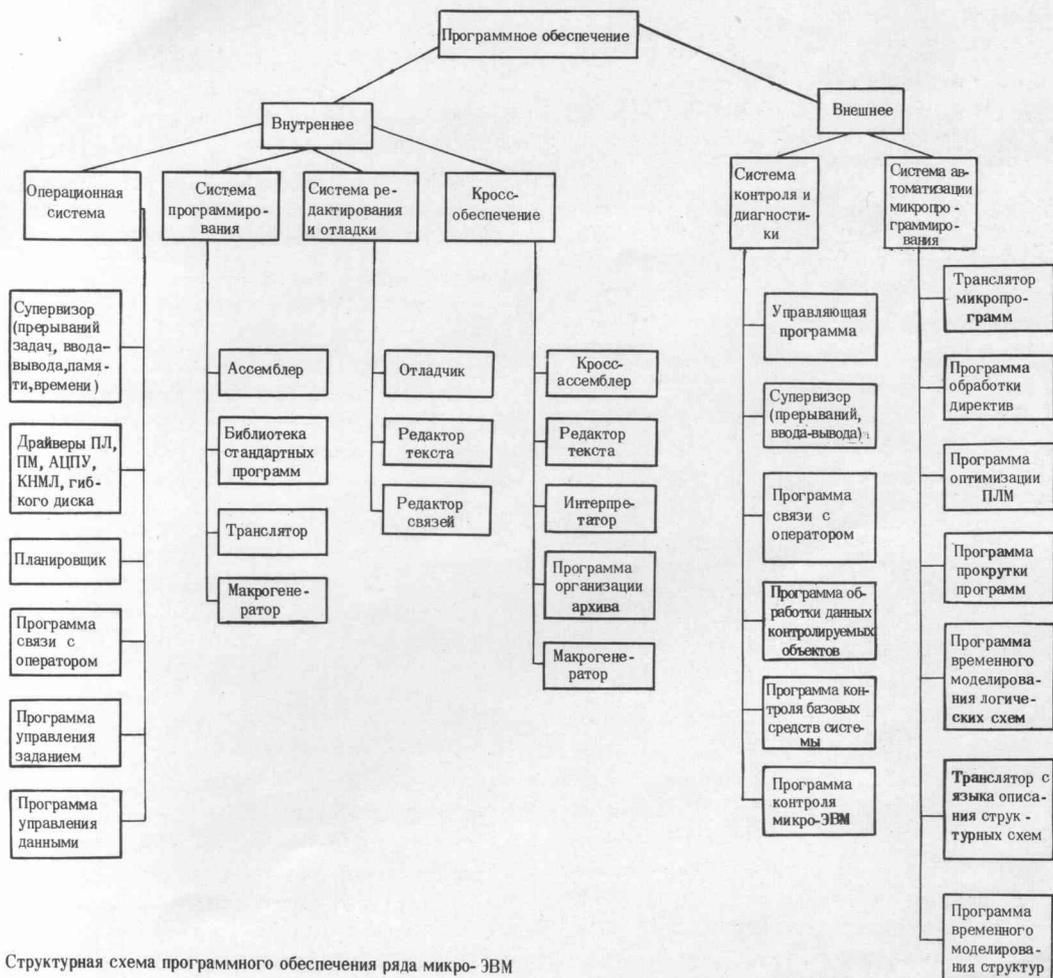
В качестве уровня совместимости принимается оправдавший себя на практике уровень, заложенный в ЕС ЭВМ – совместимость моделей "снизу вверх" на уровне системы команд. При этом в старших моделях микро-ЭВМ может целиком использовать

ся программное обеспечение нижестоящих моделей ряда ;

- модульность схемотехники и программных средств обуславливает возможность наращивания характеристик ряда микро-ЭВМ и совместимость моделей;

- микропрограммируемость процессора обеспечивает расширение набора команд для соответствующих областей применения и гибкость управления ;

- микро-ЭВМ ориентированы на использование периферийных устройств, разрабатываемых для СМ ЭВМ. Наилучшим решением данного вопроса является обеспечение совместимости с интерфейсом "общая магистраль". При этом в случае необходимости можно достаточно просто реализовать



Структурная схема программного обеспечения ряда микро-ЭВМ

нужный уровень совместимости и с интерфейсами других типов (например, с интерфейсом ЕС ЭВМ, системой КАМАК);

— микро-ЭВМ обладают развитой системой прерывания, хорошей реакцией на прерывания при работе в реальном масштабе времени и способностью обрывать мультипроцессорные структуры.

Система команд. Ряд микро-ЭВМ "Электроника НЦ" имеет единую базовую систему команд, подмножество которой может быть выбрано в качестве системы команд конкретной ЭВМ ряда. Это обеспечивает совместимость ряда "снизу — вверх", позволяет получать эффективные программы для разнообразных областей применения микро-ЭВМ и допускает использование в своем составе ЭВМ с упрощенными системами команд.

Базовая система команд ряда микро-ЭВМ является системой команд 16-разрядной машины. Она допускает реализацию защиты друг от друга процессов, протекающих одновременно или в режиме мультипрограммирования, что обеспечивается возможностью математической адресации как в областях данных, так и в области программы. Это необходимо при организации мультипроцессорных систем и отладке программ в реальном масштабе времени. В базовой системе команд также имеется возможность прямой адресации данных с помощью однословной команды, что обеспечивает сжатие программы, особенно важное для моделей с малым объемом памяти.

В базовую систему команд введены команды с адресацией бита внутри ячейки, сдвигов слова на заданное число битов и команды работы с полями битов.

Базовая система команд допускает наличие двух стеков — системного и пользовательского.

Все эти основные свойства базовой системы команд и определили вид конкретных кодировок разработанной системы команд.

Интерфейс. Каждая микро-ЭВМ ряда строится как совокупность модулей (процессоров, устройств основной памяти, контроллеров и др.), объединенных общей магистралью. С учетом важности обеспечения работы с устройствами ввода-вывода СМ ЭВМ была разработана унифицированная магистраль ряда, обеспечивающая определенный уровень совместимости с общей шиной СМ ЭВМ. Магистраль обеспечивает одновременную работу нескольких процессоров и прямое управле-

ние одного процессора другим. Выделение регистров процессора адресов на магистрали и специальная организация процессоров обеспечивают доступность регистров процессора "извне" в определенных его состояниях. Указанные особенности унифицированной магистрали позволяют организовать как мультипроцессорные конфигурации микро-ЭВМ, так и системы на базе микро- и мини-ЭВМ, что не только увеличивает производительность системы в целом, но и обеспечивает обработку пользовательских систем на базе микро-ЭВМ, а также контроль и диагностику микро-ЭВМ и ее модулей.

Наряду с унифицированной магистралью, допускающей одновременную работу множества процессоров, была разработана упрощенная магистраль с совмещенной шиной для передачи адресной информации и данных.

Программное обеспечение. Программное обеспечение ряда микро-ЭВМ состоит из внутреннего (принадлежащего ЭВМ с некоторым набором устройств ввода-вывода) и внешнего (принадлежащего другой ЭВМ). Внешнее программное обеспечение включает в себя:

- систему программирования на другой ЭВМ, интерпретирующую микро-ЭВМ;
- систему контроля и диагностики микро-ЭВМ и ее модулей с помощью другой ЭВМ (в том числе и самой микро-ЭВМ);
- систему автоматизации микропрограммирования микро-ЭВМ при ее проектировании.

Структурная схема программного обеспечения представлена на рисунке.

Таким образом, реализация единой функциональной структуры БИС на базе различных технологий позволит обеспечить широкий набор технико-экономических параметров БИС и микро-ЭВМ, имеющих математическое обеспечение и унифицированные конструктивно-технологические принципы построения. Это в свою очередь даст возможность сократить сроки и стоимость разработок, систематизировать номенклатуру БИС для микропроцессоров и тем самым снизить их стоимость, повысить качество и надежность.

В. Л. ДИЖУНЯН, С. С. КОВАЛЕНКО,
П. Р. МАШЕВИЧ, В. В. ТЕЛЕНКОВ,
Ю. Е. ЧИЧЕРИН

МИКРОМОЩНЫЙ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОМПЛЕКТ БИС К 587 НА ДОПОЛНЯЮЩИХ МДП ТРАНЗИСТОРАХ

Применяется для построения различных средств обработки цифровой информации.

Модульность структуры комплекта, микропрограммное управление, развитая система микрокоманд с полностью автономной внутренней синхронизацией обеспечивают большую логическую гибкость вычислительных средств.

Простота перестройки структуры вычислительных устройств и возможность смены системы команд для конкретных условий применения, а также простота наращивания вычислительной мощности (разрядности, объема памяти и т.д.) с микропрограммным управлением и производительности (распараллеливания выполнения операций и т.п.) позволяют строить на их основе микро-ЭВМ различной разрядности, структуры и быстродействия.

В комплект БИС входят:

- К587ИК1 – блок обмена информацией (ОИ);
- К587ИК2 – арифметическое устройство (АУ);
- К587ИК3 – арифметический расширитель (АР);
- К587РП1 – управляющая память (УП);
- К530АП2 – двунаправленный усилитель (ДУ).

К 587 ИК 1

К587ИК1 – автономный модуль обработки и коммутации цифровой информации с микропрограммным управлением.

Предназначен для организации внутрипроцессорного и внепроцессорного параллельного и последовательного обмена данными различной разрядности, кратной 8, орга-

низации интерфейса процессоров, каналов, а также для построения блоков прерывания, использования в контроллерах периферийных устройств, управления ОЗУ.

Включает в себя:

- три восьмиразрядных канала (K_1, K_2, K_3);
- три схемы обмена;
- восьмиразрядные регистры (P1, P2);
- логическое устройство;
- коммутатор;
- регистры режима (PP, PMS);
- схему формирования состояния;
- регистр микрокоманд (PMK);
- дешифратор микрокоманд (ДШ);
- блок синхронизации.

Микрокоманда, поступающая на входы регистра микрокоманд, имеет 5 разрядов. Общее количество микрокоманд – 60. Система микрокоманд состоит из операций коммутации информации между каналами по полному графу коммутации; операций преобразования форматов информации слово (16 разрядов) – байт (8 разрядов), байт – слово, из параллельного кода в последовательный и наоборот; операций маскирования и сравнения информации и др. (табл. 1).

Разрядность, бит	8
Наращиваемость разрядности, бит	до 32
Число коммутируемых магистралей	3
Число микрокоманд	60
Цикл выполнения микрокоманды, мкс	1,5
Потребляемая статическая мощность, мВт	10
Напряжение питания, В	$9 \pm 10\%$

К 587 ИК 2

К587ИК2 – четырехразрядный автономный модуль обработки цифровой информации с микропрограммным управлением.

Предназначен для приема, оперативного хранения, обработки и выдачи цифровой и командной информации, а также для построения операционных блоков цифровых вычислительных средств различной разрядности, кратной 4.

Содержит следующие функциональные блоки:

- параллельный арифметическо-логический блок;
- блок регистров общего назначения (P);
- блок сдвигателя;
- регистр состояний (PC);
- рабочий регистр (A);
- регистр микрокоманд;
- три четырехразрядных канала;
- три схемы обмена;
- дешифратор микрокоманд;

- блок расширения;
- блок синхронизации.

Микрокоманда, поступающая на входы регистра микрокоманд, имеет 12 разрядов и позволяет в бинарных операциях независимо адресовать два любых регистра блока регистров общего назначения. Общее количество микрокоманд – 168. Система микрокоманд достаточно развита и включает в себя операции с четырехразрядной константой, задаваемой в поле микрокоманды, операции с приемом и выдачей информации в каналы, операции сдвигов, а также двойные операции, например сложение со сдвигом и вычитание со сдвигом. Признак загрузки регистра состояния, содержащийся в микрокоманде, позволяет проводить загрузку регистра состояния по программе, а также выдавать его содержимое в один из каналов (табл. 2).

Разрядность, бит	4
Нарастаемость разрядности, бит	до 32
Число типов микрокоманд	168
Время выполнения микрокоманды, мкс	2
Потребляемая статическая мощность, мВт	10
Напряжение питания, В	9 ± 10%

К 587 ИК 3

К587ИК3 – автономный модуль аппаратного умножения с микропрограммным управлением.

Предназначен для выполнения аппаратного умножения двух операндов, сдвига на N разрядов, поиска кодов битов. Применяется в блоках арифметических расширителей, спецпроцессорах для выполнения матричных операций и операций быстрого Фурье-преобразования. С целью расширения разрядности обрабатываемых чисел предусмотрено объединение однотипных арифметических расширителей в блок с общим микропрограммным управлением.

Состоит из следующих функциональных блоков:

- двух восьмиразрядных каналов и одного пятиразрядного;
- трех схем обмена;
- блока умножения;
- блока суммирования;
- блока поиска кодов битов;
- схемы формирования состояния;
- регистра микрокоманд (РМК);
- регистров хранения операндов (РА, РВ);
- регистров хранения результатов операций;
- регистров именного кода и кода позиции; (РИК, РКП);
- дешифратора микрокоманд;
- блока синхронизации.

Микрокоманда, поступающая на входы регистра микрокоманд, имеет 7 разрядов. Система микрокоманд арифметического расширителя включает в себя операции кодового и арифметического умножения с выдачей результата в один из восьмиразрядных каналов, операции логических, арифметических и циклических сдвигов, операции поиска кодов "0", "1" и неравнозначных бит (табл.3). Общее количество микрокоманд в системе – 64.

Разрядность, бит	8
Нарастаемость разрядности, бит	64
Число микрокоманд	64
Цикл выполнения микрокоманд, мкс	2
Потребляемая статическая мощность, мВт	10
Напряжение питания, В	9 ± 10%

К 587 РП 1

К587РП1 – автономный асинхронный модуль обработки цифровой информации.

Предназначен для построения блоков микропрограммного управления различной информационной емкости, различной разрядности микрокоманд. В автономном режиме служит для построения преобразователей и генераторов различных кодов, а также для простейших схем цифрового управления.

Управляющая память включает в себя следующие функциональные блоки:

- программируемую логическую матрицу;
- входные регистры;
- регистр следующего адреса;
- две схемы обмена информацией;
- блок синхронизации;
- регистр управления;
- выходной регистр микрокоманд.

Входные регистры предназначены для приема поступающей и звне информации, например, один – для приема команды, другой – для приема кода условных переходов в микропрограмме. Регистр следующего адреса служит для адресации $(i + 1)$ -й микрокоманды в микропрограмме по признаку, сформированному в i -й микропрограмме. Программируемая логическая матрица предназначена для хранения и считывания микропрограмм и состоит из двух программируемых логических подматриц и программируемого слоя инверторов. Информационная емкость программируемой логической матрицы – 64 логических произведения. "Зашивка" информации в матрицу проводится разработчиком на этапе изготовления схемы путем изменения одного слоя фотошаблона.

Объем памяти, число логических произведений	64
Разрядность входа, бит	18
Разрядность выхода, бит	14
Время выборки микрокоманды, мкс	1,5
Потребляемая статическая мощность, мВт	10
Напряжение питания, В	9 ± 10%

K 530 АП 2

K530АП2 – схема двунаправленных усилителей. Представляет собой четырехразрядный двунаправленный приемопередатчик цифровой информации, предназначенный для синхронной и асинхронной передачи двоичной информации по двунаправленным линиям связи и для ретрансляции сигналов от ТТЛ- и КМДП-элементов, а также для кабельной связи.

СИСТЕМА МИКРОКОМАНД ОИ

Таблица 1

Под-группа	КОП	Описание операции			
0	1	2	3	4	
1	0	0	0	0	K1, K2 → P1, P2 → K3; P1 → K3
1	0	0	0	1	K3 → P1; K3 → P2 → K2, P1 → K1
1	0	0	1	0	K3 → P1 → K1; K2 → P2 → K3
1	0	0	1	1	P1, P2 → K1, K2
1	0	1	0	0	K1 → P1 → K3
1	0	1	0	1	K1 → P1 → K2
1	0	1	1	0	K1 → P1
1	0	1	1	1	K1 → P2
0	0	0	0	0	P2 → K3, P2 + 1 → P2
0	0	0	0	1	P2 → K2, P2 + 1 → P2
0	0	0	1	0	P2 → K1, P2 + 1 → P2
0	0	0	1	1	P2 + 1 → P2
0	0	1	0	0	K3 → P1
0	0	1	0	1	K3 → P1 → K2
0	0	1	1	0	K3 → P1 → K1
0	0	1	1	1	K3 → P2
1	1	0	0	0	K2 ⊕ P2, K1 → P1 → K3
1	1	0	0	1	K1 → PP, PMC
1	1	0	1	0	PP, PMC → K1
1	1	0	1	1	K3 → PP, PMC
1	1	1	0	0	PP, PMC → K3
1	1	1	0	1	MK → PP ∨ PMC
1	1	1	1	0	Сдвиг
1	1	1	1	1	НУ
0	0	0	0	0	P1 → K3
0	1	0	0	1	P1 → K2
0	1	0	1	0	P1 → K1
0	1	0	1	1	P1 → P2
0	1	0	1	1	P1 → P2
0	1	1	0	0	K2 → P1 → K3
0	1	1	0	1	K2 → P1
0	1	1	1	0	K2 → P1 → K1
0	1	1	1	1	K2 → P2

1-я группа

1	0	0	0	0	K1 → P1, P1 & P2 → K3
1	0	0	0	1	K1 → P1, P1 & P2 лев. "1" → K3
1	0	0	1	0	K1 → P1, P1 & P2 ДШ → K3
1	0	0	1	1	K1 → P1, P1 & P2
1	0	1	0	0	K1 → P1, P1 ⊕ P2 → K3
1	0	1	0	1	K1 → P1, P1 ⊕ P2 лев. "1" → K3
1	0	1	1	0	K1 → P1, P1 ⊕ P2 ДШ → K3
1	0	1	1	1	K1 → P1, P1 ⊕ P2
1	1	0	0	0	
1	1	0	0	1	K1 → PP, PMC
1	1	0	1	0	PP, PMC → K1
1	1	0	1	1	K3 → PP & PMC
1	1	1	0	0	PP, PMC → K3
1	1	1	0	1	MK → PP ∨ PMC
1	1	1	1	0	AB
1	1	1	1	1	HV
0	0	0	0	0	K1 → P1, K2 → P2, P1 & P2 → K3
0	0	0	0	1	K1 → P1, K2 → P2, P1 & P2 лев. "1" → K3
0	0	0	1	0	K1 → P1, K2 → P2, P1 & P2 ДШ → K3
0	0	0	1	1	K1 → P1, K2 → P2, P1 & P2
0	0	1	0	0	K1 → P1, K2 → P2, P1 ⊕ P2 → K3
0	0	1	0	1	K1 → P1, K2 → P2, P1 ⊕ P2 лев. "1" → K3
0	0	1	1	0	K1 → P1, K2 → P2, P1 ⊕ P2 ДШ → K3
0	0	1	1	1	K1 → P1, K2 → P2, P1 ⊕ P2
0	1	0	0	0	K2 → P2, P1 & P2 → K3
0	1	0	0	1	K2 → P2, P1 & P2 лев. "1" → K3
0	1	0	1	0	K2 → P2, P1 & P2 ДШ → K3
0	1	0	1	1	K2 → P2, P1 & P2
0	1	1	0	0	K2 → P2, P1 ⊕ P2 → K3
0	1	1	0	1	K2 → P2, P1 ⊕ P2 лев. "1" → K3
0	1	1	1	0	K2 → P2, P1 ⊕ P2 ДШ → K3
0	1	1	1	1	K2 → P2, P1 ⊕ P2

2-я группа

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Формат	Операции	
0	0	коп.1			Pi	Pj	вс					PP	$\langle Pj \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A, Pj; \otimes$ - опер. по коп.1	
1	0	коп.1			P	коп.2					вс	A	$\alpha \langle A \rangle \otimes \langle Pj \rangle \rightarrow A \vee A, Pi; \alpha$ - опер. по коп.2	
0	1	коп.1			конст.		коп.4					вс	K	$\langle A \rangle \vee \langle PC \rangle \vee M3 \otimes$ конст. $\rightarrow A \vee A, PC$
1	1	коп.1			Pi	коп.3					вс	O	$K1 \vee K2 \rightarrow A, \langle A \rangle \otimes \langle P \rangle \rightarrow A, Pi; A \rightarrow K1 \vee K2$	

Операции	Мнемокод	Разряды МК команд	Загрузка РС ВС-1				Описание операции
			T"0"	ТЗИ	ТПЛ	ТР	
коп.1							
Сложение с 1	+ 1	СЛЕ	0	0	0	$D = \langle A \rangle \vee \langle Pj \rangle + 1$	
Вычитание	-	ВЧА	0	0	1	$D = \langle A \rangle \vee \langle Pj \rangle - \langle Pi \rangle \vee$ конст.)	
Пересылка A		ПЕА	0	1	0	$D = \langle A \rangle \vee \langle Pj \rangle$	
Умножение лог.	\wedge	УМЛ	0	1	1	$D = \langle A \rangle \vee \langle Pj \rangle \wedge \langle Pi \rangle \vee$ конст.)	
Сложение	+	СЛА	1	0	0	$D = \langle A \rangle \vee \langle Pj \rangle + \langle Pi \rangle \vee$ конст.)	
Сложение лог.	\vee	СЛЛ	1	0	1	$D = \langle A \rangle \vee \langle Pj \rangle \vee \langle Pi \rangle \vee$ конст.)	
Неэквивалентность	∇	НЭК	1	1	0	$D = \langle A \rangle \vee \langle Pj \rangle \vee \langle Pi \rangle \vee$ конст.)	
Пересылка B		ПЕВ	1	1	0	$D = \langle Pi \rangle \vee$ конст.	
коп.2							
Сдвиг лог. вправо \rightarrow		СЛП	0	0	0	$\left[\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \right] \rightarrow A$	
Сдвиг лог. влево \leftarrow		СЛЛ	0	0	1	$\left[\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \right] \rightarrow A$	
Сдвиг цикл. вправо \rightarrow		СЦП	1	0	0	$\left[\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \right] \rightarrow A$	
Сдвиг цикл. влево \leftarrow		СЦЛ	1	0	1	$\left[\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \right] \rightarrow A$	
Инверсия \neg		ИНВ	0	1	0	$\neg \langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A$	
С переносом \vee с займом		ПЕЗ	1	1	0	$\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle + (OV \langle TP \rangle) \rightarrow A$	
D \rightarrow AVPi		АКР	1	1	1	$\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A, Pi$	
D \rightarrow A		АКК	0	1	1	$\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A$	
коп.3							
D \rightarrow K1		ВМ1	0	1	1	$\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A, \langle A \rangle \rightarrow K1$	
D \rightarrow K2		ВМ2	0	0	1	$\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A, \langle A \rangle \rightarrow K2$	
K1 \rightarrow A, ...		ПМ1	0	1	0	$K1 \rightarrow A, \langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A$	
K2 \rightarrow A, ...		ПМ2	0	0	0	$K2 \rightarrow A, \langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A$	
K1 \rightarrow A, ... D \rightarrow K2		ПВ2	1	1	0	$K1 \rightarrow A, \langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A, \langle A \rangle \rightarrow K2$	
K2 \rightarrow A, ... D \rightarrow K1		ПВ1	1	0	0	$K2 \rightarrow A, \langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A, \langle A \rangle \rightarrow K1$	
D \rightarrow Pi, K1		РВ1	1	1	1	$\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A, Pi, A \rightarrow K1$	
D \rightarrow Pi, K2		РВ2	1	0	1	$\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A, Pi, \langle A \rangle \rightarrow K2$	
коп.4							
K3 \otimes конст.		ПМ3	1	1	1	$K3 \rightarrow A, \langle A \rangle \otimes$ конст. $\rightarrow A$	
PC \otimes конст. D \rightarrow PC		КРС	0	0	0	$\langle PC \rangle \otimes$ конст. $\rightarrow A, PC$	
D \rightarrow PC		АРС	1	0	0	$\langle A \rangle \otimes$ конст. $\rightarrow A, PC$	
A \otimes конст.		АКА	0	1	1	$\langle A \rangle \otimes$ конст. $\rightarrow A$	

Обозначения:

D - (D₁, D₂, D₃, D₄) - результат операции по коп. 1C - (C₁, C₂, C₃, C₄) - перенос из 1, 2, 3, 4 разрядовT "0" - \uparrow - \neg (D₁, VD₂, VD₃, VD₄)ТЗИ - \uparrow - D₄; ТР - \uparrow = C₄ТПП - \uparrow - C₄ \vee C₃

- - содержимое триггера не изменяется

Примечания:

1. Загрузка РС при ВС=1 зависит только от коп. 1; исключения указаны в таблице
2. Операция ПЕЗ в операциях коп.1 СЛА и ВЧА выполняется как $\langle A \rangle \otimes \langle P \rangle + \langle TP \rangle \rightarrow A$, в операции СЛЕ - $\langle A \rangle + \langle TP \rangle \rightarrow A$, в остальных операциях по коп.1 - $\langle A \rangle \otimes \langle Pi \rangle \rightarrow A$

Мнемокод	Код операции							Описание
	0 _p	1 _p	2 _p	3 _p	4 _p	5 _p	6 _p	
СЛЛ	0	0	0		N		BC	Сдвиг логический влево
СЛП	0	0	1		N		BC	Сдвиг логический вправо
САЛ	0	1	0		N		BC	Сдвиг арифметический влево
САП	0	1	1		N		BC	Сдвиг арифметический вправо
СЦП	1	0	1		N		BC	Сдвиг циклический вправо
УК K1.K2 K1 K2	1	0	0	0	0	0	BC	Умножение кодовое K1 на K2 с выдачей младшей части результата в K1, старшей части в K2
УК K1.K2 K2	1	0	0	0	0	1	BC	Умножение кодовое K1 на K2 с выдачей старшей части результата в K2
УК K1 K1.K2	1	0	0	0	1	0	BC	Умножение кодовое K1 на PВ с выдачей младшей части результата в K1, старшей части в K2
УК1.K2	1	0	0	0	1	1	BC	Умножение кодовое K1 на PВ с выдачей старшей части результата в K2
УА K1.K2 K1 K2	1	0	0	1	0	0	BC	Умножение арифметическое K1 на K2 с выдачей младшей части результата в K1, старшей в K2
УА K1.K2 K2	1	0	0	1	0	1	BC	Умножение арифметическое K1 на K2 с выдачей старшей части результата в K2
УА K1 K1.K2	1	0	0	1	1	0	BC	Умножение арифметическое K1 на PВ с выдачей младшей части результата в K1, старшей части в K2
УА K1 K2	1	0	0	1	1	1	BC	Умножение арифметическое K1 на PВ с выдачей старшей части результата в K2
З РА K1	1	1	1	0	0	0	BC	Загрузка РА из K1
З PВ K2	1	1	1	0	0	1	BC	Загрузка PВ из K2
В PП1 K1	1	1	1	0	1	0	BC	Выдача PП1 в K1
В PП2 K2	1	1	1	0	1	1	BC	Выдача PП2 в K2
ПКН	1	1	1	1	0	0	BC	Поиск кода левого нуля
ПКЕ	1	1	1	1	0	1	BC	Поиск кода левой единицы
ПКНБ	1	1	1	1	1	0	BC	Поиск кода левой пары
З РИК	1	1	0		N	x	0	Загрузка РИК из PМК
З PКП	1	1	0		N		1	Загрузка PКП из PМК
НУ	1	1	1	1	1	1	x	Начальная установка

А. И. БЕРЕЗЕНКО, Л. Н. КОРЯГИН,
А. Р. НАЗАРЬЯН, Б. В. ОРЛОВ

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОМПЛЕКТ БИС ТТЛ С ДИОДАМИ ШОТТКИ СЕРИИ К 589

Микропроцессорный комплект (МПК) интегральных схем серии К589, состоящий из процессорных и интерфейсных схем, предназначен для построения быстродействующих контроллеров различной организации с частотой выдачи управляющих сигналов до 10 МГц, микро- и мини-ЭВМ различного назначения с быстродействием вычисления операций типа регистр-регистр до 1 млн. в секунду, измерительных систем числового программного управления станками, систем обработки данных. Микросхемы серии К589 выполнены на ТТЛ-схемах с диодами Шоттки (ТТЛШ). Микропроцессорный набор совместим со всеми серийными ТТЛ-схемами, имеет напряжение питания $5В \pm 5\%$ и предназначен для работы в диапазоне температур от -10 до $+70^\circ\text{C}$.

В комплект БИС входят:

- К589ИК01 – блок микропрограммного управления (БМУ);
- К589ИК02 – центральный процессорный элемент (ЦПЭ);
- К589ИК03 – схема ускоренного переноса (СУП);
- К589ИР12 – многорежимный буферный регистр (МБР);
- К589ИК14 – блок приоритетного прерывания (БПП);
- К589АП16 – шинный формирователь (ШФ);
- К589АП26 – шинный формирователь с инверсией (ШФИ);

Микросхемы оформлены в пластмассовых корпусах (ГОСТ 17467–72) с двухрядным вертикальным расположением выводов.

К 589 ИК 01

К589ИК01. Блок микропрограммного управления определяет последовательность выборки команд из микропрограммного ЗУ, построенного на ОЗУ, ПЗУ или ППЗУ, управляет данными переноса-сдвига в прямом и обратном направлениях из ЦПЭ и совместно с блоком приоритетного прерывания обеспечивает возможность обработки прерывания.

БМУ содержит 9-разрядный регистр адреса микрокоманд (общее количество микрокоманд – 512), предназначенный для управления последовательностью выборки микрокоманд из памяти БМУ, 4-разрядный регистр кода команд для декодирования и проверки данных, поступающих с нескольких входных магистралей. Три фланговых регистра, также входящих в БМУ, используются для организации условных переходов по признакам, вырабатываемым ЦПЭ или любым другим устройством, для хранения и последующей выдачи этих признаков.

К 589 ИК 02

К589ИК02. Центральный процессорный элемент представляет собой двухрядную процессорную секцию и обладает следующими функциональными возможностями: выполняет арифметические операции в двоичном дополнительном коде; логические функции И, ИЛИ, НЕ и исключающее ИЛИ; положительное и отрицательное приращение; сдвиг влево и вправо; проверку слова, части слова или одного разряда на "0"; вырабатывает сигналы ускоренного переноса.

ЦПЭ содержит арифметическо-логическое устройство, 11 регистров общего назначения и один накопительный регистр, независимый регистр адреса ЗУ, одноканальную схему синхронизации.

Информация от внешних источников (основное ЗУ) поступает в ЦПЭ по одной из трех отдельных входных шин. Данные, выдаваемые ЦПЭ во внешние устройства, передаются по одной из двух выходных шин, имеющих выходные буферные устройства с

тремя устойчивыми состояниями.

Семиразрядная шина микроинструкций управляет работой самого ЦПЭ, выбирая операнды и операции, которые должны выполняться. Общее количество микрокоманд 40, время выполнения одной микрокоманды 100 нс.

Для построения центрального процессора с длиной слова N необходимо соединить между собой $N/2$ элементов ЦПЭ.

К 589 ИК 03

К589ИК03. Схема ускоренного переноса используется для формирования групповых переносов при совместном использовании с ЦПЭ или любой другой схемой, имеющей выходы предварительного просмотра переноса. СУП имеет 17 информационных входов, восемь информационных выходов и один управляющий вход и позволяет организовать 16-разрядный сумматор на ЦПЭ или 32-разрядный на арифметическо-логических схемах, имеющих 4 разряда.

К 589 ИР 12

К589ИР12. Многорежимный буферный регистр является универсальным 8-разрядным регистром с тремя устойчивыми состояниями. Он имеет встроенную селективную логику и независимый триггер для формирования запроса на прерывание центрального процессора. Один или несколько МБР могут быть использованы для реализации многих типов интерфейсных и вспомогательных устройств, включая простые регистры данных; буферные регистры со стробированием данных; мультиплексоры; двунаправленные шинные формирователи; прерываемые каналы ввода-вывода и др.

К 589 ИК 14

К589ИК14. Блок приоритетного прерывания позволяет прерывать выполняемую задачу. С помощью внешних сигналов — запросов на прерывание можно останавливать выполнение текущей задачи, запоминать состояние и переходить к выполнению

новой задачи. Обычно БПП стробируется (опрашивается) в конце выполнения каждой команды и, если он принимает запрос на прерывание, БМУ переходит к обработке этой операции.

БПП принимает асинхронный строб прерывания из блока микропрограммного управления или один бит из памяти микрокоманд и вырабатывает синхронное подтверждение и вектор прерывания, который может быть направлен в БМУ или центральный процессор (массив ЦПЭ) для однозначной идентификации источника прерывания.

Число приоритетных уровней прерывания может быть увеличено при использовании нескольких устройств БПП.

В состав БПП входят 8-разрядный регистр для запросов на прерывание с шифратором; 3-разрядный регистр текущего приоритета; 3-разрядное кодирующее устройство приоритета с открытыми коллекторными выходами; 8-уровневое устройство сравнения приоритетов.

К 589 АП 16

К 589 АП 26

К589АП16, К589АП26. Микросхемы К589АП16, К589АП26 являются параллельными двунаправленными формирователями сигналов для управления магистралями (шинами) в цифровых вычислительных устройствах и представляют собой 4-канальные коммутаторы, имеющие в каждом канале одну шину для приема информации, одну для выдачи и одну двунаправленную шину для приема и выдачи. В ШФ информация проходит без изменений, а в ШФИ — с инверсией.

Обозначение параметра	К589ИК01	К589ИК02	К589ИК03	К589ИР12	К589ИК14	К589АП16, К589АП26
$I_{\text{пот}}$, мА	170	145	95	90	90	95
$I_{\text{вх}}$, мА	0,50	1,5	0,5	0,75	0,25	0,25
$I_{\text{вх}}^2$, мкА	80	60	40	30	40	40
$I_{\text{вых1}}$, мкА	100	100	100	100	—	20
$I_{\text{вых2}}$, мкА	100	—	—	—	100	20
$I_{\text{вых3}}$, В	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$I_{\text{вых4}}$, В	2,4	2,4	2,4	3,65	2,4	3,65
$t_{\text{з.р.}}$, нс	85	100	10	30	80	30
Тип корпуса	230.40-1	247.28-1	247.28-1	239.24-2	239.24-2	238.16-2
Число выводов	40	28	28	24	24	16

Статья поступила 25 декабря 1977 г.

А. А. Васенков,
Б. М. Малашевич, В. А. Шахнов

МИКРОПРОЦЕССОРЫ И ПРОБЛЕМА ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ И СОЗДАТЕЛЯМИ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Разработка комплексных целевых программ как основы вертикальной, межотраслевой кооперации при создании унифицированных БИС и других ИЭТ является одним из решений проблемы взаимоотношений между потребителями и создателями ИЭТ.

УДК 681.325.023-181.48

Появление микропроцессорных и других интегральных схем с высокой степенью интеграции (БИС) явилось революционным этапом в развитии средств вычислительной техники и радиоэлектронной аппаратуры. Это объясняется прежде всего двумя факторами: качественным улучшением характеристик средств ВТ и РЭА в результате применения БИС при их построении (уменьшением габаритов, массы, энергопотребления, возможно встраивания средства управления практически в любую аппаратуру) и расширением области применения ВТ и РЭА, т.е. возможностью использования средств ВТ и РЭА в областях, в которых ранее они не применялись.

Яркой иллюстрацией стремительного развития вычислительной техники являются ЭВМ. Основные характеристики современных ЭВМ, построенных, например, на интегральных схемах серии типа К-587, улучшились по сравнению с характеристиками первых ламповых ЭВМ на несколько порядков. В настоящее время ЭВМ — это легкий, надежно работающий, относительно недорогой блок, который может быть встроен непосредственно в аппаратуру любого объекта и эксплуатироваться в любых условиях практически без участия человека.

Однако успехи микроэлектроники привели не только к резкому улучшению характеристик средств ВТ и РЭА, но и к коренному изменению взаимоотношений между создателями и потребителями микропроцессоров и других БИС, т.е. между предприятиями электронной и аппаратуростроительных отраслей промышленности.

Рассмотрим для иллюстрации процесс создания гипотетической малой ЭВМ на разных этапах развития изделий электронной техники (см. таблицу). Штриховкой выделены конструктивные уровни ЭВМ, выполняемые на предприятиях электронной промышленности, незашифрованная область — продукция предприятий аппаратуростроения. С ростом степени интеграции ИЭТ возрастает функциональное содержание каждого конструктивного уровня. Так, если на этапе применения дискретных ИЭТ на ячейке размещались только один или несколько логических элементов, то на этапе применения БИС — уже вся ЭВМ. Следовательно, при сохранении установившихся взаимоотношений между потребителями и создателями ИЭТ вклад аппаратуростроительных предприятий в непосредственное создание ЭВМ неуклонно снижается и в недалеком будущем, с появлением сверхбольших интегральных схем (СБИС), когда станет возможным построение ЭВМ в одном кристалле, снизится до минимума, т.е. складывается ситуация, когда ЭВМ начинают делать специалисты по микроэлектронике.

Для обеспечения разработки, производства и испытаний БИС предприятия электронной промышленности вынуждены решать новые, не свойственные им проблемы, ранее решавшиеся предприятиями аппаратуростроения. Так, например, разработка БИС в связи с ее высокой сложностью, стала возможной только с применением средств автоматизации проектирования, поскольку этап настройки аппаратуры, имевший место при ее построении на основе дискретных ИЭТ и микросхем с малой степенью интеграции и обеспечивавший возможность выявления и исправления всех ошибок разработчика и конструктора, потерял смысл при разработке БИС — изменить что-либо в кристалле невозможно. Следовательно, появилась необходимость в создании мощных систем машинного проектирования с развитой периферией, обладающих производительностью несколько сотен тысяч операций в секунду и большой памятью.

Не меньше проблем возникает и при создании технологического оборудования. Современная тех-

Реализация конструктивной иерархии различных поколений мини-ЭВМ

Изделия электронной техники	Конструктивно-функциональные уровни ЭВМ				ЭВМ
	Электронный прибор	Логический элемент	Функциональный узел	Функциональное устройство	
Электровакuumные приборы	Электронная лампа	Ячейка	Блок	Стойка	Комплекс
Полупроводниковые приборы	Транзистор Диод	Ячейка	Блок	Стойка	Комплекс
ИС		ИС	Ячейка	Блок	Стойка
СИС			СИС	Ячейка	Блок
БИС				БИС	Ячейка
СБИС					СБИС

нология изготовления ИС вплотную подошла к созданию БИС, содержащих до $4 \cdot 10^7$ координатных точек на кристалле площадью 40–50 мм². Для реализации таких схем необходимо обеспечить получение ширины линии 0,5–0,7 мкм, что невозможно при использовании традиционных методов и оборудования. Следовательно, необходимо создание нового сложного оборудования (например, электронно-лучевого).

Ни одна другая отрасль промышленности не требует такой высокой чистоты исходных материалов, как микроэлектроника. Так, для полупроводниковых пластин допускается дефектность не хуже 1 дефекта на 1 см², причем дефекты рассматриваются на молекулярном и атомарном уровне.

Большое количество проблем связано с созданием контрольно-измерительной аппаратуры. Сложность БИС достигла такого уровня, когда полный параметрический или функциональный контроль становится невозможным из-за большого его объема. Например, для полного функционального контроля микропроцессорной БИС требуется 2^{2^a} тестов, где a – разрядность, b – количество микрокоманд микропроцессора. Так, для проверки схемы К587ИК2 требуется 2^{552} тестов. Выходом из сложившейся ситуации является частичный функциональный контроль. Его практическая реализация требует сложных систем для разработки приемлемых по объему и качеству проверки БИС тестов, для непосредственного выполнения тестового контроля. По объему аппаратуры и математического обеспечения такую систему можно сравнить с ЭВМ ЕС 1030, но с более высоким быстродействием.

Итак, с ростом степени интеграции в микроэлектронике предприятия электронной промышленности, занимающиеся проектированием и производством изделий ВТ и РЭА, вынуждены наращивать темпы разработки и производства сложной прецизионной технологической и контрольно-измерительной аппаратуры, адекватной целым системам, что отвлекает очень крупные силы, сдерживает темпы развития микроэлектроники и приводит к еще большему нарушению специализации разработчиков изделий электронной техники и РЭА.

Время и события требуют диалектического изменения исторически сложившихся отношений между предприятиями электронной и аппаратuroстроительных отраслей промышленности.

Одно из решений этой проблемы – широкая горизонтальная и вертикальная кооперация заинтересованных предприятий заказчиков и исполнителей, осуществляемая на основе двухуровневого комплексно-целевого планирования. При таком подходе сохраняется специализация предприятий и отраслей промышленности, оптимизируется номенклатура ИЭТ на основе их унификации, соз-

даются предпосылки для унификации аппаратуры ВТ и РЭА, оптимизируется распределение ресурсов предприятий и отраслей промышленности, сокращаются сроки разработки и освоения в производстве ИЭТ и изделий ВТ и РЭА и т.д.

Прежде чем перейти к рассмотрению сущности двухуровневой кооперации и принципов построения комплексно-целевых программ (КЦП), необходимо провести некоторую классификацию ИЭТ по степени их применения в различных изделиях ВТ и РЭА. Подавляющая часть ИЭТ может быть использована для построения широкого круга изделий ВТ и РЭА. Такие ИЭТ называются *унифицированными*. Другие могут быть использованы для построения только определенного класса изделий. Назовем их *ориентированными*. При проектировании некоторых изделий ВТ и РЭА может возникнуть необходимость создания ИЭТ, применимого только в данном изделии или в нескольких однотипных изделиях. Такие ИЭТ назовем *заказными*.

Для разработки номенклатуры унифицированных ИЭТ головные предприятия электронной промышленности на основе изучения заявок аппаратuroстроителей и областей применения определяют номенклатуру унифицированных ИЭТ в виде перечней развиваемых ИЭТ. Для оптимизации распределения ресурсов предприятий электронной промышленности и координации разработок с целью обеспечения полноты номенклатуры разрабатываемых ИЭТ, с одной стороны, и исключения возможности неоправданных параллельных разработок, с другой стороны, служит горизонтальная кооперация, основанная на отраслевых комплексно-целевых программах (ОКЦП). ОКЦП формируются по классам ИЭТ на длительный срок (3–5 лет и более) и включают в себя все работы по созданию перспективных ИЭТ определенного класса, например по микропроцессорам, схемам памяти, логическим схемам и т.д. Соответствующие разделы перечней развиваемых ИЭТ являются основой ОКЦП. Планирование разработок на основе ОКЦП обеспечивает возможность оптимального распределения работ между предприятиями отрасли с учетом их специализации, наличия ресурсов и специалистов и тем самым позволяет гарантировать выполнение работ на высоком уровне и в кратчайшие сроки. Таким образом осуществляется горизонтальная, внутриотраслевая кооперация.

Появление микропроцессоров и других БИС остро поставило вопрос о вертикальной, межотраслевой кооперации, т.е. об участии потребителей в создании унифицированных БИС и других ИЭТ, так как сложность БИС возрастает, их разработка требует все более сложного оборудования и аппаратуры, т.е. решения таких проблем, которые не под силу предприятиям электронной промышленности. Форма и доля этого участия могут быть оп-

ределены при согласовании ОКЦП со всеми заинтересованными сторонами, в том числе с потребителями. Например, при создании БИС потребитель может принять участие в разработке и поставке технологического, оптического, электронно-лучевого и другого оборудования, контрольно-измерительной и тестовой аппаратуры, материалов, разработке программного обеспечения, систем машинного проектирования и технических средств для них, особенно периферийных устройств и т.д.

Однако основой вертикальной кооперации должны явиться аппаратурно-ориентированные комплексные целевые программы (АКЦП). Они формируются организациями аппаратuroстроительных отраслей совместно с организациями электронной промышленности и содержат весь комплекс работ, необходимых для построения определенного класса изделий ВТ и РЭА, в том числе и работы по созданию ИЭТ. АКЦП также согласовываются со всеми заинтересованными сторонами и определяют форму и долю участия заказчика в создании унифицированных БИС (порядок создания ориентированных и заказных БИС будет рассмотрен ниже). Таким образом, благодаря широкому участию большого количества предприятий различных отраслей в едином комплексе работ, скоординированном на основе взаимосогласованных ОКЦП и АКЦП, обеспечивается возможность создания унифицированных БИС в кратчайшие сроки и на высоком уровне.

Следует особо остановиться на проблеме создания ориентированных и заказных БИС. В этом случае заказчику, т.е. аппаратuroстроительной организации, отводится еще большая роль. Ориентированные, а тем более заказные БИС отражают специфику конкретного потребителя. По существу они являются частью аппаратуры узкого назначения, реализованной в виде БИС. В связи с этим взаимоотношения заказчика с исполнителем могут строиться по схеме, принятой в большинстве аппаратuroстроительных организаций для регламентации совместных работ разработчиков (схемотехников) и конструкторов. Построенная по этому принципу схема взаимоотношений заказчика и исполнителя приведена на рисунке.

Разработка и согласование технических требований (ТТ) на заказную БИС (для краткости и ориентированные, и заказные БИС будем называть заказными, так как порядок их разработки одинаков) выполняется совместно заказчиком и исполнителем, но основную работу при этом выполняет заказчик. Исполнитель помогает заказчику выбрать соответствующую технологию и определяет возможность реализации требований заказчика в виде БИС.

Так как технический уровень изделия прежде всего определяется архитектурными и схемотехнически-

ми решениями аппаратуры, разработка карты технического уровня (КУ), необходимой для определения целесообразности разработки изделия и перспектив его применения, является задачей заказчика. Всю необходимую для этого информацию со стороны исполнителя заказчик получит при разработке ТТ.

Разработка архитектурных и структурных решений в построении изделия должна выполняться также заказчиком. Исполнитель принципиально не может выполнить этих работ, так как он не знаком с конкретной аппаратурой, частью которой должна являться БИС, к тому же у него нет для этого соответствующих специалистов и опыта в разработке специализированной аппаратуры.

Перед исполнителем же стоят задачи, свойственные его специализации, которые кроме него никто не сможет выполнить. Одной из главных задач является разработка базовой технологии,

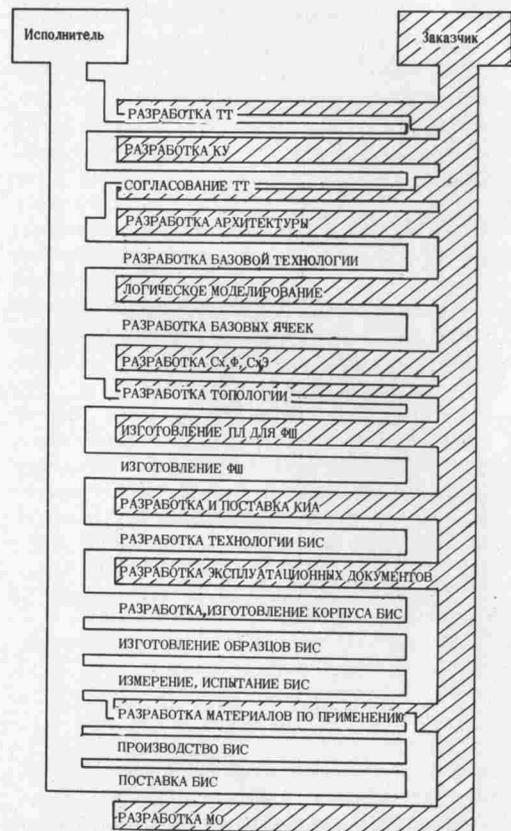


Схема взаимоотношений между заказчиком и исполнителем ИС высокой функциональной сложности

которая существенно изменяется с изменением степени интеграции микросхем и многих других факторов. На этапе разработки базовой технологии исполнитель изготавливает тестовые структуры, на которых отрабатываются как технологический процесс, так и базовые ячейки и другие параметры, необходимые для разработки топологии БИС.

Одновременно заказчик осуществляет логическое моделирование (на ЭВМ) как БИС, так и изделия на ее основе, после чего разрабатывает схемотехническую документацию.

Одним из основных этапов в создании ИС с высоким уровнем интеграции является разработка топологии, к которой приступают после отработки базовой технологии и отладки при помощи средств машинного проектирования функциональных (Сх.Ф) и электрических схем (Сх.Э). Следует отметить, что из-за высокой сложности БИС разработка схемотехнической документации и топологии ручным способом практически невозможна. Однако, если средствами машинного проектирования схемотехнической документации заказчик на настоящем этапе развития техники не может не располагать, то аналогичных средств для разработки топологии у него, как правило, нет. Учитывая большое количество потенциальных заказчиков и незначительное количество заказных БИС, разрабатываемых каждым из них, снабжать их такими средствами нецелесообразно. Эффективнее обеспечить мощными средствами машинного проектирования топологии предприятия электронной промышленности, которые будут их использовать при разработке как заказных, так и унифицированных БИС. Однако разработка топологии без участия разработчика схемы изделия практически невозможна. Следовательно, необходимо участие в этой работе обеих сторон, что и отражено на рисунке. Указанное распределение работ по разработке топологии не распространяется на случай, когда разрабатывающее предприятие предлагает собственную идеологию комплектов микросхем, или когда характер разрабатываемых ими средств ВТ и РЭА требует большого количества заказных БИС. Такие предприятия должны разрабатывать топологию самостоятельно. Обязанность исполнителя — снабжать его всей необходимой информацией, определяемой принятой базовой технологией.

Результатом проектирования топологии является перфолента (ПЛ) для изготовления фотомаски (ФМ). Изготовление фотомаски — один из важнейших этапов в создании БИС, требующий прецизионного оборудования и высокого качества исходных материалов.

Заказчик должен обеспечить возможность измерений параметров и тестовой проверки работоспособности БИС. Это может быть достигнуто дву-

мя способами. Либо при разработке БИС заказчик обеспечивает возможность ее проверки на стандартной измерительной и тестовой аппаратуре, имеющейся у исполнителя, либо, если ему это не удастся, то он, учитывая специализацию предприятий заказчика и исполнителя, должен решить проблему разработки, изготовления и обеспечения исполнителя тестовой и метрологической аппаратурой в количестве, необходимом для серийного производства микросхем.

Базовая технология определяет общие характеристики процесса изготовления БИС. Для изготовления конкретной БИС требуется его уточнение, т.е. разработка конкретного процесса, осуществляемая исполнителем.

Учитывая специальный характер заказных БИС, следует предусмотреть, что в некоторых случаях исполнитель должен сам разрабатывать и осваивать производство соответствующих корпусов для них.

Изготовление БИС, их контроль, испытания и освоение в серийном производстве осуществляются исполнителем.

Поскольку основным разработчиком БИС, ее архитектуры, структуры и схемотехники, является заказчик, наверное, более целесообразно возложить на него разработку всех эксплуатационных документов и материалов по применению микросхем. Однако ряд требований и рекомендаций, например требования к условиям эксплуатации, заказчик не может сформулировать без участия исполнителя. Поэтому разработка материалов по применению (см. рисунок) является совместной работой, хотя основным ее исполнителем является заказчик.

В некоторых случаях разработке микросхемы сопутствует разработка математического обеспечения (МО). Так как в МО реализуются некоторые черты архитектурных принципов построения изделия, разработку МО желательно возложить полностью на заказчика.

Рассмотренная схема носит очень обобщенный характер, в каждом конкретном случае она должна уточняться. Например, может оказаться целесообразным участие исполнителя в разработке эксплуатационных документов, а заказчика — в измерениях и испытаниях. Однако основные принципы распределения обязанностей должны сохраняться.

В заключение следует остановиться на особенностях подачи заявок на разработку БИС. Заявки принимаются головной в электронной промышленности организацией. К рассмотрению принимаются только сводные заявки, отражающие общую потребность отрасли после проведения работы по внутриотраслевой унификации ИЭТ. В нее могут быть включены предложения по разра-

ботке как унифицированных, так и неунифицированных ИЭТ. Предложения должны быть снабжены исчерпывающим технико-экономическим обоснованием целесообразности разработки унифицированных ИЭТ, а для заказных ИЭТ — невозможности применения вместо них унифицированных изделий. Кроме того, к заявке должны быть приложены основные характеристики предлагаемых к разработке изделий (функциональные, временные, электрические, конструктивные и т.п.) и потребность в изделиях по годам на определенный период времени.

Таким образом, в результате развития микроэлектроники устанавливаются принципиально новые взаимоотношения между разработчиками ИЭТ и средств ВТ и РЭА. Поставщик и потребитель стандартных изделий из независимых сторон превращаются в тесно сотрудничающие. Практика показывает, что такой подход полностью себя оправдывает, позволяет концентрировать силы и средства различных отраслей промышленности на решении общей задачи развития народного хозяйства.

Статья поступила 21 декабря 1977 г

Б. М. Малашевич, В. А. Шахнов

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРОВ И МИКРО-ЭВМ

Обоснована необходимость разработки комплексной системы стандартов, определяющих основные стороны разработки, производства и эксплуатации средств вычислительной техники и РЭА на базе микропроцессорных БИС.

УДК 681.325.023—181.48

Появление БИС и микропроцессорных наборов, характеризующихся большой степенью интеграции и высокой функциональной сложностью, изменило не только конструкцию изделий ВТ и РЭА, но и характер требований, предъявляемых к разработчику ВТ и РЭА, привело к совмещению функций ранее независимых друг от друга участников создания изделий вычислительной техники и радиоэлектронной аппаратуры. Все это заставило по-новому

рассматривать проблему стандартизации и унификации.

Ранее роль разработчика изделий электронной техники сводилась к созданию полупроводниковых приборов или логических элементов, т.е. элементной базы для различных классов изделий ВТ и РЭА. Поскольку проблему ограничения номенклатуры ИЭТ и обеспечения коммерчески выгодного объема их производства невозможно было решить без стандартизации и унификации ИЭТ, первыми к решению проблемы стандартизации и унификации подошли создатели ИЭТ.

В области ВТ и РЭА идеи стандартизации и унификации проникали значительно медленнее и, как правило, приобретали реальную основу уже после разработки того или иного вида изделия. Необходимость унификации и стандартизации появлялась прежде всего для тех изделий, трудоемкость и спрос на которые обеспечивали возможность массового производства.

Утверждение идей стандартизации и унификации и рост их роли можно проследить на примере развития ВТ.

На первом этапе (ЭВМ первого и второго поколений) вопрос о стандартизации и унификации технических и программных средств ВТ практически не ставился из-за новизны этой области техники, сложности, высокой стоимости и, как следствие, сравнительно малых объемов производства, разрабатываемых вычислительных средств. Предприятиями и фирмами создавались оригинальные, не совместимые друг с другом ЭВМ с собственным математическим обеспечением и парком внешних устройств. Однако на этом этапе уже унифицировались составные части изделий ВТ (например, на уровне ячеек). Таким образом, производство изделий ВТ на этом этапе можно рассматривать как единичное на уровне ЭВМ и как массовое на уровне ячеек.

На втором этапе (ЭВМ второго и третьего поколений) создаются семейства модульных программно и аппаратно совместимых ЭВМ с широким спектром основных характеристик и парком унифицированных внешних устройств. При этом с успехом используется отработанная на первом этапе унификация ячеек. Возникает потребность в стандартизации конструкторских решений всех технических средств семейств ЭВМ. Потребовалась стандартизация междумодульных соединений по электрическим, информационным, конструктивным и другим характеристикам, а также математического обеспечения. Иными словами, встала новая проблема стандартизации и унификации в

области ВТ. Сфера действия стандартизации выходит за рамки предприятия или фирмы, в некоторых случаях даже за рамки государства (ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ), но еще не принимает массового характера в области ВТ и РЭА, не затрагивает области ИЭТ.

Положение коренным образом меняется на третьем этапе. Микро-ЭВМ становится общедоступным управляющим средством. Это в свою очередь породило проблему широкой, всеобъемлющей стандартизации и унификации всех видов изделий ВТ и РЭА по конструктивным, электрическим и информационным характеристикам. Исчезла граница между проблемами стандартизации и унификации ИЭТ, ВТ и РЭА. Таким образом, на повестку дня стала проблема комплексной стандартизации и унификации.

Однако, несмотря на важность и актуальность этой проблемы, она еще не получила должного решения. На несущие конструкции электронной измерительной аппаратуры, к примеру, действуют 9 государственных и более 100 отраслевых стандартов. Кроме того, существует множество несущих конструкций, стандартизованных в рамках предприятий или вообще не стандартизованных. Разнообразие конструктивных решений может привести к несовместимости электронной аппаратуры, выпускаемой различными предприятиями и ведомствами, к несовместимости зачастую однородных изделий ВТ и РЭА, что исключает возможность кооперации между ними.

Важность и актуальность проблемы стандартизации и унификации средств ВТ и РЭА привели к развертыванию работ в этом направлении в самом широком масштабе, на различных уровнях: международном, региональном, национальном, отраслевом и фирменном.

Большинство стран разрабатывает свои национальные стандарты с учетом рекомендаций международной организации по стандартизации (ИСО). Страны социалистического содружества, в том числе СССР, участвуют в работе организаций ИСО и используют их рекомендации.

Примерами региональной стандартизации могут служить системы нормативно-технической документации ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ, действующие в странах СЭВ. В рамках СЭВ создана "Межправительственная комиссия по сотрудничеству социалистических стран в области вычислительной техники" (МПК по ВТ), при которой образована "Временная рабочая группа по стандартизации" (ВРГС). Задачей ВРГС и является комплексное решение проблемы стандартизации и унификации вычисли-

тельных средств в рамках СЭВ. План ВРГС предусматривает разработку около 80 стандартов СЭВ (СТ СЭВ) и методических материалов (ММ СЭВ), причем по заключенной конвенции методические материалы имеют рекомендательный характер, в то время как стандарты обязательны для прямого выполнения во всех подписавших конвенцию странах.

Разработка системы стандартов на региональном уровне в рамках СЭВ требует пересмотра национальных и отраслевых стандартов, что и без того является актуальной задачей, так как все существующие государственные и отраслевые стандарты создавались на втором этапе развития стандартизации и унификации средств ВТ и не могут быть в чистом виде применимы для создания комплексной системы стандартизации и унификации средств ВТ и РЭА.

Применение микро-ЭВМ может быть эффективным только при соблюдении ряда условий:

- невысокой стоимости (достигается путем массового производства как самих ЭВМ, так и составляющих их элементов, т.е. стандартизации и унификации ИЭТ и ЭВМ);

- наличия возможности без доработок простым соединением компоновать их в различные системы (обеспечивается стандартизацией единой конструктивной системы для различных классов средств ВТ и РЭА, межмодульных средств сопряжения по электрическим, информационным и конструктивным параметрам, математического обеспечения);

- наличия широкого спектра стандартных модулей разнообразных технических и программных средств ВТ и РЭА (выполнение этого условия требует самой широкой кооперации в отраслевом, государственном и международном масштабе).

Модули технических средств можно разделить на четыре основные группы:

- процессор, ОЗУ, ПЗУ, ППЗУ и т.д.;
- внешние устройства общего применения;
- внешние устройства связи с объектом;
- аппаратура объекта.

Первые три группы составляют универсальный набор стандартных модулей, из которых можно построить вычислительную или управляющую систему произвольной конфигурации. Модули этих групп предназначены для массового применения и, следовательно, должны быть стандартными не только их внешние характеристики, но и характеристики их составных частей, тогда как для аппаратуры объекта важна в первую очередь стандартизация выходных и входных параметров и, в разумных пределах, конструктивных решений.

Различным пользователям требуются ЭВМ, отличающиеся как физическими, так и функциональными характеристиками. Требование стандартизации и унификации в этом случае предписывает единственный путь, который заключается в создании двумерного семейства ЭВМ — такого ряда совместимых ЭВМ, отличающихся функциональными характеристиками, в котором каждая модель имеет несколько модификаций, в зависимости от физических характеристик, определяемых условиями эксплуатации. Реализация такого подхода требует всесторонней стандартизации не только технических, но и программных средств.

Применение ВУ может быть эффективным лишь при стандартизации формы представления информации, носителей информации, интерфейсов, конструкции и т.п. Характерной особенностью таких устройств является то, что требования к их основным параметрам мало зависят от параметров ЭВМ — это обеспечивает возможность широкой унификации ВУ. Однако надо учитывать исторически сложившееся различие интерфейсов различных групп ЭВМ. Так, системы ЕС ЭВМ, СМ ЭВМ и АСВТ-М имеют три типа системных интерфейсов, что не позволяет применять для них полностью идентичные ВУ. В то же время наиболее сложными и дорогими в них являются исполнительные электромеханические узлы. Проблема их унификации может быть решена путем введения стандартных малых интерфейсов. При этом в состав непосредственно ВУ вводится минимальное количество электронной аппаратуры, обеспечивающее лишь преобразование электрических сигналов к стандартизованному в малом интерфейсе виду. Организация управления работой ВУ и его сопряжение с системным интерфейсом возлагаются на контроллер, также унифицированный. Такой подход обеспечивает возможность использования единого парка ВУ для различных ЭВМ за счет применения ограниченного количества типов контроллеров.

В системах управления или контроля физических объектов применяются внешние устройства связи с объектом. К ним относятся преобразователи кодов, аналого-цифровые, цифроаналоговые преобразователи, коммутаторы сигналов, генераторы, регистры, счетчики и тому подобные модули, а также контроллеры для управления их работой. ВУ этого класса создаются, как правило, либо в виде комплекта устройств для ЭВМ или системы ЭВМ, либо как система программно-управляемых модулей, например, таких, как КАМАК*. Система

КАМАК является хорошим примером практической реализации идей комплексной стандартизации и унификации и обеспечивает возможность широкой, даже международной кооперации в создании средств ВТ и РЭА.

Наиболее трудно поддается стандартизации и унификации аппаратура объекта. Однако в этом случае целесообразно стандартизировать основные конструктивные решения, а также форму и параметры телеметрической информации. Это позволит стандартизировать датчики и исполнительные органы, а следовательно, приведет к сокращению номенклатуры ВУ сопряжения с объектом. С появлением микропроцессоров и микро-ЭВМ возникла необходимость разработки опережающей комплексной системы стандартизации и унификации средств ВТ и РЭА. Суть опережающей стандартизации заключается в том, что нормализуются не результаты многолетней работы в определенной области техники, как это было раньше, а исходные предпосылки. Это облегчает процесс разработки и, ограничивая "производ" разработчика, обеспечивает возможность реализации системного подхода к проектированию ИЭТ, ВТ и РЭА, позволяет решить проблему комплексной унификации.

До сих пор имеющая место практика отслеживающей стандартизации по результатам разработок не оправдывает себя, так как не обеспечивает единства действий разработчиков на начальных этапах развития новых областей техники. Она в принципе исключает возможность широкой унификации, поскольку ее реализация требует отказа от всех исторически сложившихся направлений в данной области техники и приводит к неоправданным затратам творческих сил, времени и средств, мелкосерийности и большой номенклатуре однотипных несовместимых изделий.

Комплексная система стандартизации и унификации ИЭТ, ВТ и РЭА должна учесть все достижения предыдущих этапов стандартизации, нормализовать все стороны и этапы создания и эксплуатации ИЭТ, ВТ и РЭА.

Типовая комплексная система опережающих стандартов состоит из нескольких подсистем стандартизации:

- организационно-распорядительных документов;
- требований к документам;
- конструкторских и технологических норм;
- технологических процессов;
- требований к материалам и полуфабрикатам;
- требований к технологическому оборудованию;

* Мячев А.А., Дименов Е.Н. Система КАМАК. Устройства сопряжения КАМАК с малыми ЭВМ. М., ЦНИИТЭИ, 1976.

- характеристик, параметров и требований к техническим и программным средствам ИЭТ, ВТ и РЭА;
- методов и средств автоматического проектирования ИЭТ, ВТ и РЭА;
- методов и средств контроля качества технических и программных средств;
- методов применения технических и программных средств.

Подсистема стандартизации организационно-распорядительных документов объединяет все нормативно-технические документы (НТД), определяющие организационный порядок всех этапов создания ИЭТ, ВТ и РЭА, а также номенклатуру, порядок построения, изложения и оформления всех необходимых для этого организационных, планово-экономических и других документов. Например, в этой подсистеме должны быть НТД, нормализующие порядок открытия, выполнения и сдачи тем, согласования ТЗ, ТУ и т.п., регламентирующие взаимоотношения заказчика, исполнителя и соисполнителей и т.д.

Подсистема стандартизации требований к документам включает три группы НТД, определяющие порядок построения, изложения и оформления конструкторских, технологических документов и документов программного обеспечения. Первые две группы устанавливаются едиными системами конструкторских и технологических документов (ЕСКД и ЕСТД). В настоящее время ведется работа по созданию единой системы программных документов (ЕСПД).

Подсистема стандартизации конструкторских и технологических норм достаточно хорошо проработана для аппаратuroстроительных отраслей, где конструкторские и технологические нормы имеют достаточно стабильный характер. Совершенно иная ситуация сложилась в микроэлектронике, где развитие технологии идет столь быстрыми темпами, что стандартизация конструкторских и технологических норм затруднительна.

Подсистема стандартизации технологических процессов включает НТД, однозначно регламентирующие все технологические процессы, применяемые в серийном производстве.

Актуальность *подсистемы стандартизации требований к материалам и полуфабрикатам* бесспорна, так как от качества исходных материалов зависит качество продукции, в особенности в полупроводниковом производстве.

Наличие *подсистемы стандартизации требований к технологическому оборудованию* позволит провести унификацию технологического оборудования и тем самым снизить его номенклатуру и повысить качество как оборудования, так и продукции.

Подсистема стандартизации характеристик, параметров и требований к техническим и программным средствам ИЭТ, ВТ и РЭА — это основная подсистема документов, направленных непосредственно на стандартизацию и унификацию средств ВТ и РЭА. Она должна содержать НТД, обеспечивающие программную, информационную, электрическую и конструктивную совместимость всех изделий ВТ и РЭА. С этой целью следует заменить массу разрозненных НТД на общую для всех подсистему.

Подсистема стандартизации методов и средств автоматического проектирования ИЭТ, ВТ и РЭА направлена на создание единых методов и средств автоматизации проектирования определенных классов ИЭТ, ВТ и РЭА. Проблема с точки зрения стандартизации требует глубокого изучения.

Подсистема стандартизации методов и средств контроля качества технических и программных средств предусматривает создание единых методов и средств контроля качества для определенных классов ИЭТ, ВТ и РЭА. В этой подсистеме могут быть использованы многие из существующих НТД, однако проблема требует также серьезного изучения, особенно для ИЭТ высокой степени интеграции.

Подсистема стандартизации методов применения технических и программных средств должна содержать ряд руководящих материалов по применению унифицированных средств ИЭТ, ВТ и РЭА, особенно актуальных в связи с неподготовленностью массового потребителя к применению микропроцессоров и микро-ЭВМ. Кроме того, наличие таких НТД обеспечит правильное применение унифицированных средств и тем самым повысит коэффициент их унификации.

Анализ состояния и перспектив проблемы стандартизации и унификации средств ВТ и РЭА показал единственный, по мнению авторов, путь ее решения — на основе комплексной системы стандартизации всех этапов их создания и применения.

РАЗРАБОТКА МИКРО-ЭВМ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А. И. Боровской,
В. Я. Кузнецов, В. П. Цветов

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УПРАВЛЯЮЩИЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5"

УДК 681.325.023-181.48

Модели микро-ЭВМ "Электроника С5-01" и "Электроника С5-11" построены на едином базовом наборе БИС, имеют общее математическое обеспечение, единую конструктивно-технологическую, производственную и измерительную базу.

Базовый набор БИС состоит из 11 типов схем, выполненных на p -канальных МОП-транзисторах: БИС процессора (2 типа), БИС памяти (3 типа), БИС ввода-вывода (6 типов).

В состав БИС процессора входят схема 8-разрядного арифметическо-логического устройства и микропрограммного управления, в состав БИС памяти — схема квазистатического ОЗУ емкостью 1024x1 бит, схема емкостью 64x8 бит для построения ОЗУ малых конфигураций микро-ЭВМ и схема ПЗУ емкостью 1024x8 бит для реализации памяти микрокоманд, стандартного резидентного математического обеспечения и целевых задач потребителей микро-ЭВМ. Комплект БИС ввода-вывода

Проблема разработки и организации серийного выпуска микропроцессоров и микро-ЭВМ является комплексной проблемой. Только объединение усилий большого числа специалистов в области полупроводниковой технологии, схемотехники, вычислительной техники, программирования, промышленного производства обеспечит создание и массовый выпуск микропроцессоров и микро-ЭВМ с требуемыми параметрами, а также низкую стоимость, высокий уровень надежности устройств — те основные качества, которые обуславливают их всестороннее применение практически во всех отраслях народного хозяйства. Решение этой проблемы одновременно с организацией серийного выпуска аппаратуры на базе микропроцессоров у потребителей позволит получить экономический эффект, который составит значительную долю экономии государственного бюджета.

составляет наибольшую часть базового набора БИС для микро-ЭВМ "Электроника С5", что в значительной степени определяет удобство применения микро-ЭВМ в системах управления и обработки информации. Он включает в себя БИС центрального управления для построения устройств управления вводом-выводом и дешифрации адресов; БИС цифровых каналов, обеспечивающую прием и выдачу 8-разрядного параллельного кода и построение схем прерывания микро-ЭВМ; БИС преобразования параллельного кода в последовательный и наоборот; БИС таймера для организации задержек и счета импульсов; БИС-автомат аналого-цифрового преобразования; БИС шинных усилителей с запоминанием информации.

Одно из главных достоинств микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" — малая стоимость, достигнутая благодаря сравнительно ограниченному по составу базовому набору БИС, реализующему разнообразные функции, удачному сочетанию аппаратных и программных средств обеспечения задач ввода-вывода информации, предоставляющему широкие возможности для взаимодействия целевых программ с внешней средой при достаточной (в большинстве случаев) скорости взаимодействия и без увеличения аппаратных затрат (номенклатуры БИС ввода-вывода).

Так, например, для легкости адаптации микро-ЭВМ к запросам конкретного пользователя на программном уровне реализована программа ввода-вывода (ПВВ) в виде виртуального процессора с универсальной системой команд. Она имеет два уровня. Побайтные операции осуществляются с по-

мощью канальной программы, операции, связанные с началом и окончанием обмена, а также с реакцией системы на особые ситуации — с помощью драйверной программы. Драйверная программа состоит из произвольного числа команд, среди которых могут быть команды обмена, команды работы с памятью ПВВ и другие. Целевая задача имеет возможность помимо основной драйверной программы задать аварийную, которая выполняется в случае сбоя. Команды обмена драйверной программы (команды обмена массивами информации) реализуются канальными программами, т.е. программами побайтной работы. В канальную программу могут входить команды обмена, организации циклов перекодировки и прочие.

Специфика каждого устройства отражена только в одном модуле-контроллере, поэтому для подключения нового устройства достаточно дописать его контроллер. В случае отсутствия возможности изготовления ПЗУ с новым контроллером предусмотрено подключение устройств непосредственно к драйверу без использования канального уровня. Взаимодействие с внешним устройством на физическом уровне осуществляется через плату интерфейса, входящую в состав микро-ЭВМ, или через цифровые регистры.

Такой подход при выборе схемно-программных решений на этапе создания структуры микро-ЭВМ позволяет в процессе ее производства сократить объем контрольных операций, снизить трудоемкость настройки элементов и всей машины в целом и, в конечном итоге, быстро достигнуть существенного роста ее серийного производства.

Оснащение микро-ЭВМ развитыми средствами автоматизации разработки целевых программ, поставленными на все широко распространенные отечественные универсальные ЭВМ (кросс-средствами), и снабжение многоплатных модификаций микро-ЭВМ отработанными диспетчерскими системами в значительной степени обеспечивают быстроту и качество разработки аппаратуры на основе микро-ЭВМ. Не удорожая поставки аппаратуры, кросс-средства дают в то же время разработчикам возможность параллельного проектирования программного и схемного обеспечения создаваемой аппаратуры. Кроме того, использование универсальных ЭВМ с их мощными средствами ввода, документирования и хранения отлаживаемой информации позволяет специалистам, создающим целевое программное обеспечение, получить хорошо отлаженные программы без использования какой-либо аппаратуры, а при выходе на стендовые проверки основное время уделить общесистемной отработке

выбранных алгоритмов и системных соглашений в условиях работы реальной или макетной аппаратуры.

Кросс-средства автоматизации программирования, моделирования и отладки программ микро-ЭВМ на универсальных вычислительных машинах имеют суммарный объем свыше 70 тыс. кодов. Основным языком автоматизации программирования является Автокод.

Резидентная часть математического обеспечения микро-ЭВМ "Электроника С5-01" содержит версии диспетчерской системы, выбор которых зависит от комплектации внешних устройств (ВУ). Диспетчерская система (ДС) обеспечивает реализацию типовых действий по организации работы вычислительных средств; режим мультипрограммирования и реального времени с целью достижения максимальной производительности; создание систем оптимального объема с требуемыми функциональными возможностями; максимальное использование структурных особенностей микро-ЭВМ для повышения эффективности и экономичности; совместимость отдельных версий ДС, позволяющую потребителю оставить неизменным целевое МО при получении более совершенных и мощных средств системного обеспечения.

Диспетчерская система состоит из отдельных функционально законченных блоков (модулей), для которых зафиксированы все информационные и логические связи. Это позволяет легко изменять их состав, компоновку системы нужной конфигурации путем корректировки соответствующих таблиц.

Минимальная конфигурация вычислительной системы на основе микро-ЭВМ может быть следующей: сама машина и телеграфный аппарат (ТА), реализующий ввод информации с клавиатуры или перфоленты и вывод на печать и перфорацию. Для управления работой этой системы создана телетайпная версия диспетчерской системы (ТВДС) объемом 1024 слова, предусматривающая возможность подключения мини-дисплея на 280 знаков и блока клавиатуры, которая обеспечивает режим мультипрограммирования и реального времени для прикладного программного обеспечения, средства удобного ввода и вывода информации и механизм редактирования информации, выдаваемой на ТА. Взаимодействие с ТВДС осуществляется с помощью набора макрокодов и макрокоманд, пользуясь которым, каждая задача, кроме нулевой, может заказать обмен с телеграфным аппаратом. Если при обращении к телетайпу он оказывается занятым, задача приостанавливается, ставится в очередь к ТА и возбуждается вновь после освобождения последнего.

Структура ТВДС позволяет достаточно просто расширить ее функциональные возможности.

Описанная вычислительная система широко используется при разработке малых и средних АСУТП, однопостовых контрольно-измерительных установок, а также в аппаратуре контроля и управления энергетическими параметрами и ряде других промышленных и лабораторных систем.

Для микро-ЭВМ, имеющей в своем составе более широкий набор ВУ, разработана ДС, обеспечивающая возможность решения до 7 групп задач (максимум 8 задач в каждой), обслуживания до 8 ВУ, управления 4 программными таймерами. Диспетчерская система построена в соответствии с принципами модульности, унифицированности, иерархичности, общности соглашений в виде открытой параметрически настраиваемой системы, адаптивной к изменяющимся требованиям пользователей. В состав ДС входят подсистема координации работ и подсистема диспетчерских директив и редактирования. Такие микро-ЭВМ становятся основой программных абонентских пунктов, телеавтоматизированных систем управления процессами, заменяя на нижнем уровне управления и передачи данных мини-ЭВМ.

Для повышения достоверности отладки программ перед заказом БИС ПЗУ необходимо провести окончательную отладку задач на микро-ЭВМ в комплексе с объектом управления. Отладочный комплекс особенно необходим для одноплатных конфигураций микро-ЭВМ, в которых не предусмотрены органы управления и индикации, средства ввода отлаживаемой программы и печать контрольных результатов. Отладочным комплексом для одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-11" является телетайпная конфигурация микро-ЭВМ "Электроника С5-01". Комплекс позволяет вести отладку задач и для микро-ЭВМ "Электроника С5-01" с объемом программ 1-5 тыс. слов. Для отладки задач большого объема созданы отладочные комплексы на основе микро-ЭВМ, связанной через специальное устройство с универсальной вычислительной машиной.

Дальнейшее совершенствование машин семейства "Электроника С5" проводится в следующих основных направлениях:

- совершенствование конструкции и повышение технологичности;
- увеличение функциональной мощности;
- повышение надежности;
- освоение новых технологических методов изготовления БИС, обеспечивающих повышение уровня интеграции элементов на кристалле и быстроты действия.

Разработан модернизированный вариант микро-ЭВМ "Электроника С5-01 - Электроника С5-02". Эта модель отличается более развитой системой управления вводом-выводом. В число внешних управляемых устройств дополнительно входят дисплей, аналого-цифровой преобразователь, считыватели с перфоленты, ленточные перфораторы. В новую модель включены 8 каналов 16-разрядных цифровых входов-выходов, увеличена в два раза емкость модуля ОЗУ, исключен проводной монтаж на платах, введена печатная кросс-плата (межплатный монтаж), применены плоские плетеные шлейфы связи между блоками, врубные печатные разъемы заменены на гиперболоидные. Конструкция микро-ЭВМ "Электроника С5-02" позволяет использовать ее как в стойке, так и в настольном варианте путем перестановки лицевой панели и блока внешних разъемов без изменения внутреннего монтажа.

Закончена модернизация одноплатной микро-ЭВМ "Электроника С5-11" (модель "Электроника С5-12"). Вдвое увеличена емкость ЗУ и обеспечена возможность наращивания памяти и УВВ с помощью соответствующих модулей из состава микро-ЭВМ "Электроника С5-02".

Развитие программного обеспечения микро-ЭВМ предусматривает оснащение самой микро-ЭВМ средствами автоматизации программирования, такими, как резидентный ассемблер, БЭИСИК; совершенствование программного оборудования микро-ЭВМ, дополненной новыми внешними устройствами.

Следующим этапом развития семейства микро-ЭВМ "Электроника С5" является разработка однокристалльного 16-разрядного микропроцессора (ОМП) на n -канальных транзисторах. Применение ОМП для создания микропроцессорных систем обеспечивает существенное уменьшение номенклатуры БИС, увеличение надежности систем за счет сокращения числа паяных соединений и упрощения печатной платы, повышение быстродействия (почти на порядок).

В настоящее время ведутся работы по созданию других схем микропроцессорного набора на базе n -канальных МОП-транзисторов.

Развитие семейства микро-ЭВМ "Электроника С5" определяется в основном стремлением к созданию минимальных конфигураций аппаратуры на основе однокристалльных микропроцессоров и микро-ЭВМ.

М. П. Гальперин, Е. И. Жуков,
В. Е. Панкин, В. И. Селиванов

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА МИКРО-ЭВМ СЕМЕЙСТВА "ЭЛЕКТРОНИКА С5"

УДК 681.327.17

Одной из основных предпосылок для широкого применения микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" в различных областях народного хозяйства является развитая система ввода и вывода информации. Операции ввода и вывода осуществляются каналами, контроллерами и внешними устройствами, работой которых управляет программа ввода-вывода, выполняемая микропроцессором.

Каналы ввода и вывода информации построены на основе пяти типов функциональных p -канальных МОП БИС и в зависимости от способа образования подканала (части канала, связанной с определенной операцией ввода-вывода) подразделяются на селекторные и мультиплексные.

Селекторные каналы (СК) с прямым доступом к памяти служат для присоединения быстродействующих устройств, таких, как накопитель на магнитной ленте кассетного типа (КНМЛ) или видео-контрольное устройство (ВКУ). Эти каналы разгружают микропроцессор, позволяя исключить операции обмена — обращение к памяти микро-ЭВМ осуществляется в те полутакты тактов фазного питания, которые не заняты работой процессора.

Мультиплексный канал (МК) предназначен для подсоединения большого числа низкоскоростных внешних устройств, таких, например, как фотосчитывающее устройство (ФСУ) или ленточный перфоратор (ПЛ). Этот канал загружает информацией буферные регистры контроллеров и осуществляет согласование синхронного режима работы микропроцессора на тактовой частоте 100 кГц с асинхронным режимом работы низкоскоростных внешних устройств (ВУ). Оборудование мультиплексного канала представляет собой набор буферных регистров, дешифраторов и магистральных усилителей, выполненных на БИС и обеспечивающих прием и хранение кода адреса, управляющих сигналов,

сигнала прерывания; буферизацию обменной информации и формирование программируемых задержек.

Блоки управления внешними устройствами (контроллеры ввода-вывода) в многоплатных моделях микро-ЭВМ — это функционально законченные платы: цифрового ввода-вывода, прерывания и таймера, аналого-цифрового преобразователя, связи с телефонными и телеграфными каналами, входным и выходным перфоратором, печатающей машинкой, телегайпом (см. таблицу).

В одноплатных моделях некоторые из этих контроллеров размещаются на одной печатной плате с микропроцессором и устройствами оперативной и постоянной памяти. При этом предусмотрена возможность дополнительного подключения остальных контроллеров, а также оперативной памяти.

Контроллеры представляют собой набор буферных регистров, на адресацию которых отведены 4 К слов общего поля памяти. Для минимизации их объема, а следовательно, и стоимости микро-ЭВМ алгоритмы, обеспечивающие функционирование этих устройств, реализованы микропрограммным и программным способом.

Контроллеры ввода-вывода управляют работой одного или нескольких однотипных ВУ. Для сты-

Контроллеры ввода-вывода и соответствующие им внешние устройства

Наименование	Контроллер	
	Назначение и основные характеристики	Тип ВУ
Плата цифрового ввода-вывода (ЦВВ)	Ввод-вывод цифровых сигналов Число входов — 32 Число выходов — 32	Клавишные пульты, индикаторы и т.д.
Плата управления печатающей машинкой (ПМ)	Ввод-вывод с печатающей машинкой	"Консул 260.1"
Плата управления перфовводом и перфовыводом (ПП)	Ввод-вывод с перфоленты	ПЛ-80, ПЛ-150, FS-1500, ФСУ
Связной модуль (С)	Выход на интерфейс СК для связи по телефонным и телеграфным каналам	Модем-200, УПСГ
Плата управления телеграфным аппаратом (ТА)	Ввод-вывод с телегайпа	РТА-6, РТА-60, СТА-2, СТА-2М
Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)	Преобразование напряжения в код. Входное напряжение от -10 до +10 В. Ошибка квантования $\leq 0,4\%$.	Потенциометры, нормирующие преобразователи и т.п.
Плата управления быстродействующими ВУ	Управление видео-контрольным устройством на ЗЛТ или накопителем на магнитной ленте кассетного типа	ВКУ "Квант", КНМЛ

ковки микро-ЭВМ с ВУ, например телетайпом, фотосчитывающим устройством, перфоратором (см. таблицу), не требуется дополнительного оборудования, кроме разъемов и кабелей. Блок-схема системы ввода-вывода приведена на рисунке. Все входные сигналы на МК поступают с интерфейса микропроцессора. МК осуществляет одновременно их обработку и передачу на свой интерфейс. И в том и в другом случае сигналы поступают в параллельном коде, что очень существенно для быстрейшего действия при принятом программном способе реализации алгоритмов, обеспечивающих функционирование контроллеров.

Так как мощные усилители, управляющие электроприводами устройств, исполнительными магнитами и другими узлами, обычно конструктивно совмещены с логикой управления ВУ, то выбранный в микро-ЭВМ принцип построения контроллеров также заставляет вводить в них усилители.

Кроме того, характеристики имеющихся ВУ (габариты, стоимость, уровни входных и выходных сигналов и т.д.) не соответствуют сегодня характеристикам микро-ЭВМ. Для оптимизации ВУ и их контроллеров необходимо:

– предельно упростить кинематические узлы ВУ, сохранив за ними выполнение основных функ-

ций, а реализацию алгоритма работы ВУ передать контроллерам;

– включить в состав ВУ только те электронные устройства, которые необходимы для преобразования аналоговых сигналов (усилители электроприводов, соленоидов, сигналов записи, считывания и т. п.);

– ввести в состав микро-ЭВМ контроллеры ВУ, осуществляющие преобразование цифровых сигналов.

Для дальнейшего расширения возможностей семейства микро-ЭВМ "Электроника С5" по каналам УВВ разработан набор n -канальных МОП БИС:

БИС КС – сканирующий шифратор данных с клавиатуры (до 90 клавиш), использующий коды КОИ-7 или КОИ-8 с защитой от одновременного нажатия клавиш (до 5);

БИС ГС – генератор символов для устройств индикации стандартного телевизионного типа;

БИС СС – счетно-сдвигающий преобразователь последовательного кода в параллельный байт с возможностью сравнения с уставкой.

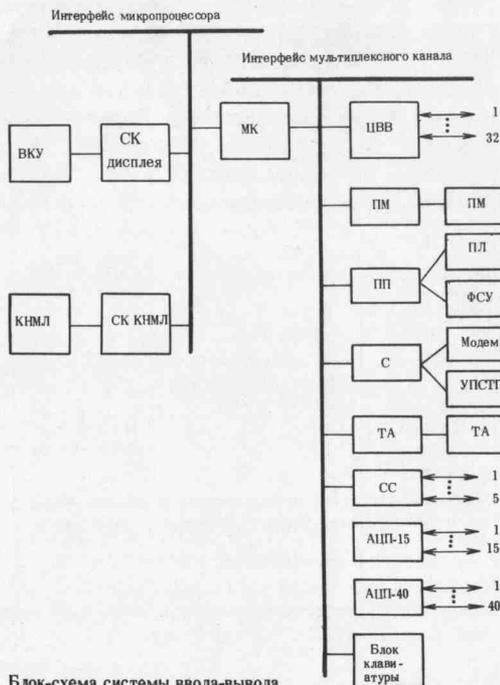
На их основе созданы контроллеры:

СК КНМЛ – селекторный канал для сопряжения с кассетным накопителем на магнитной ленте. Скорость обмена $\leq 1,5$ Мбит/с;

СС – счетно-сдвигающий многофункциональный пятнадцатиканальный преобразователь для прямого и обратного преобразования параллельного байта в последовательный код;

АЦП-40 – 40-канальный аналого-цифровой преобразователь интегрирующего типа для преобразования напряжений постоянного или переменного тока от потенциометров, сельсинов и вращающихся трансформаторов.

Дальнейшим развитием микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" является однокристалльный 16-разрядный микропроцессор и система ввода-вывода к нему на основе n -канальных МОП БИС, совместимые с существующими моделями по математическому обеспечению. Набор n -канальных многофункциональных МОП БИС позволяет реализовать как все существующие в семействе микро-ЭВМ "Электроника С5" каналы УВВ с расширением их функциональных возможностей, так и ряд новых устройств, что обеспечит повышение эффективности применения микро-ЭВМ.



Блок-схема системы ввода-вывода

М. П. Гальперин, Ю. А. Маслеников, Э. А. Никитин,
А. В. Шебаршин

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРО-ЭВМ СЕМЕЙСТВА "ЭЛЕКТРОНИКА С5"

УДК 681.3-181.48.06

По мере постоянного увеличения возможностей микро-ЭВМ развиваются также средства программирования, позволяющие упростить их применение и минимизировать время проектирования и разработки. Структура стандартного программного обеспечения микро-ЭВМ широкого назначения [1-4] определяется необходимостью ускорения процесса проектирования аппаратуры и систем на основе микро-ЭВМ и снижения стоимости проектирования.

Одной из главных целей при разработке стандартного программного обеспечения является сокращение сроков проектирования и внедрения систем. Для этого на универсальные ЭВМ ставятся средства автоматизации проектирования, контроля правильности проектирования и документирования результатов, позволяющие совместить этапы создания целевого программного обеспечения, разработки и наладки аппаратной части системы.

Доступность средств автоматизации проектирования для потребителей микро-ЭВМ достигается тем, что они поставлены на основные отечественные универсальные ЭВМ.

Минимальное программное обеспечение должно включать в себя автокод, загрузчик и моделирующую программу для отладки программы микро-ЭВМ на большой универсальной или мини-ЭВМ. Транслятор с автокода микро-ЭВМ с загрузчиком разработан для ЭВМ модели БЭСМ-6 и ЕС ЭВМ, а в настоящее время создается для М-4030 и М-220. Моделирующая программа разработана для всех перечисленных моделей ЭВМ. Программные средства содержат развитый комплекс программ, связывающий в единую цепь процесс автоматизации проектирования БИС, разработки программ и выпуска всех видов штатной (по ЕСКД) документации на целевые программы. Использование такой

системы программ значительно ускоряет выпуск необходимой документации и полностью исключает ошибки, связанные с ее ручной подготовкой на отлаженные программы. Процесс использования всех средств близок к процессу отладки программы на универсальной ЭВМ [5, 6]. Программное обеспечение не увеличивает стоимости серийной аппаратуры на основе микро-ЭВМ.

Для сокращения сроков разработки целевых программ многоплатные модели семейства "Электроника С5" снабжаются отлаженным программным оборудованием — диспетчерскими системами и библиотеками программ. Диспетчерские системы обеспечивают мультипрограммный режим работы целевых программ в реальном масштабе времени, организуют обмен с внешними устройствами и преобразователями данной комплектации и реализуют такие дополнительные функции, как работа с таймерами, подсчет текущего времени, редактирование и т.п. Кроме того, разрабатываются резидентные средства автоматизации программирования на уровне автокода и резидентный транслятор с языка БЭЙСИК [7].

Столь многообразное и развитое стандартное программное обеспечение микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" служит ускорению и снижению стоимости процесса проектирования прежде всего таких приборов, для которых ранее при решении задач управления, обработки и передачи данных вычислительные средства не использовались. Анализируя опыт создания этих приборов, можно назвать типовые этапы прохождения разработки:

1. Формулирование алгоритма.
2. Разделение функций на аппаратно и программно реализуемые (выработка схемно-программных соглашений).
3. Программирование и отладка программ на универсальной ЭВМ, разработка и изготовление аппаратных блоков, их электрическая стыковка на макетирующем комплексе.
4. Проверка программ и схемно-программных соглашений на макетирующем комплексе.
5. Подготовка и передача поставщику микро-ЭВМ информации для изготовления БИС ПЗУ.

На двух последних следует остановиться особо. Программы для приборов или систем, использующих микро-ЭВМ "Электроника С5-11", могут быть проверены на макетирующем комплексе с помощью микро-ЭВМ "Электроника С5-01" с внешним устройством — телеграфным аппаратом. В качестве

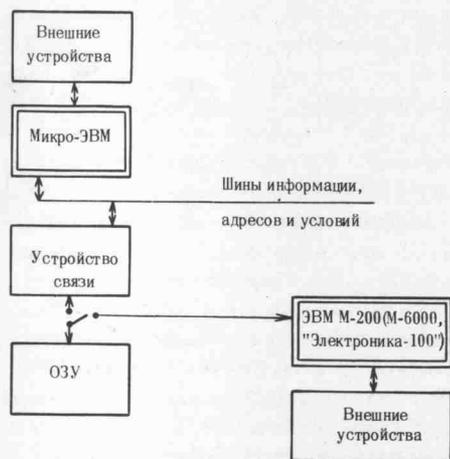
ве программного оборудования поставляется теле-тайпная веревка диспетчерской системы в виде БИС ПЗУ. Эта же микро-ЭВМ с расширенным объемом ОЗУ может служить макетирующим средством для систем на ее основе. При создании систем или приборов, нуждающихся в микро-ЭВМ с расширенным объемом ПЗУ и большой номенклатурой устройств ввода-вывода, более целесообразно использовать двухмашинные макетирующие комплексы микро-ЭВМ — ЭВМ типа М-220, М-6000, "Электроника-100" (см. рисунок). Опыт использования подобных средств стандартного программного обеспечения и макетирования для обработки нескольких видов аппаратуры позволяет сделать вывод о том, что создание целевых программ объемом ИК слов может проходить по следующему графику: 1-й этап — 1,0, 2-й — 2,5, 3-й — 6,5, 4-й — 1,5, 5-й — 0,5 месяца.

От тщательности проведения пятого этапа работы зависит бездефектное выполнение формальной работы по подготовке информации для БИС ПЗУ. Чтобы уменьшить возможность появления неконтролируемых ошибок, проводится максимальная "машинизация" процесса подготовки передачи и контроля этой информации:

— выдача отлаженной информации из макетирующего комплекса на перфоленту (с распечаткой и контролем носителя);

— введение информации с носителя в систему отладки программ ЭВМ БЭСМ-6;

— получение технологической информации для



Укрупненная схема макетирующего комплекса

изготовления фотошаблонов сменных слоев БИС ПЗУ и ее контроль по исходным данным.

Такая схема обеспечила к настоящему времени бездефектное исполнение заказа свыше 60 типов сменных слоев БИС ПЗУ.

Внедрение микро-ЭВМ в приборы и системы осуществляется при тесном сотрудничестве потребителей микро-ЭВМ с ее поставщиком. Процесс освоения потребителями нового средства проектирования — программирования на основе микро-ЭВМ не может, особенно на первых порах, проходить эффективно без участия разработчиков микро-ЭВМ в формировании коллективов специалистов, в организации макетирующих комплексов, выборе первоочередных и перспективных применений микро-ЭВМ. В процессе такой работы создаются творческие межотраслевые коллективы специалистов, что позволяет существенно ускорить разработку приборов и систем на основе микро-ЭВМ и обеспечивает эффективную обратную связь — от применения к новым разработкам.

Ярким подтверждением плодотворности такого сотрудничества явились работы по созданию программного абонентского пункта, АТС малой емкости, спектрофотометра, управляющего вычислительного телекомплекса и ряда других приборов и систем на основе микро-ЭВМ семейства "Электроника С5".

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин М.П. Вопросы применения микропроцессоров и микро-ЭВМ. Материалы к краткосрочному семинару "Проектирование средств вычислительной техники на основе больших интегральных схем". Л., ЛДНП, 1976.
2. Алексеевский М.А., Масленников Ю.А., Петренко В.Ф., Шебаршин А.В. Стандартное программное обеспечение управляющих комплексов на базе микро-ЭВМ. Там же.
3. Гальперин М.П., Жуков Е.И., Кузнецов В.Я., Малиновский Б.Н., Масленников Ю.А., Палагин А.В., Панкин В.Е. Семейство микро-ЭВМ широкого назначения. — "Управляющие системы и машины", 1976, № 6.
4. Иванов Ю.В., Колосовский Л.И., Чебыкин Н.Е., Штурц И.В. Кросс-средства разработки и отладки программ для микро-ЭВМ. — См. настоящий выпуск.
5. 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. ППС", 1976, вып. 6.
6. Виноградов В.В., Хавкин В.Е., Шебаршин А.В. Разработка микропроцессоров и микропроцессорных систем. "Обзоры по электронной технике. Сер. 3. Микроэлектроника", 1976, вып. 3 (384). М., ЦНИИ "Электроника".
7. Бутомо И.Д., Котляров В.П. Структура языка программирования для микро-ЭВМ "Электроника С5-01". — См. настоящий выпуск.

Ю. В. Иванов, Л. И. Колосовский,
Н. Е. Чебыкин, И. В. Штурц

КРОСС-СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ И ОТЛАДКИ ПРОГРАММ ДЛЯ МИКРО-ЭВМ

УДК 681.3-181.48.06-52

Необходимым компонентом современных микро-ЭВМ являются средства автоматизации программирования (САП), реализованные на универсальных ЭВМ, т.е. кросс-средства. Такие САП позволяют проводить параллельно разработку аппаратной и программной частей систем, создаваемых на базе микро-ЭВМ; они удобны для большинства пользователей, так как универсальная ЭВМ предоставляет больше возможностей в отношении формы представления результатов, архивного хранения и сервиса по сравнению с микро-ЭВМ.

Средства автоматизации программирования серийной микро-ЭВМ реализованы на ЕС ЭВМ в рамках ДОС, а также на БЭСМ-6, М-220 и М-4030. Кросс-средства обеспечивают процесс разработки, отладки и документирования целевых (т.е. прикладных) программ микро-ЭВМ и включают в себя транслятор с автокода, загрузчик, отладчик, моделирующую программу и сервисные программы.

Автокод микро-ЭВМ является языком символического кодирования. Сохраняя возможность использования всех особенностей системы команд, автокод дает программисту удобные средства записи машинной программы, мнемонику кодов операций, символическую адресацию, автоматическое распределение памяти, связывание подпрограмм. Кроме того, во время трансляции производится диагностика синтаксических ошибок.

Транслятор составлен на языке ПЛ/1 по стандартной двухпросмотровой схеме. Его ограничения: число меток в модуле — до 200, число внешних имен, входных имен, диапазонов памяти — до 50. Результаты трансляции распечатываются на АЦПУ в виде таблиц диапазонов памяти, входных и внешних имен; биллинга текстов — исходного и объектного; сообщений о 23 типах ошибок. Тексты печатаются в 11-м формате с рамкой, в соответствии с требованиями ГОСТ.

Загрузчик выполняет распределение памяти автоматически или по заданным программистом

адресам, подключение ранее оттранслированных модулей и настройку их на конкретные адреса. Результат его работы выводится на печать в виде биллинга, а загрузочный модуль помещается на хранение.

Отладчик переводит данные для моделирующей программы, задаваемые пользователем в терминах автокода, в физические адреса загрузочного модуля. Моделирующая программа интерпретирует команды микро-ЭВМ, т.е. имитирует ее работу по выполнению конкретной программы. Она служит основным средством отладки программ микро-ЭВМ. В процессе моделирования производится отладочная печать по запросу программиста, заложенному в пакете отладки, и диагностическая печать в случае нарушения нормального процесса моделирования, а также обнаружения синтаксических и некоторых семантических ошибок в моделируемой программе или в директивах отладки.

Отладочная печать для заданной точки (команды) программы включает адрес команды, содержимое регистра команд, исполнительные адреса операндов, результат и признак операции. В директивах отладки может задаваться пооперационная печать (после имитации каждой команды), печать по записи в определенную ячейку (регистр) или печать массивов.

Загрузчик, отладчик и моделирующая программа представляют собой подпрограммы, написанные на языке ФОРТРАН, что позволяет пользователю обращаться к ним из головной программы и дает широкие возможности работы с моделирующей программой.

Исходные тексты на автокоде могут каталогизироваться в библиотеку исходных модулей. К ним применимы все функции программы БИБЛИОТЕКАРЬ ДОС. Для хранения объектных и загрузочных модулей стандартные библиотеки ДОС использовать невозможно, поэтому создана своя библиотека, реализованная как нумерованный файл прямого доступа. С помощью специального набора сервисных программ на языке ФОРТРАН осуществляется ее формирование, сжатие, печать оглавления, а также ее удаление, печать, перфорация и каталогизация модуля.

Использование для написания программ САП языков высокого уровня — ПЛ/1 и ФОРТРАН, дает возможность перенести эти программы на другие универсальные ЭВМ и, в частности, на модели ЕС ЭВМ, работающие под управлением ОС. Объем разработанных программ — около 5000 операторов, требуемые объемы памяти — 64 К для транслятора и

загрузчика и 128 К для моделирующей программы (с учетом памяти, занимаемой ДОС, версия 1.3).

Опытная эксплуатация разработанных средств автоматизации программирования свидетельствует об их эффективности и удобстве для программистов-разработчиков математического обеспечения микро-ЭВМ.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

И. Д. Бутомо, В. П. Котляров

СТРУКТУРА ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-01"

УДК 681.3.06:800.92

Выбор языка для микро-ЭВМ определяется группой факторов, среди которых следует выделить легкость разработки и отладки программ в диалоговом режиме, наличие фонда готовых программ, настройку на конкретный комплект периферийных устройств и версию диспетчерской системы.

Желательно, чтобы язык программирования был независим от конкретной вычислительной установки, чтобы пользователь мог решать свою задачу на любой микро-ЭВМ семейства без перепрограммирования, а программа обладала способностью в полной мере использовать все преимущества средств, которыми располагает вычислительная система.

Этим требованиям удовлетворяет язык БЭЙСИК, удачные версии которого широко используются в математическом обеспечении микро-ЭВМ фирмы Wang Labs Inc. [1]. Преимущество языка БЭЙСИК перед другими развитыми языками программирования, применяемыми в микро-ЭВМ, заключается в наличии хорошо подобранных текстов, сопровождающих процесс диалога пользователя с микро-ЭВМ, и фонда алгоритмов, применяемых в процессах управления, моделирования, в вычислениях, символической обработке и т. п.

Реализация языка БЭЙСИК на микро-ЭВМ "Электроника С5-01" связана с необходимостью:

- аппаратной фиксации программных средств БЭЙСИК в кристаллах постоянной памяти;
- разработки нескольких версий языка, расчи-

танных на работу с широким набором периферийных устройств и допускающих дальнейшее наращивание их числа и стыковку с версиями диспетчерской системы;

— обеспечения корректировки алгоритмов языка в процессе эксплуатации и при наращивании ее функциональных возможностей.

Пользователь микро-ЭВМ "Электроника С5-01", оснащенной первой версией языка БЭЙСИК, получает возможность работать в режиме вычислений и программирования, вести разработку, корректировку и отладку программ прямо с пульта, используя клавиатуру и перфоленточный ввод-вывод телетайпа.

Программная реализация языка БЭЙСИК, удовлетворяющая перечисленным условиям, осуществлена в рамках формализованной схемы транслятора [2] с перестраиваемыми синтаксисом и семантикой. Особенностью рассматриваемой системы является задание алгоритмов трансляции и диалога на языке плоскостных графов, который обеспечивает наглядность и быструю корректируемость изображаемых алгоритмов.

Процесс трансляции следует рассматривать как процедуру отработки плоскостных графов, заданных в машинно-независимой форме, на виртуальной машине, составляющей ядро системы программирования и образованной двумя макропроцессорами.

Виртуальная машина разделяет плоскостные графы на макрокоманды и выполняет их в режиме интерпретации [3]. Язык макропроцессора нижнего уровня — машинно-зависимый. На нем реализуются макрокоманды обработки примитивных структур: переключения, вызова и возврата по флагу и т. д. Язык макропроцессора высшего уровня — машинно-независимый. Построенный на основе макрокоманд макропроцессора нижнего уровня, он образует макрокоманды ядра и обеспечивает обработку составных структур: векторов, матриц, списков и т. д.

Средства интерпретации макрокоманд ядра дают возможность эффективно выполнять трансляцию и вести диалог с пользователем; задавать правила корректировки форм кодирования и сжатия информации, перестройки синтаксических и семантических определений языка, настройки на любую систему команд и различные форматы изображения данных; осуществлять диагностику ошибок и, если необходимо, реализацию ряда проблемных алгоритмов. Способность к перестройке обеспечивается средствами иерархического программирования, использованными в процессе разработки и документирования транслятора. Информационная база транслято-

ра, генерирующие шаблоны, коды входного и выходного языка изображаются в виде плоскостных графов, наглядно представляющих указанные компоненты языка. Перестройка плоскостных графов информационной базы осуществляется специальной программой "конструктор" по заданию пользователя.

Путем модернизации транслятора с языка БЭЙСИК можно обеспечить совместимость математического обеспечения моделей микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" и моделей, не входящих в это семейство.

Оснащение микро-ЭВМ "Электроника С5-01" языком БЭЙСИК повышает эффективность использования ее в качестве управляющей вычислительной машины в малосерийных установках с программами хранимыми в оперативной памяти, отладочного комплекса управляющих программ, средства для обучения методам разработки и отладки программ, а также в качестве дешевой универсальной ЭВМ для пользователей невысокой квалификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система 2200. Руководство по программированию. Wang Labs. Inc. Пер. с англ. Внешторгиздат. 1975.

2. Гонца М.Г., Маринчук М.Н., Бумбу В.Т. Инструментальный комплекс T-SEMOL. Кишинев, "Штиинца", 1976.

3. Бутомо И.Д., Котляров В.П. Внутренний язык конвейерного процессора с общими ресурсами. - "АСУ", 1977, вып. 4. Л., ЛГУ.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

·ЭП·



РЕКЛАМА

НОВАЯ КНИГА

АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ ИС

Под ред. С. В. Якубовского

М., "Советское радио", 1978,

20 л., 70000 экз.

Рассмотрены основные серии отечественных аналоговых и цифровых интегральных схем. Показаны тенденции их развития. Даны общие сведения о микропроцессорах и их применении. Описаны особенности применения аналоговых и цифровых ИС при конструировании радиоэлектронной аппаратуры и приведены рекомендации по предупреждению отказов схем.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся созданием и эксплуатацией радиоэлектронной аппаратуры на ИС, а также студентов вузов соответствующих специальностей.

·ЭП·



РЕКЛАМА

НОВАЯ КНИГА

Вальков В.М.

МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ УПРАВЛЯЮЩИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ: СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

М., "Машиностроение", 1979,
14 л., 15000 экз.

Изложены основы системного проектирования микроэлектронных управляющих вычислительных комплексов (УВК) промышленного назначения; приведены решения аппаратных и программных средств УВК; проанализированы основные особенности проектирования иерархических УВК и их практического конструирования с использованием элементов и средств вычислительной техники четвертого поколения, микропроцессоров и микро-ЭВМ; даны практические рекомендации по автоматизации проектирования УВК и приведены примеры отечественных микроэлектронных УВК.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся созданием вычислительных комплексов и систем, а также автоматизацией управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.



Э. А. Петросян

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ СЕРИЙНОГО

В текущей пятилетке перед отраслью стоит задача дальнейшего расширения серийного производства микропроцессоров, БИС различного назначения, ИС постоянной и оперативной памяти, матриц ПЗС и других изделий.

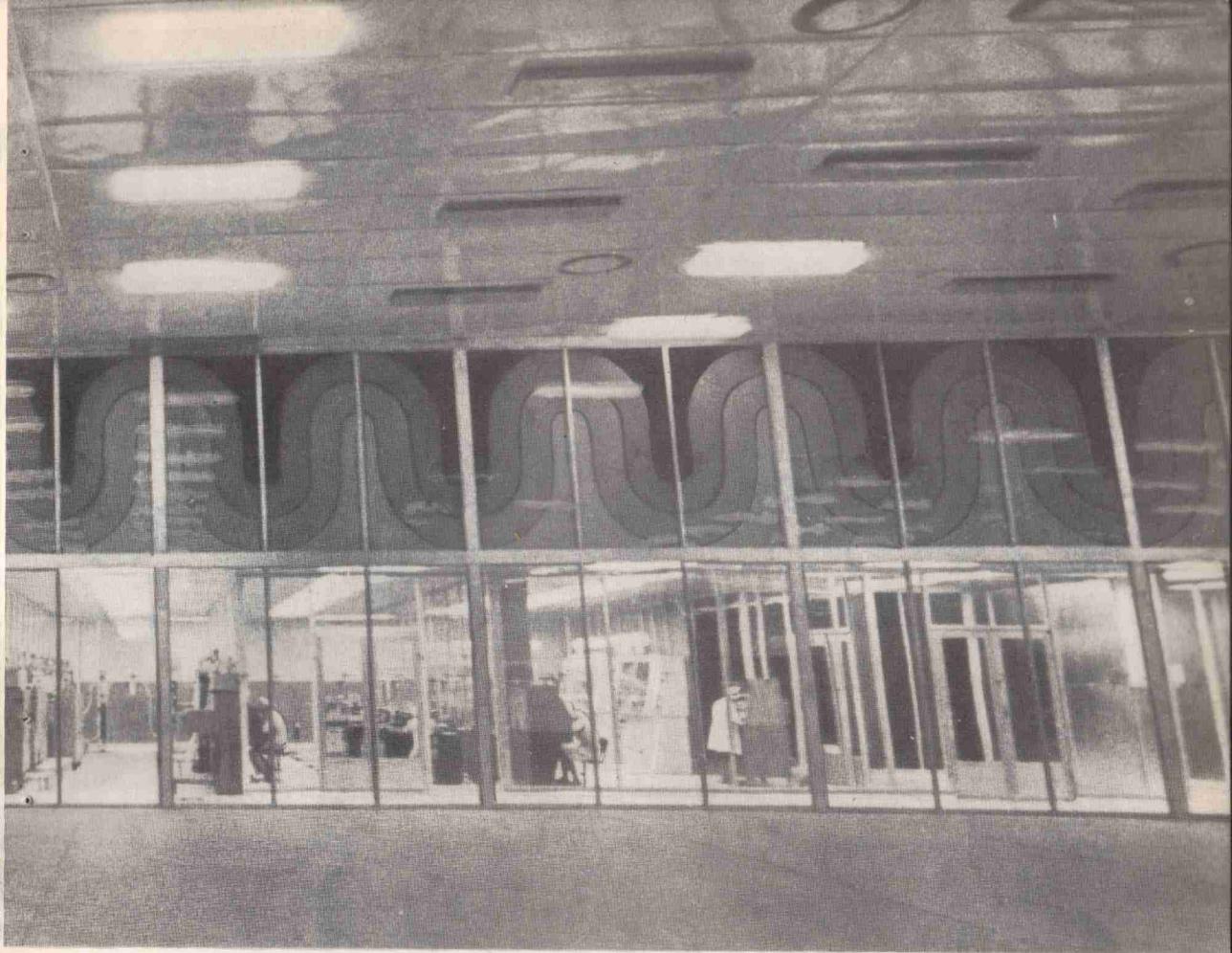
Последние достижения микроэлектроники, создание микропроцессоров и электронной памяти на основе БИС изменили взгляд на развитие вычислительной и управляющей техники. Характерен во многих случаях отказ от централизации и создания больших машин, обслуживающих сотни абонентов. Ширится тенденция перехода 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.

На нашем предприятии, ранее не занимавшемся выпуском ИС, была проведена большая работа по

подготовке производства к серийному выпуску микро-ЭВМ и БИС. Прежде всего созданы особо чистые условия — гермозоны и чистые комнаты, в которых сосредоточены отдельные комплексы технологических процессов — финишная очистка пластин, напыление, фотолитография, диффузия и т. д.

Чистая комната выполнена в основном из алюминия, дюралюминия и стекла, пол покрыт антистатическим линолеумом, потолок для удобства его уборки сделан подвесным, все трубопроводы изготовлены из винилпласта и нержавеющей стали. В чистой комнате обеспечивается 200-кратный обмен воздуха, используются фильтры тонкой очистки воздуха типа Д-33кл. Чистая комната расположена непосредственно в гермозоне, соответствующей по климатическим параметрам второму классу.

Модернизация энергохозяйства в соответствии

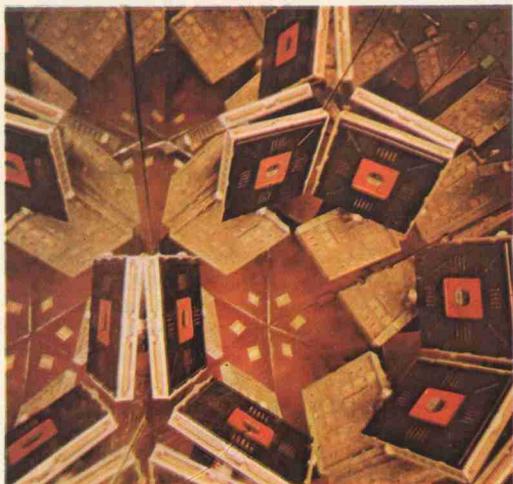


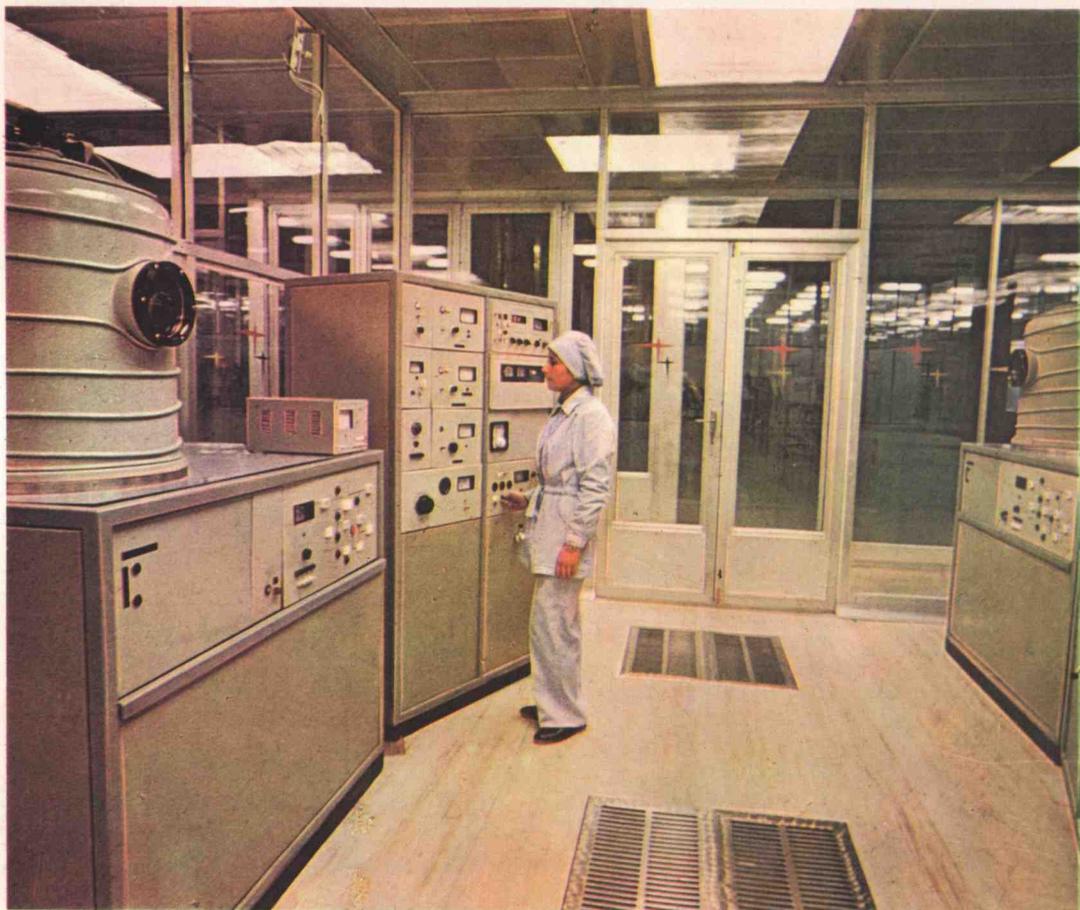
ПРОИЗВОДСТВА МИКРО-ЭВМ

с требованиями, предъявляемыми технологией изготовления БИС, обеспечила оптимальные условия кондиционирования и воздухообмена.

Повышение эффективности технологических процессов и технического уровня изделий на предприятии возможно только при комплексном использовании трудовых, производственных и финансовых ресурсов. Для того чтобы успешно решить эту задачу, мы тщательно изучали опыт передовых предприятий отрасли, производственно-технических объединений, которые добились наиболее высоких показателей в труде. Это позволило нам определить основные направления нашей деятельности.

При организации серийного выпуска микро-ЭВМ важнейшим фактором является максимально возможная автоматизация производства, чему способствуют мероприятия по внедрению высокопроизводительных автоматов, унификации отдель-





ных узлов микро-ЭВМ на основе базовых конструкций и применяемых пластмассовых корпусов с штыревой разводкой, переводу на односторонний монтаж печатной платы, что дает возможность резко повысить производительность труда как в производстве БИС, так и при сборке и наладке микро-ЭВМ.

С целью расширения спектра применения микро-ЭВМ проводятся работы по наращиванию объема памяти и каналов ввода и вывода, а также по созданию программно-управляемой интерфейсной платы. В связи с этим большое внимание уделяется взаимодействию с потребителем: учитываются все его требования к основным характеристикам микро-ЭВМ и специализация их применения. С расширением серийного производства БИС ППЗУ большой емкости появится возможность максимально удовлетворить нужды потребителей в области реализации алгоритмов требуемых задач применения вычислительной и управляющей техники.

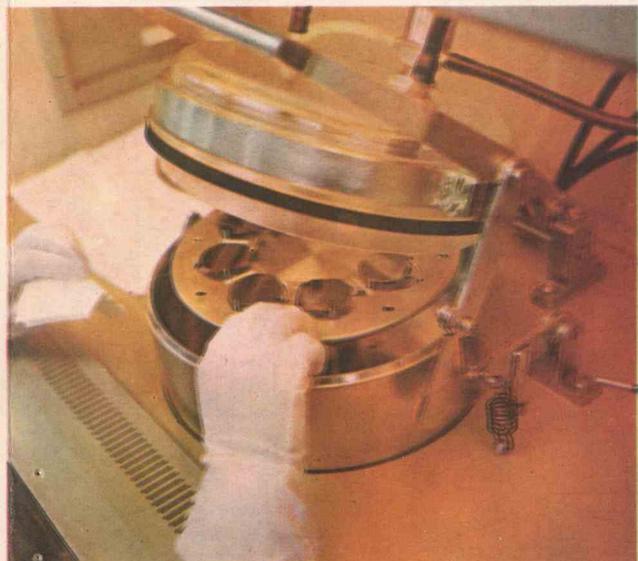
Изготовить микро-ЭВМ еще недостаточно.

Необходимо обеспечить нормальное бесперебойное функционирование машины у потребителя. Поэтому в настоящее время ведется работа по организации централизованной службы сервисного обслуживания микро-ЭВМ у потребителя.

В свете поставленных перед нами задач весьма важное значение имеет техническая подготовка мастеров, технологов, начальников участков, повышение квалификации кадров.

Технологический процесс и оборудование, контрольно-измерительная и испытательная аппаратура сегодня настолько быстро обновляются, что от специалистов, работающих в электронной промышленности, больше, чем когда-либо, требуется умение осваивать новую технику, мыслить творчески, видеть перспективу.

На решение этой проблемы будет направлена вся работа техникума, организованного на нашем предприятии. Специалистами объединения составляются специальные программы с учетом особенностей и специфики нашего производства. Одновременно



менно с учебой учащиеся будут приобретать квалификацию и опыт работы непосредственно в тех производственных подразделениях, в которые придут работать после окончания учебы. Для преподавания подбираются наиболее квалифицированные специалисты производственных и технических подразделений.

Учитывая, что подготовка специалистов в высших учебных заведениях требует больших капиталовложений, специальных условий и дорогостоящего остродефицитного оборудования, считаем целесообразным организацию на базе нашего предприятия соответствующей кафедры политехнического института, с тем чтобы студенты, начиная с третьего курса, могли овладевать необходимой квалификацией непосредственно на предприятии.

Важность поставленной перед нами задачи обеспечения народного хозяйства самой современной вычислительной и управляющей техникой делает вопросы организации серийного производства микро-ЭВМ одними из наиболее актуальных в настоящее время.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ ТИПА ЭЛЕКТРОНИКА С5. В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

В. А. Жамов, Н. Я. Миндлин, В. В. Самбурский,
А. П. Тарасов, И. И. Трилесник

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-11" ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПЕКТРОФОТОМЕТРИ- ЧЕСКИХ ДАННЫХ

УДК 681.3-181.48.004

Для первичной обработки спектрофотометрических данных и передачи их на большие ЭВМ в спектрофотометре СФ-29 использована микро-ЭВМ "Электроника С5-11".

Цифровые устройства прибора СФ-29 ранее не содержали арифметико-логического устройства, поэтому перевод двоичного кода в двоично-десятичный, управление узлами, калибровка и другие задачи решались блоками комбинационной логики, аналого-цифровыми (АЦП) и цифроаналоговыми (ЦАП) преобразователями.

Применение комплекса спектрофотометр-микро-ЭВМ дает возможность сократить число блоков и значительно расширить круг решаемых задач. Микро-ЭВМ обрабатывает информацию и управляет внешними устройствами.

Решение проблемы применения микропроцессоров и микро-ЭВМ не вызывает особых трудностей в тех областях, где применение средств вычислительной техники является традиционным, так как при этом не требуется принципиально новых системотехнических решений, а выигрыш в стоимости, надежности и повышении эксплуатационных качеств очевиден. Однако наиболее важное значение имеет применение микропроцессоров и микро-ЭВМ в аппаратуре, где они заменяют встроены блоки управления, выполненные на "жесткой" логике, придавая устройствам новые качества: повышенную точность, возможность вести экспресс-обработку результатов и их регистрацию при значительном снижении стоимости и энергоемкости, т.е. обеспечивая создание качественно новой аппаратуры. Применение микропроцессоров в бытовой технике, медицине, сельском хозяйстве открывает огромные перспективы, резко повышая их уровень развития в целом. Для того чтобы получить наибольший эффект при этом, требуется выработка новых форм взаимодействия потребителей и поставщиков, широко развернутая работа по совместному поиску и обеспечению новых решений.

Каналы ввода-вывода микро-ЭВМ "Электроника С5-11" имеют четыре 8-разрядных цифровых входа и четыре 8-разрядных цифровых выхода, что недостаточно для выполнения задач комплекса.

Увеличить число линий связи позволило использование расширителя ввода-вывода, представляющего собой три типовые платы цифровых входов-выходов: ЦВВ-1, ЦВВ-2 и ЦВВ-3. Структура связей микро-ЭВМ с внешними устройствами показана на рис.1.

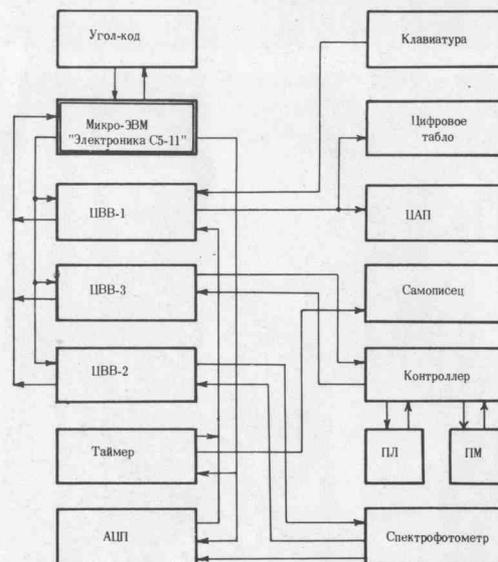


Рис. 1. Структура связей микро-ЭВМ с внешними устройствами

Постоянное напряжение от спектрофотометра преобразуется АЦП в двоичный код и передается в параллельном коде через ЦВВ-1 на микро-ЭВМ, где происходит усреднение многократно измеренных значений напряжений с последующей их коррекцией по результатам предварительно проделанной калибровки. Полученные таким образом данные в зависимости от выбранного оператором режима работы поступают через ЦВВ-1 на ЦАП и цифровое табло. Выдача фотометрической информации сопровождается зажиганием соответствующего индикатора на основе светодиода.

Обмен информацией между микро-ЭВМ и узлами спектрофотометра осуществляется посредством платы ЦВВ-2, между микро-ЭВМ, перфоратором и печатающим механизмом — посредством платы ЦВВ-3. В зависимости от значения кода длины волны ЦВВ-2 передает команды включения нужного источника излучения, введения в оптический тракт одного из трех фильтров и принимает сигналы об исполнении.

Для изменения рабочей длины волны в соответствии с необходимой скоростью и точностью установки заданного значения используются гистерезисный и шаговый двигатели. Из спектрофотометра в микро-ЭВМ поступают импульсы с частотой посылки 400 Гц, необходимые для работы шаговых двигателей сканирования и самописца, а также для формирования импульсов отсчета интервалов между циклами сканирования, из АЦП — напряжение, соответствующее оптическому пропусканию или плотности образца.

Расширить функциональные возможности внутреннего таймера микро-ЭВМ удалось используя плату таймера — Т (см. рис. 1), которая имеет три выхода для импульсов:

- запуска шагового двигателя сканирования;
- запуска шагового двигателя протяжки бумаги самописца;

— отсчета времени с частотой посылки 1 Гц.

Кодирование величин длин волн и передача этой информации в микро-ЭВМ выполняются преобразователем угол—код, состоящим из фотоэлектрического узла и логического блока.

Техническая характеристика преобразователя

Система кодирования	позиционная
Используемый код	V — код (код Баркера)
Число кодовых дисков	3
Разрядность каждого кодового диска	6 двоичных разрядов
Передаточное отношение редукторов	1:64
Общая разрядность	18 двоичных разрядов
Тип датчика	светодиод и фотодиод
Общее число датчиков	35
Усилители сигналов с датчиков	УПГ 140УД1А
Частота опроса датчиков	18 кГц
Время преобразования	1 мс
Габариты:	
диаметр	60 мм
длина	120 мм

Логический блок выполнен на ИС серии К155. Результаты измерений и вычислений должны фиксироваться с помощью печатающего механизма. Серийно изготавливаемые печатающие машинки типа "Консул", МП 16—2, МПУ 16—2 и другие, предназначенные для ЭВМ общего назначения, применять для комплекса нецелесообразно: здесь не требуется высокая разрядность печатающей строки, большая скорость печати или возможность печатания текста. В данном случае гораздо важнее малые габариты, отсутствие вибраций, которые могут передаваться спектрофотометру, простота конструкции и несложное управление от микро-ЭВМ.

Характеристики печатающей машинки, входящей в комплекс, следующие:

Скорость печати	12 строк/с
Разрядность строки	5
Ширина бумажной ленты	22—24,5 мм
Ширина красящей ленты	16 мм
Принцип работы	печать "на лету"
Габариты	230 × 140 × 110 мм

Рис. 2. Отладочный комплекс



Комплекс "спектрофотометр – микро-ЭВМ" выполняет:

- ввод с клавиатуры задаваемых параметров и индикацию их на цифровом табло, десятично-двоичный и двоично-десятичный перевод кодов;
- измерение, преобразование и выдачу на цифровые табло текущих значений фотометрической величины и длины волны;
- обмен информацией микро-ЭВМ с преобразователями угол-код и АЦП;
- усреднение многократно измеренных значений фотометрической величины;
- управление самописцем, формирование кадра информации и выдачу его на перфоратор или печатающий механизм.

Спектрофотометр под управлением микро-ЭВМ работает в следующих режимах:

- выход на заданную длину волны;
- сканирование спектра в заданном интервале длин волн с определенным шагом, заданное количество циклов с заданной выдержкой между циклами;
- запись в ОЗУ значений 100%-ного пропускания или нулевой плотности в заданных длинах волн, используемых в дальнейшем для математической обработки фотометрических величин;
- ручное управление гистерезисным и шаговым двигателями сканирования с непрерывным опросом и индикацией на цифровых табло показаний преобразователя угол-код и АЦП.

Отладка программ комплекса проводилась на отладочном комплексе, состоящем из спектрофотометра, микро-ЭВМ "Электроника С5-01", перфоратора, печатающего механизма, самописца (рис.2).

Использование микро-ЭВМ в спектрофотометрах расширяет их функциональные возможности: улучшается отношение сигнал/шум, прибор калибруется в процентах концентрации по нескольким эталонам, вычисляются производные от фотометрических величин по длине волны и времени, изменяется шаг сканирования в зависимости от величины первой производной и другие.

Разработанный состав аппаратуры, структура микро-ЭВМ и внешних устройств, линии связи микро-ЭВМ с внешними устройствами и спектрофотометром, а также математическое обеспечение успешно применяются в существующих моделях и будут использоваться в создаваемых моделях спектрофотометров.

С. Д.Альтшуль, Л. А.Воронков, Г. И.Гильман,
В. С.Тихонов, И. Т.Хряпина

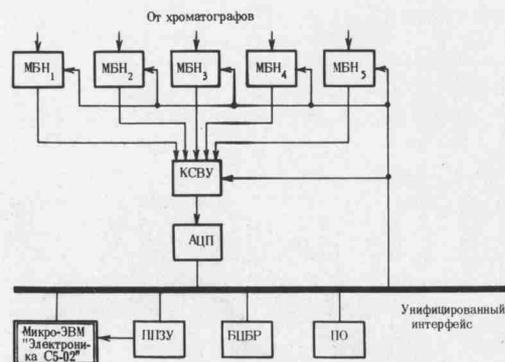
УСТАНОВКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

УДК 681.3–181.48.004

Хроматографы широко применяются в таких отраслях промышленности, как химия, нефтеперерабатывающая, газовая, при анализе смесей и выделении компонентов из сложных смесей. Одной из важнейших областей применения хроматографических методов является экология. Защита окружающей среды в настоящее время является самой актуальной общечеловеческой проблемой и не может быть осуществлена в условиях развитой индустрии без автоматизированной системы контроля за уровнем примесей в атмосфере и водоемах.

Поскольку обработка хроматографической информации требует большого объема вычислительных операций, созданы системы контроля с применением универсальных и специализированных вычислительных устройств. Однако эти системы дороги, громоздки, имеют невысокую надежность, поэтому нашли весьма ограниченное применение. Появление микро-ЭВМ позволило преодолеть эти недостатки.

На основе микро-ЭВМ "Электроника С5-02" разработана установка для автоматизированной групповой обработки хроматографической информации, поступающей одновременно от пяти хроматографов (см. рисунок). В процессе автоматизированной об-



работки хроматограмм микро-ЭВМ определяет зоны интегрирования (начала и конца пика), площадь пика, время выхода вершины пика, концентрацию компонентов в смеси, осуществляющей об-счет неполностью разделенных пиков, ввод поправки на дрейф базисной линии.

Периферийная аппаратура, предназначенная для сбора информации, нормирования входных сигналов, преобразования их в код и представления информации, выполнена на агрегатных средствах контроля и регулирования.

В качестве конструктивной базы для построения установок приняты унифицированные типовые конструкции.

Входная информация с детектора хроматографа или выхода электрометрического усилителя поступает на вход автономных многопредельных блоков нормализации сигналов постоянного тока (МБН), число которых равно количеству обслуживаемых хроматографов. Эти блоки располагаются в непосредственной близости от хроматографа (удаленность от центральной стойки не более 200 м).

В связи с тем, что хроматографический сигнал меняется в широких пределах (от 10 мкВ до 1 В), а создать высокочастотный усилитель сигналов, работающий в таком диапазоне, весьма затруднительно, в установке используется автоматическое переключение диапазонов. Выходные сигналы МБН — 0—10 В; приведенная погрешность в диапазоне от 10 мкВ до 10 мВ — 0,5%, в остальных диапазонах — 0,1%.

Выходные сигналы от пяти МБН поступают через бесконтактный коммутатор сигналов высокого уровня (КСВУ) на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Время кодирования аналогового сигнала — 1 мс, точность преобразования — 0,1%. Код параметра с выхода АЦП поступает на унифицированный интерфейс, к которому через соответствующие модули связи подключены микро-ЭВМ, блок полупостоянной памяти (ППЗУ), блок цифробуквенной регистрации (БШБР) и пульт оператора (ПО). Последний позволяет задавать требуемую программу обработки, осуществлять ввод и вывод информации в десятичном коде на цифровые индикаторы с помощью специальной клавиатуры, выполнять тестовый контроль работы установки. В установке предусмотрен аппаратный контроль правильности всех передач по линиям связи и работы отдельных блоков. Микро-ЭВМ в процессе автоматизированной обработки хроматограмм

определяет зоны интегрирования (начала и конца пика), площадь пика, время выхода вершины пика, концентрацию компонентов, обчисляет неполо-ностью разделенные пики, вводит поправки на дрейф базисной линии.

Продольные помехи подавляются с помощью специальных фильтров в цепях питания, гальванического разделения каскадов в МБН, плавающего экрана в МБН. Поперечные помехи подавляются в основном с помощью цифровой фильтрации за счет многократных измерений и усреднений входных сигналов. Коэффициент подавления продольной помехи по переменному току 60—80 дБ; поперечной \approx 15 дБ для пиков длительностью порядка 50 с.

Методика обработки хроматограмм выбирается оператором с пульта в зависимости от анализируемой смеси и условий эксперимента.

Экономический эффект при внедрении разработанной установки в народное хозяйство достигается за счет увеличения в 2—3 раза точности хроматографических измерений, сокращения на несколько порядков времени на обработку информации, а также благодаря выработке в реальном масштабе времени управляющих воздействий. Наибольший технико-экономический эффект дает использование установки в замкнутой системе управления технологическим процессом. Так, например, разрабатываемая на основе данной установки система автоматизированного контроля и управления процессом риформинга нефти позволяет получить значительный экономический эффект.

Исследования показали возможность и целесообразность создания на основе микро-ЭВМ ряда установок централизованного контроля и управления, предназначенных для использования в аналитическом приборостроении и при автоматизации различных технологических процессов. В настоящее время ведутся разработки установки для автоматизации рентгеновских квантометров, дифрактометров и микроанализаторов. Рассматриваются возможности создания установок для автоматизации газоаналитических приборов.

Применение микро-ЭВМ в установках для автоматизации технологических процессов позволяет реализовать функции оптимального программно-командного и логического управления, создать установки контроля и управления, меняющие свои параметры и структуру в зависимости от состояния объекта и его команд.

Ю. М. Еремеев, С. А. Орехов,
Б. П. Подборонов

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ РЕГУЛЯТОР НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ

УДК 681.3-181.48.004

При испытаниях на прочность авиационных конструкций широко применяются многоканальные системы управления нагрузением. Однако сложность объекта управления, значительная масса, а также отсутствие описания (передаточных функций) затрудняют достижение достаточно оптимальных и устойчивых параметров системы.

Многоканальные системы управления нагрузением сложной механической конструкции и другими технологическими процессами с распределенными параметрами, близкими к оптимальным, и высокой стабильностью можно построить по принципу децентрализованной структуры: при этом под контролем главной ЭВМ (обычно мини-ЭВМ) работают несколько десятков цифровых регуляторов, выполненных на основе микро-ЭВМ.

Аппаратно-программная реализация цифрового регулятора (рис. 1) позволяет получить унифицированные устройства, обладающие следующими качествами: большим набором законов управления; простотой сопряжения с вычислительными машинами верхнего уровня в иерархических системах управления; возможностью автоматического изменения режимов работы и установки коэффициентов по командам ЭВМ верхнего уровня; возможностью использования без дополнительных цифро-аналоговых преобразователей; простотой и высокой точностью задания переменных коэффициентов настройки; повышенной стабильностью временных характеристик; высокой точностью обработки информации;



Рис. 1. Цифровой регулятор

сочетанием малой стоимости стандартного изделия серийного производства с ориентированностью заказанного устройства. Такие качества цифровых регуляторов, реализованных на базе микро-ЭВМ, заставляют серьезно пересмотреть способы создания систем автоматического управления технологическими процессами и во многих случаях отказаться от их аппаратной реализации по функциональным признакам, которые положены в основу формирования агрегатных комплексов в приборостроении.

Разработанная программа управления и контроля, укрупненная блок-схема которой показана на рис. 2, заносится в ПЗУ микро-ЭВМ "Электроника С5-11". Программа включает в себя блоки подготовки работы и собственно регулятор (рис. 3), контур регулирования полностью реализован программным методом.

Формирование управляющего воздействия происходит по закону

$$U_{\text{упр}}(S) = K_1 W_{\text{кор}}(S) \Delta X(S) + K_2 S U_3(S),$$

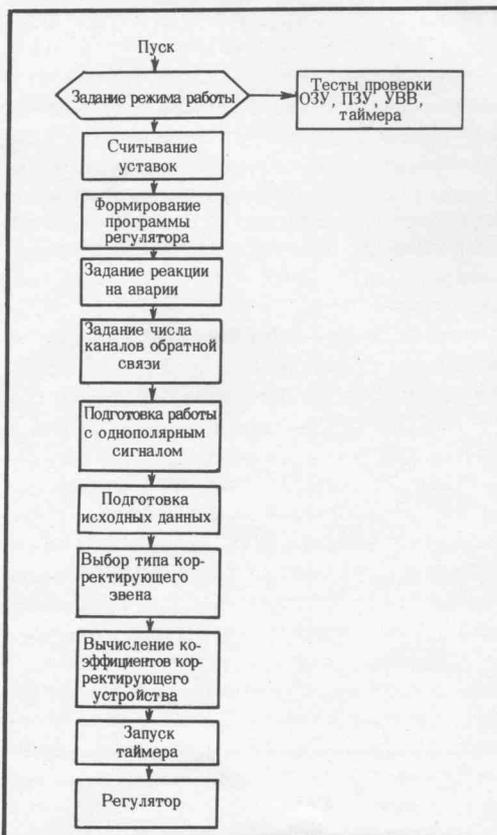


Рис. 2. Блок-схема программы управления и контроля

$$\text{где } \Delta X(S) = U_3(S) - \sum_{i=1}^N U_{oc i}(S).$$

Широкий набор программно реализованных корректирующих звеньев позволяет использовать цифровой регулятор для управления самыми разнообразными объектами. Благодаря большому диапазону изменения коэффициентов настроек область применения цифрового регулятора может быть расширена. Этим качеств лишены цифровые электрогидравлические следящие приводы станков с программным управлением [1].

Программы представления корректирующих звеньев реализуют шесть наиболее распространенных законов регулирования [2]:

1) пропорциональный $W_0 = K$;

2) интегрально-дифференциальный $W_1(S) =$

$$= K \frac{T_1 S + 1}{T_2 S + 1};$$

3) пропорционально-дифференциальный $W_2(S) = K(T_1 S + 1);$

4) аperiodический $W_3(S) = \frac{K}{T_2 S + 1};$

5) пропорционально-интегральный $W_4 = K \left(\frac{1}{T_2 S} + 1 \right);$

6) пропорционально-интегрально-дифференциальный $W_5 = K \left(T_1 S + \frac{1}{T_2 S} + 1 \right).$

Кроме того, предусмотрена возможность переключения типа корректирующего звена с пропорционального на пропорционально-интегрально-дифференциальное и обратно по внешнему сигналу в процессе работы без остановки машины. Эта часть программы оформлена отдельным блоком и называется переменной структурой: $W_6 = \begin{cases} W_0 \\ W_5 \end{cases}$.

Для улучшения динамики системы регулирования в управляющий сигнал вводится составляющая, пропорциональная производной задающего воздействия. Она позволяет скомпенсировать инерционность объекта в первом приближении. Предварительные исследования показали, что для рассматриваемого класса объектов и низких частот входного сигнала (до 100 Гц) вводить составляющую по второй производной нецелесообразно.

В целях достижения наибольшей эффективности и минимума затрат цифровые корректирующие фильтры реализованы программным способом с учетом обеспечения наименьшего времени счета.

Программа предусматривает прием задающего воздействия как в цифровой, так и в аналоговой форме. В первом случае регулятор может иметь до трех обратных связей, во втором — две. Число каналов обратной связи N задается определенным кодом в служебном слове. Предусмотрена возможность работы регулятора с однополярными и разнополярными сигналами с сохранением точности приема и обработки информации. В программе реализован блок аварийной защиты по перегрузке и рассогласованию.

В каждом цикле работы системы сигналы главной обратной связи (регулируемые параметры) и рассогласования сравниваются с пороговыми максимально допустимыми значениями, которые задаются перед началом работы системы и могут изменяться в широких пределах. Если хотя бы один сигнал выходит за пределы допустимого, реализуется один из четырех режимов:

- продолжение вычисления (аварийная защита отключена);
- фиксация заданного положения с остановом системы (на выход подается нулевое управляющее воздействие, машина останавливается);
- фиксация заданного положения без останова системы (на выход подается нулевое управляющее воздействие, машина продолжает счет);

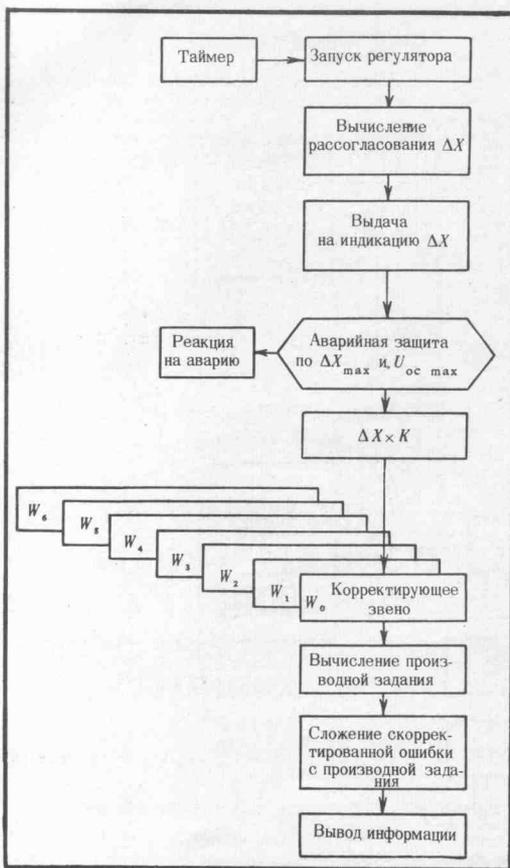


Рис. 3 Блок-схема регулятора

— обработка нулевого задающего воздействия, после чего машина останавливается.

Перед началом работы блоков реакции на аварию на выход системы подается сигнал о наличии аварийной ситуации и указывается, какой параметр превысил заданный уровень.

Регулятор запускается от таймера, который позволяет стабилизировать период квантования сигналов по времени и увеличить точность вычисления производных.

Необходимый код для задания выходной частоты работы таймера вычисляется исходя из заданного периода квантования T_0 и устанавливается в регистрах (Рг) таймера автоматически.

В системе предусмотрена тестовая проверка работоспособности узлов микро-ЭВМ "Электроника С5-11": оперативного запоминающего устройства, постоянного запоминающего устройства, устрой-

ства ввода-вывода и таймера. Неисправность проверяемых блоков индицируется на лицевой панели устройства.

Для обеспечения минимального времени обработки информации при получении заданной точности организован однобайтовый обмен. Вычисления производятся с 16-разрядными числами, что позволяет значительно повысить их точность. Структурная схема регулятора показана на рис. 4. Для ввода сигналов обратной связи в ЭВМ служит трехканальный 8-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Микро-ЭВМ осуществляет управление коммутатором и запуск АЦП. Выходной сигнал регулятора в виде одного знакового и восьми значащих разрядов из ЭВМ поступает в цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) с широтно-импульсной модуляцией. Такой тип ЦАП позволяет получать достаточно мощный выходной сигнал без

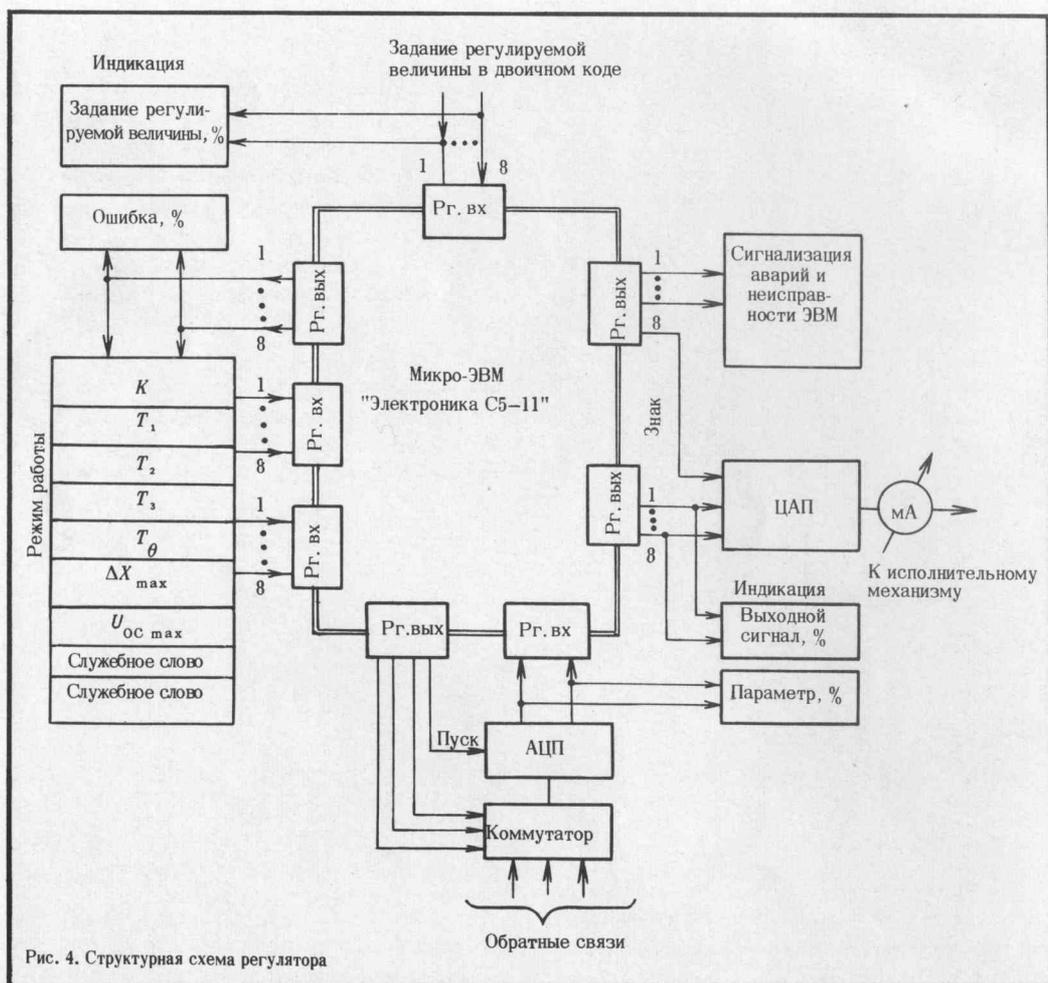


Рис. 4. Структурная схема регулятора

дополнительных усилительных устройств. Помимо устройств связи с объектом в состав регулятора входят цифровые индикаторы задания, регулируемого параметра, величины рассогласования (ошибки) и выходного сигнала, а также сигнализаторы аварии и неисправности ЭВМ. Задание режимов работы и коэффициенты настроек регулятора устанавливаются на наборном поле, состоящем из девяти 8-разрядных слов.

Техническая характеристика регулятора

Число законов регулирования	6
Точность преобразования	0,6%
Время одного цикла	50 мс
Диапазоны изменения коэффициентов настроек:	
коэффициент передачи	1-127
постоянная интегрирования	1-127 с
постоянная дифференцирования	0,01-0,99 с
период квантования	0,01-0,32 с

В процессе эксплуатации цифрового регулятора было получено удовлетворительное качество регулирования при отработке задающего воздействия с частотой до 2 Гц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сосонкин В. Л. Расчет параметров цифрового электрогидравлического следящего привода, — "Вестник машиностроения", 1973, № 5.
2. Джури Э. Импульсные системы автоматического регулирования. М., Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1963.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

К. К. Князев, И. А. Левина, Г. В. Липинский,
В. С. Ляшенко, И. Л. Сыромятникова

ГЕНЕРАТОР КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-11"

УДК 681.3-181.48.004

Развитие микроэлектроники и вычислительной техники потребовало создания новых измерительных средств, в том числе многоканального высокочастотного импульсного генератора кодовых

последовательностей (генератора "слов"). В связи с многофункциональностью генератора (прибор предназначен для проверки информационных систем, каналов связи, многофункциональных цифровых устройств, БИС и т.д.), большим количеством регулируемых параметров и режимов, а также требованием работы в измерительных информационных системах (ИИС) возникла необходимость автоматизации управления прибором, для чего используется встроенная микро-ЭВМ "Электроника С5-11".

Техническая характеристика генератора

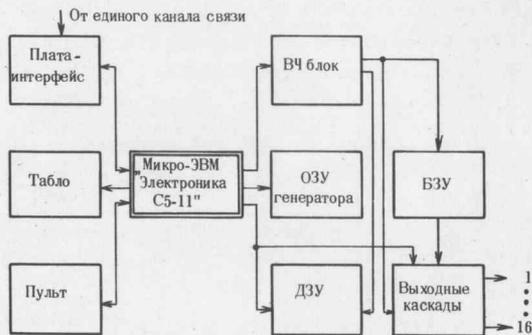
Максимальная тактовая частота	50 МГц
Число каналов	4-16
Длина кодовых последовательностей в каждом канале 768-3072 бит	
Синфазность каналов	±1 нс
Формат выходных сигналов	RZ или NR

Уровень выходных сигналов на нагрузке 50 Ом согласован с уровнями ТТЛ- и ЭСЛ-схем и устанавливается независимо в каждом канале.

Одно из основных достоинств генератора — возможность генерирования любых двоичных последовательностей, оперативной смены и коррекции их в каждом из шестнадцати каналов.

Структурная схема генератора приведена на рисунке.

Для долговременного хранения сформированных последовательностей при выключенном питании используется полупроводниковое долговременное запоминающее устройство (ДЗУ). При включении питания данные ДЗУ считываются в ОЗУ, из которого затем они могут быть выданы в каналы прибора. Для повышения тактовой частоты кодовых последовательностей применяется буфер-



Структурная схема генератора кодовых последовательностей

ное запоминающее устройство (БЗУ). В ДЗУ хранятся также коды всех введенных в прибор параметров и режимов, что позволяет автоматически восстанавливать работоспособность прибора при последующих включениях.

Встроенная в генератор микро-ЭВМ "Электроника С5-11" осуществляет следующие функции:

- ввод информации с клавиатуры при местном управлении;

- ввод информации с линии коллективного пользования (ЛКП) при дистанционном управлении в составе ИИС;

- реализацию алгоритма сопряжения с ЛКП;

- автоматический выбор оптимального диапазона;

- управление индикацией параметров и режимов на световом табло;

- контроль введенной информации на граничные условия и допустимые соотношения с сигнализацией ошибок на табло;

- ввод и коррекцию кодовых последовательностей в каждый из 16 каналов с индикацией корректируемого бита;

- управление перезаписью информации из ОЗУ каналов прибора и ОЗУ микро-ЭВМ в ДЗУ.

Каждой из перечисленных функций соответствует блок программы микро-ЭВМ, записанный в ее постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ).

Управляющая часть программы анализирует набранную на клавиатуре пульта информацию о виде управления (местное или дистанционное) и обращается в соответствующий блок алгоритма.

Местное управление осуществляется с передней панели прибора, имеющей три наборных клавишных поля: поле режимов программы, числовое поле и поле параметров.

При местном управлении в зависимости от заданной в поле режимов программы решается одна из пяти задач: ввод и коррекция слова в ОЗУ; ввод параметров, запись в ДЗУ параметров и кодовых последовательностей, пуск, работа.

Ввод и коррекцию слова в ОЗУ прибора можно осуществлять независимо в каждом канале с любого заданного бита; при этом обеспечивается индикация на табло номера канала, номера текущего такта и бита в этом такте.

При выполнении программы ВВОД ПАРАМЕТРОВ в прибор вводятся временные, безразмерные

параметры и команды. Для временных и безразмерных параметров числовая информация набирается на цифровом поле, которое содержит цифры от "0" до "9", запятую и клавиши размерности ("нс" "мкс").

Значения параметров хранятся в ОЗУ микро-ЭВМ. При нажатии клавиши ЗАПИСЬ в ДЗУ включается блок программы, который осуществляет запись набранных параметров из ОЗУ микро-ЭВМ и кодовых последовательностей из ОЗУ прибора в ДЗУ. В процессе работы оператор может изменять кодовые последовательности и параметры прибора. Так как любое изменение параметров или кодовых последовательностей автоматически вызывает блокировку выходов генератора, то после изменения параметров включается программа ПРОВЕРКА ДОПУСТИМЫХ СООТНОШЕНИЙ. При отсутствии ошибок во введенных в измерительную часть параметрах блокировка выходов снимается.

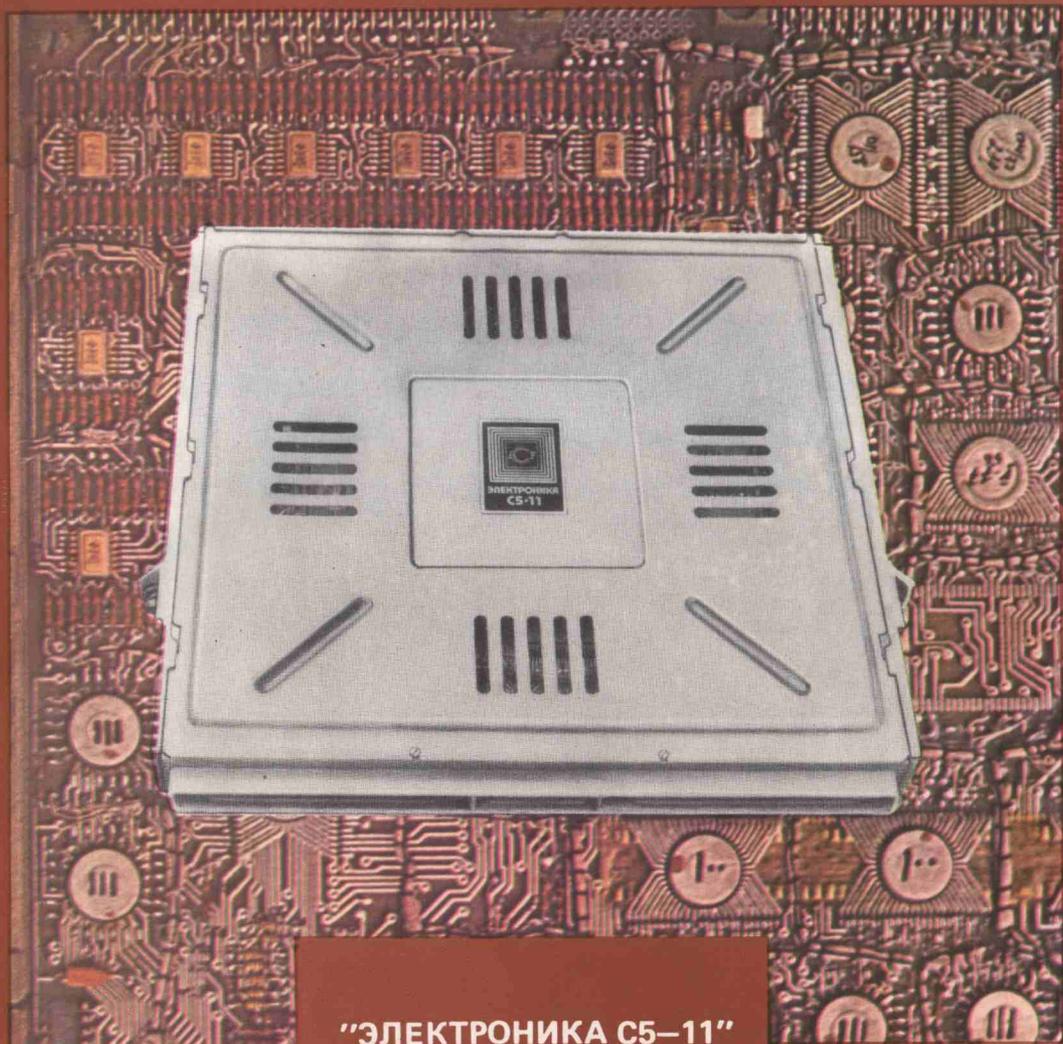
Прием информации по ЛКП позволяет полностью автоматизировать ввод параметров и кодовых последовательностей в генератор, что ускоряет процесс подготовки прибора к работе и оперативного изменения его параметров.

Микро-ЭВМ связана с измерительной частью прибора и с табло 8-разрядной информационной шиной и 7-разрядной адресной шиной, причем программным путем устанавливается код сначала на информационной шине, а затем на адресной.

Общий объем программы составляет 1К, при этом полностью реализуются ресурсы ПЗУ, ОЗУ и каналов ввода и вывода примененной микро-ЭВМ.

Использование микро-ЭВМ в генераторе придает ему качественно новые возможности: значительно упрощается управление прибором, уменьшается время ввода параметров, обеспечивается сопряжение с ЛКП, уменьшается вероятность нарушения работоспособности за счет ошибок оператора, повышается надежность прибора.

Применение микро-ЭВМ в генераторах импульсов позволит в будущем перейти к запоминанию и воспроизведению программ работы в режиме автоматизации измерений, генерированию диагностических тестов, генерированию функций, заданных в аналитической или табличной форме.



“ЭЛЕКТРОНИКА С5-11”

ОДНОПЛАТНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ УПРАВЛЯЮЩАЯ МИКРО-ЭВМ

Применяется в программных абонентских пунктах, аппаратуре коммутации каналов, телеграфии, системах контроля БИС, системах испытаний конструкций, аппаратуре контроля окружающей среды, приборах медицинской диагностики и лабораторного анализа, системах телемеханики и промышленной автоматизации, фотонаборных установках для электронной и полиграфической промышленности и т.д.

Для изменения области применения достаточно заменить всего две БИС.

Содержит три основных блока, связанных единой 16-битной информационной магистралью: микропроцессор, устройство ввода-вывода, запоминающее устройство.

Микропроцессор

- Арифметическо-логическое устройство
- Устройство микропрограммного управления
- Устройство ввода-вывода
- Блок центрального управления

- Каналы связи
- Таймер
- Запоминающее устройство
- Оперативное ЗУ (ОЗУ)
- Постоянное ЗУ (ПЗУ)

Техническая характеристика

Принцип управления	..... микропрограммный
Принцип действия	..... параллельный
Быстродействие	..... 10 тыс. операций/с
Длина слова	..... 16 бит
Число основных команд	..... 31
Объем памяти	
ОЗУ	..... 128x16 бит
ПЗУ	..... 1024x16 бит
Возможность наращивания объема памяти	..... до 64 К
Ввод-вывод	..... четыре 8-разрядных цифровых входа четыре 8-разрядных цифровых выхода
Рабочая температура	..... от -10 до +50°С
Потребляемая мощность	..... 10 В·А
Габариты	..... 267x270x28,5 мм
Масса	..... 1,2 кг

МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-03"

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
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

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

Модуль памяти

Объем 32 К
при подключении дополнительных модулей 128 К
Область 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 VT-340

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 операции: включение и выключение питания, прямой доступ к памяти в режимах считывания и записи, считывания с индикацией регистров процессора, покомандное 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-03"



"ЭЛЕКТРОНИКА С5-01" МНОГОПЛАТНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ МИКРО-ЭВМ



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

Содержит модули: микропроцессора, оперативной и постоянной памяти, управления памятью, центрального управления вводом-выводом. Обладает развитой системой ввода-вывода, включающей переменный набор модулей: параллельного интерфейса; прерывания и таймера для организации работы микро-ЭВМ в реальном масштабе времени; управления телеграфным аппаратом, устройствами ввода-вывода информации на перфоленту, пишущей машинкой, аналого-цифровым преобразователем; устройства связи с телефонными и телеграфными каналами.

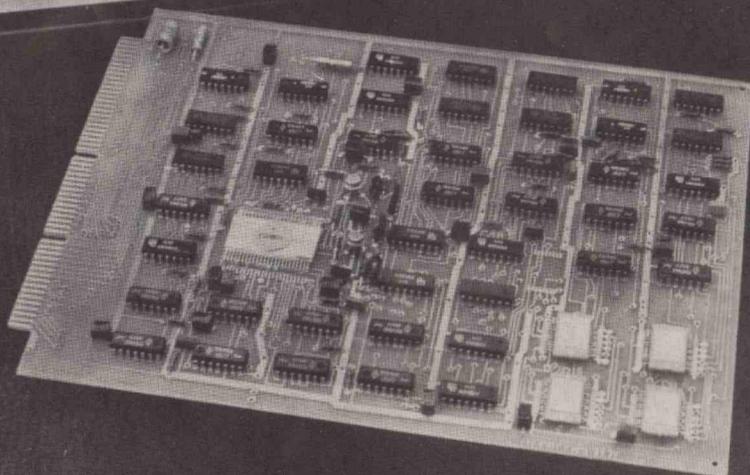
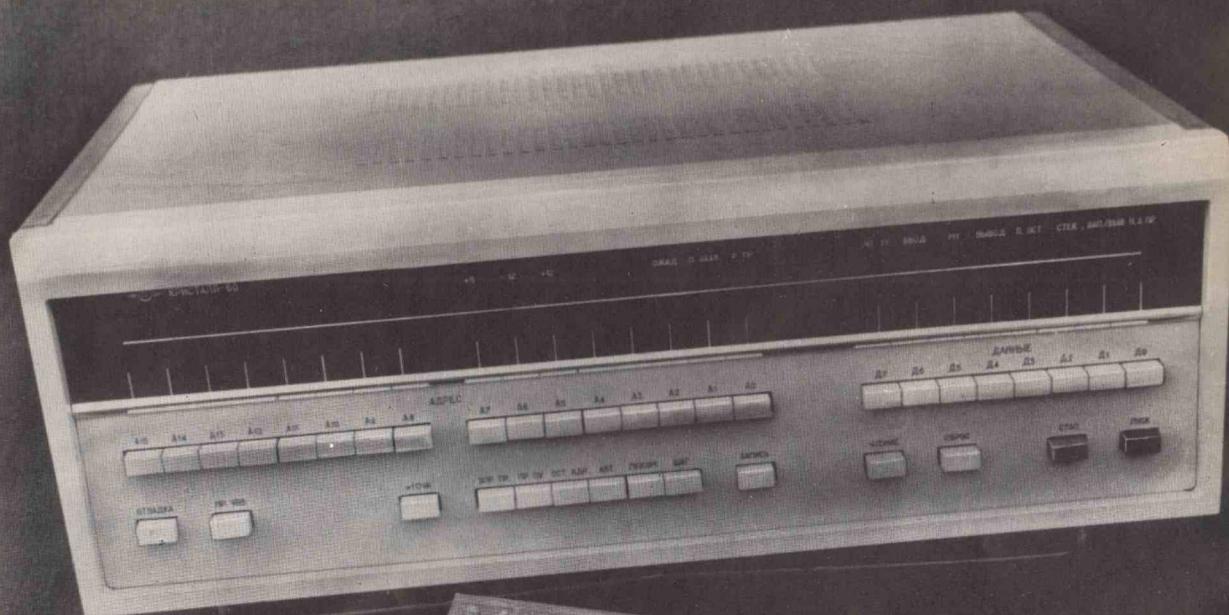
Техническая характеристика

Быстродействие	10 тыс. операций/с
Число основных команд	31
Длина слова	16 бит
Объем памяти	≤ 28 К
Система прерывания	трехуровневая
Глубина прерываний	8
Рабочая температура	от -10 до +50°C
Потребляемая мощность	90ВА
Габариты	420x380x225 мм

Математическое обеспечение

- Диспетчерская система
- Контроллеры внешних устройств
- Библиотека стандартных микропрограмм
- Библиотека стандартных подпрограмм
- Контрольно-профилактические тесты
- Ассемблер и загрузчик для языка символического кодирования
- Моделирующие программы

Модифицированная модель микро-ЭВМ "Электроника С5-01" — "ЭЛЕКТРОНИКА С5-02" обладает более развитой системой ввода-вывода для управления широким набором периферийных устройств.



МИКРО-ЭВМ "КРИСТАЛЛ-60"

Применяется в измерительных приборах, автоматизированных системах контроля и управления технологическими процессами и промышленными установками, в информационно-измерительных и испытательных системах, в системах автоматизации научного эксперимента.

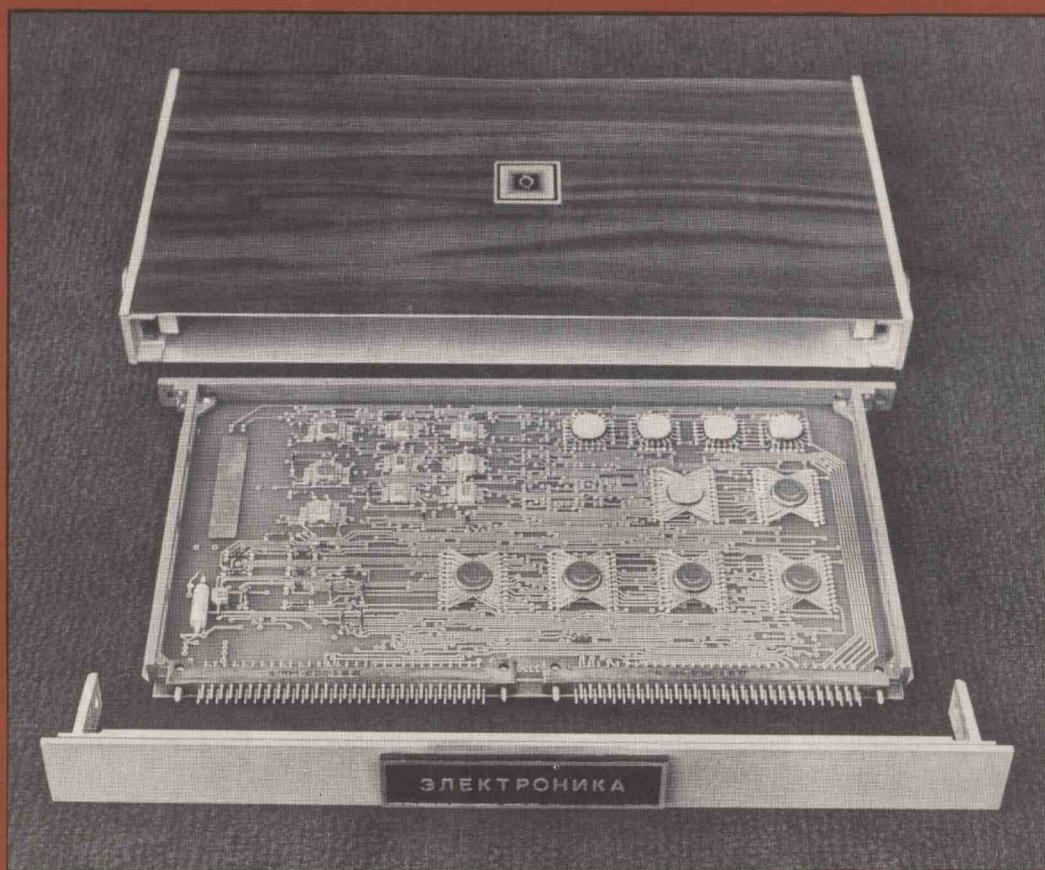
Построена на БИС микропроцессора К580ИК80 и БИС оперативного запоминающего устройства К505РУ6.

Техническая характеристика

Разрядность	8 двоичных разрядов
Быстродействие	до 500 тыс. операций/с
Объем памяти	до 64 К
Число команд	78
Число приоритетных уровней прерывания	8
Комплект внешних устройств	ЭПМ "Консул 260.1", FS-1501, ПЛ-150
Возможность расширения комплекта внешних устройств	до 256 устройств ввода и до 256 устройств вывода

Математическое обеспечение

- Кросс-ассемблер
- Интерпретатор
- Эмулятор
- Макроассемблер
- Монитор



"ЭЛЕКТРОНИКА С5-21" ОДНОПЛАТНАЯ МИКРО-ЭВМ

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

Применяется в контрольно-измерительном и управляющем оборудовании, линиях связи, терминальных устройствах и др.

Программно совместима с микро-ЭВМ "Электроника С5-01".

Микропроцессор, ОЗУ, ПЗУ и каналы ввода-вывода размещены на одной печатной плате.

Техническая характеристика

Быстродействие	150–200 тыс. операций/с
Длина слова	16 бит
Объем памяти	
ОЗУ	256 16-разрядных слов
ПЗУ	2К 16-разрядных слов
Возможность наращивания объема памяти	до 32К слов модулями емкостью 2К
Число основных команд	31
Рабочая температура	от -10 до +50°С
Потребляемая мощность	20 В·А
Габариты	240x180x30 мм

Система ввода-вывода включает в себя четыре перестраиваемых 8-разрядных цифровых канала, два последовательных 8-разрядных цифровых канала. Обеспечивает возможность приема информации по 8 каналам приоритетных прерываний и асинхронной работы с внешней памятью. Сетка стабильности частот: 600, 100, 60, 12, 10, 1 кГц, 1 Гц.

И. М. Принц, Д. З. Эйдельсон

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОТОНАБОРНЫМ КОМПЛЕКСОМ

УДК 681.3-181.48.004

В состав применяющегося в настоящее время фотонаборного комплекса входят программируемые аппараты, фотонаборные автоматы и полуавтоматы, устройства корректуры и другое оборудование — всего свыше 20 наименований.

Применение микро-ЭВМ в таких комплексах позволяет значительно снизить объем и номенклатуру аппаратных средств, расширить их технологические возможности, повысить гибкость в разработке различных модификаций машин.

С экономической точки зрения наиболее перспективным является применение микро-ЭВМ с внешними ОЗУ, в качестве которого можно использовать два модуля оперативной памяти емкостью 2048×16 бит. Из общего объема ПЗУ (4К) 2К предназначаются для записи всех полиграфических констант и данных набора и 2К — для записи всего массива программы функционирования.

В базовой машине комплекса — Ф250 — общее число внешних устройств равно 17. Микро-ЭВМ "Электроника С5-11" имеет 4 цифровых входа и 4 цифровых выхода для информационного обмена с внешними устройствами. Принято следующее распределение цифровых входов и выходов микро-ЭВМ: один цифровой выход используется для организации 8-разрядной адресной шины внешнего интерфейса, два — для организации 16-разрядной информационной шины внешнего интерфейса, один — для организации системы прерываний; два цифровых входа служат для организации 16-разрядной информационной шины внешнего интерфейса, один — для организации системы прерывания в качестве регистра прерывания, один вход свободный.

При движении информации от микро-ЭВМ в направлении внешних устройств микро-ЭВМ выдает на адресную шину байт адреса, а на информационную — 2 байта информации. Внешнее устрой-

ство, которому адресована информация осуществляет дешифрацию адреса, прием информации и соответствующую обработку.

При движении информации от внешних устройств в направлении микропроцессора внешнее устройство выдает сигнал прерывания и 2 байта информации на информационную шину. Микро-ЭВМ принимает сигнал и иницирует соответствующую программу обработки.

В системе прерываний наивысший приоритет присваивается клавиатурному и фотосчитывающему устройству. Режим работы машины Ф250 исключает одновременную работу этих устройств, поэтому одновременное появление сигналов прерываний от этих устройств невозможно.

Всем остальным внешним устройствам присваивается одинаковый приоритет по отношению друг к другу и более низкий по отношению к клавиатурному и фотосчитывающему устройствам.

При поступлении сигнала прерывания от клавиатурного или фотосчитывающего устройства работа любой программы останавливается (после выполнения текущей команды) и иницируется обращение к собственной программе обработки. По окончании работы программы клавиатурного или фотосчитывающего устройства работа прерванной программы восстанавливается.

Сигналы прерываний, имеющие более низкий приоритет по отношению к программе клавиатурного или фотосчитывающего устройства, маскируются при работе любой программы обработки, запоминаются и обрабатываются в порядке поступления сигналов прерываний.

Микро-ЭВМ реализуют следующие функции фотонаборных машин: расчет параметров набираемой продукции; прием, обработку и отображение различных данных набора и алфавитно-цифровой информации; управление приводами двух шаговых двигателей; управление электромеханикой и автоматикой фотонаборных машин; управление перфоратором и фотовводом.

С применением микро-ЭВМ уменьшается трудоемкость устройств фотонаборного комплекса и их обслуживания, повышается надежность, упрощается диагностика неисправностей.

**В ПРОМЫШЛЕННОЙ
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АВТОМАТИКЕ**

Я. А. Купершмидт, М. Л. Портнов,
А. М. Пшеничников, А. З. Цельникер

**АГРЕГАТНЫЙ
КОМПЛЕКС СРЕДСТВ
ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ
С ПРОГРАММИРУЕМЫМИ
УСТРОЙСТВАМИ
НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ**

УДК 681.3—181.48:631.171

В настоящее время большая часть серийно выпускаемых телемеханических устройств принадлежит к агрегатному комплексу средств телемеханической техники (АСТТ), построенному на микросхемах малой и средней интеграции и относящемуся к третьему поколению аппаратуры контроля и управления [1]. Эти устройства успешно применяются в действующих автоматизированных системах управления. Однако развитие АСУ, создание иерархических интегрированных систем выдвигает новые требования к средствам телемеханики — организации информационных сетей с широким оперативным обменом сообщениями по вертикали (между объектами разных уровней иерархии) и горизонтали (между объектами одного уровня иерархии), что влечет за собой существенное усложнение функций и режимов работы средств телемеханики.

Попытка построения новых телемеханических устройств на элементах малой и средней интеграции, применяемых в настоящее время в аппаратуре третьего поколения, привела бы к увеличению в два-три раза объемов аппаратуры и трудоемкости ее изготовления. Другой путь, основанный на включении в состав телемеханических комплексов серийно выпускаемых мини-ЭВМ, позволяет получить устройства, выполняющие усложненные функции, но приводит к росту объемов и стоимости оборудования.

Единственная реальная возможность достижения поставленных целей заключается в использова-

нии встроенных микро-ЭВМ. Эта тенденция получает, по-видимому, общее признание. Известны разработки фирмы Brown Boveri (Швейцария), например комплекс ED-1000, каждое устройство которого содержит микро-ЭВМ в качестве блока — централи [2], фирмы Fujitsu (Япония) — универсальная система телемеханики Fatec, в состав функциональных блоков которой входит микро-ЭВМ [3]. Но в этих системах функции микро-ЭВМ ограничены выполнением традиционных для телемеханики операций, не использованы все преимущества машин, например возможность сжатия данных с целью разгрузки каналов связи [4].

Вторая очередь АСТТ [5] состоит из устройств, содержащих одну или несколько встроенных микро-ЭВМ как в аппаратуре пунктов управления (ПУ), так и в аппаратуре контролируемых пунктов (КП). Эти устройства образуют ряд управляющих вычислительных телекомплексов (УВТК), каждый из которых предназначен для обслуживания группы отраслей народного хозяйства. К их числу относятся телекомплексы:

УВТК-100 — для продуктопроводов большой протяженности с магистральной структурой каналов;

УВТК-300 — для предприятий металлургии, химии и т.п., имеющих радиальные линии связи и допускающих разделение во времени при общении ПУ с отдельными КП;

УВТК-500 — для энергосистем и энергообъединений с протяженными каналами радиальной структуры и одновременным общением между ПУ и всеми КП;

УВТК-600 — для нефте- и газодобывающих предприятий с рассредоточенным расположением объектов и древовидной структурой каналов.

В комплексе предусмотрена возможность произвольного выбора в пределах определенных ограничений числа устройств КП и произвольного задания информационной емкости КП по каждой из выполняемых функций: телеизмерение текущих значений параметров (ТИТ), телеизмерение интегральных значений параметров (ТИИ), телесигнализация (ТС), телеуправление (ТУ), телерегулирование (ТР), обмен буквенно-цифровой информацией (БЦИ).

Для того чтобы объединить большое число устройств, содержащих микро-ЭВМ, в многомашинный комплекс, необходимо решить ряд проблем. Поскольку все микро-ЭВМ, входящие в комплекс, связаны общими задачами сбора, обработки и передачи информации, возникает проблема рационально-

го разделения функций между центральными и периферийными вычислителями.

Наряду с проблемой разделения функций ставится задача обеспечения связи между микро-ЭВМ, входящими в комплекс. Для тех из них, которые размещаются в разных КП, соединенных каналами связи, эта задача решается традиционными для телемеханики методами (рис. 1) — с помощью блоков сопряжения с каналом (БСК), выполняющих функции преобразования параллельного кода в последовательный и обратно, синхронизации, поэтапного приема, а в некоторых случаях и повышения достоверности.

Для нескольких микро-ЭВМ, входящих в состав одного пункта управления или одного контролируемого пункта, задача обмена информацией решается с учетом того, что каждое устройство содержит не только микро-ЭВМ, но и другие блоки. Классификационная таблица функциональных блоков АСТТ приведена на рис. 2. Блоки-централь управляют работой периферийных блоков, обмениваясь информацией с ними через интерфейсные каналы.

Обмен информацией между центральными выполняется по одному из трех вариантов.

Первый (рис. 3) предусматривает обмен между микро-ЭВМ, образующими две централи (каждая с отдельной межотраслью), через общее ОЗУ, к которому они обращаются с разделением во времени. Одна централь выполняет функцию обмена информацией с несколькими радиальными каналами связи через блоки БСК, а другая — функции управления блоками ввода-вывода и обработки различных видов информации.

Второй вариант организации обмена — через буферные блоки — используется для обмена информацией между двумя микро-ЭВМ, работающими на отдельные магистрали (рис. 4). Существует также вариант структуры с общей магистралью для нескольких микро-ЭВМ (рис. 5).

Рассмотренные структуры дают возможность не только расширить функции и информационные емкости телемеханических устройств за счет наращивания числа микро-ЭВМ, но и решить вопросы резервирования для повышения надежности устройств.

Наибольшая надежность достигается в том случае, когда программы их работы не разрешаются при исчезновении напряжения питания. Для этой цели стремятся записать все программы в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) или полупостоянном запоминающем устройстве (ППЗУ). В ОЗУ следует вносить только те данные, которые могут быть автоматически восстановлены при возобновлении подачи питания.

Принятый в АСТТ принцип разделения программ между ПЗУ и ППЗУ состоит в том, что в первое записываются неизменяемые части программ, общие для всех модификаций устройств одного типа, а во второе — переменные части, определяющие конкретные модификации. При переходе от одной модификации устройства к другой желательно ограничиться только изменением программ в ППЗУ, но поскольку в устройствах АСТТ часть функций выполняется специализированными аппаратными блоками, приходится сочетать этот ме-

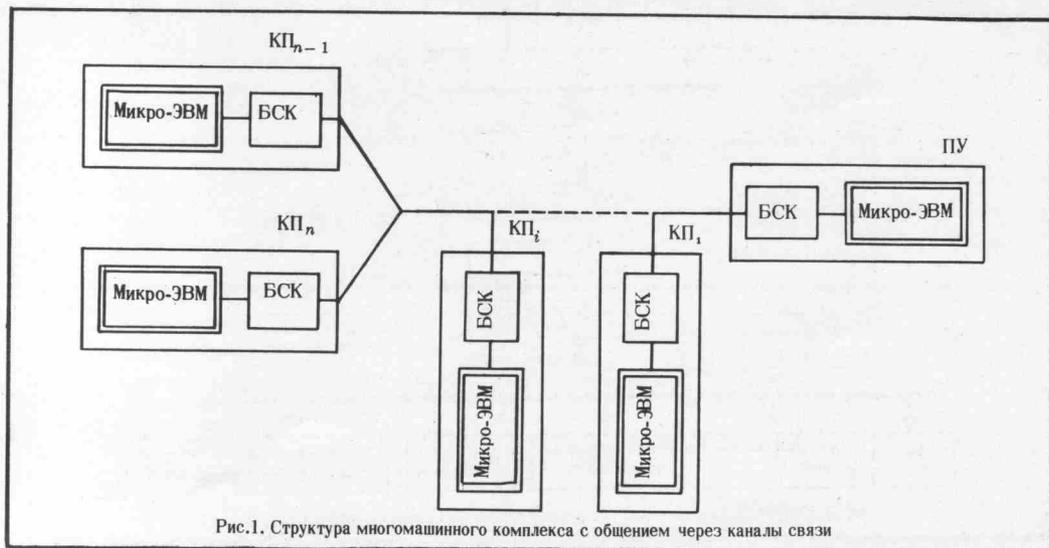


Рис.1. Структура многомашиного комплекса с обменом через каналы связи

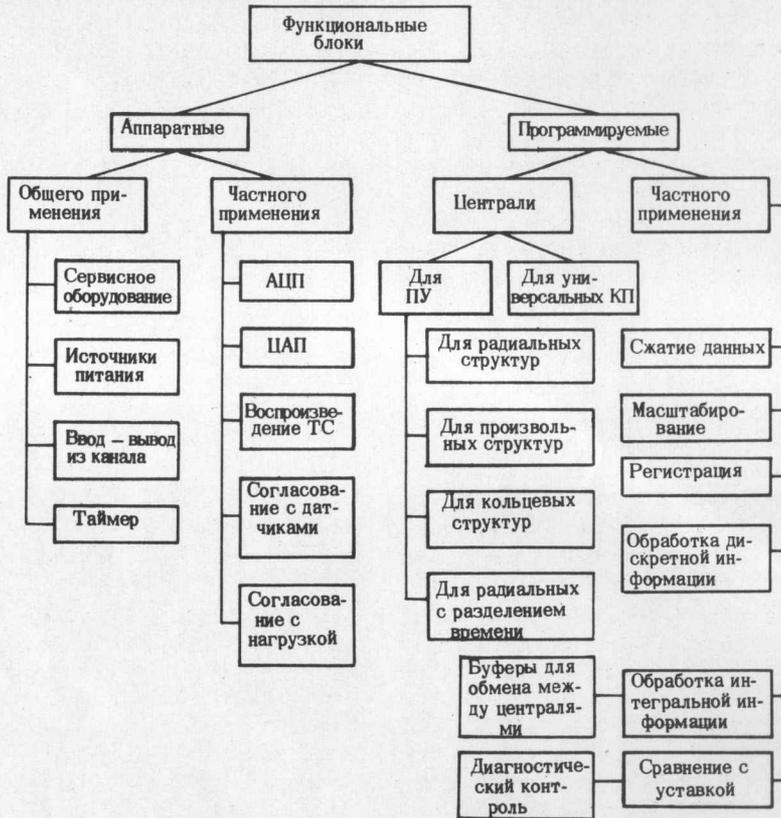


Рис. 2. Классификационная таблица функциональных блоков АСТТ

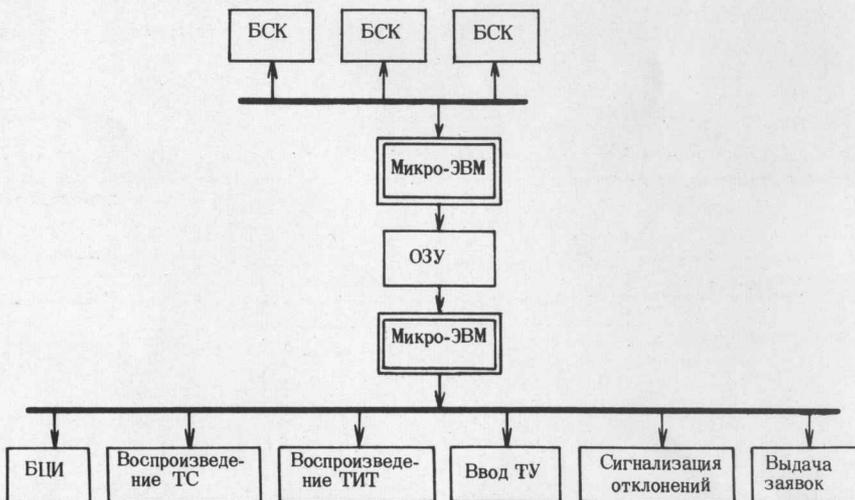


Рис. 3. Структура устройства ПУ со связью микро-ЭВМ через общее ОЗУ

тод с изменением числа, а в некоторых случаях и типов аппаратных блоков.

Анализ требований к устройствам КП, входящим в телемеханические комплексы различного назначения, показал, что в них могут использоваться одинаковые аппаратные и программные методы общения с источниками и приемниками информации, а также алгоритмы ее обработки. Переменными являются алгоритмы приема – передачи информации по каналам связи, виды сигналов в каналах, методы поэлементного приема, синхронизации. С учетом изложенного принципа обеспечения модификаций оказалось рациональным создать унифицированное устройство КП, общее для телемеханических комплексов различных типов. В процессе создания такого устройства были решены вопросы размещения программ и данных в памяти микро-ЭВМ.

Основные программы работы микро-ЭВМ в телекомплексах:

- распределение времени между различными

задачами в соответствии с заданными приоритетами;

- формирование буферных массивов и первичная обработка данных;
- управление работой устройств;
- реализация алгоритмов сжатия данных;
- формирование посылок для передачи в канал связи;
- управление приемом – передачей в зависимости от структуры канала связи;
- преобразование данных для воспроизведения информации;
- управление воспроизведением информации;
- проверка работоспособности микро-ЭВМ.

Программы, выполняемые микро-ЭВМ, можно разделить на два основных вида.

К первому относятся программы, которые не зависят от области применения комплексов и видов канала связи. Это обработка информации от датчиков на КП и подготовка данных для устройств воспроизведения на ПУ. Переменная часть таких

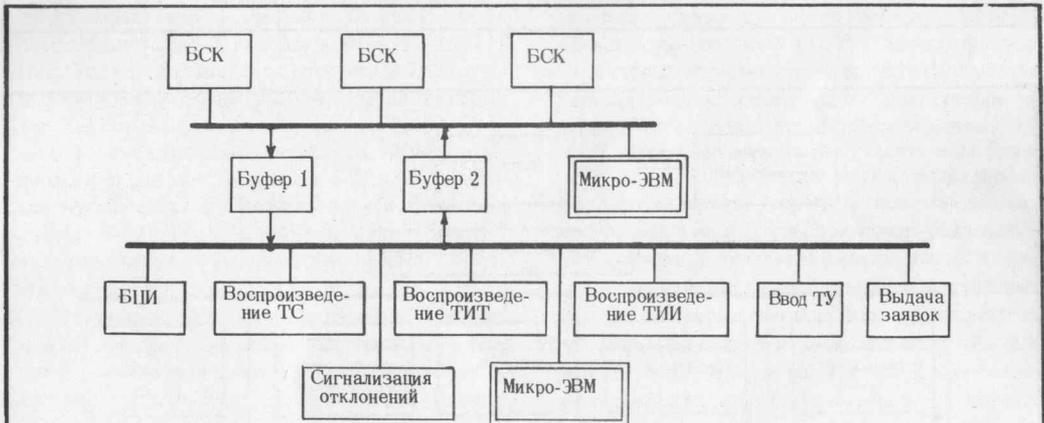
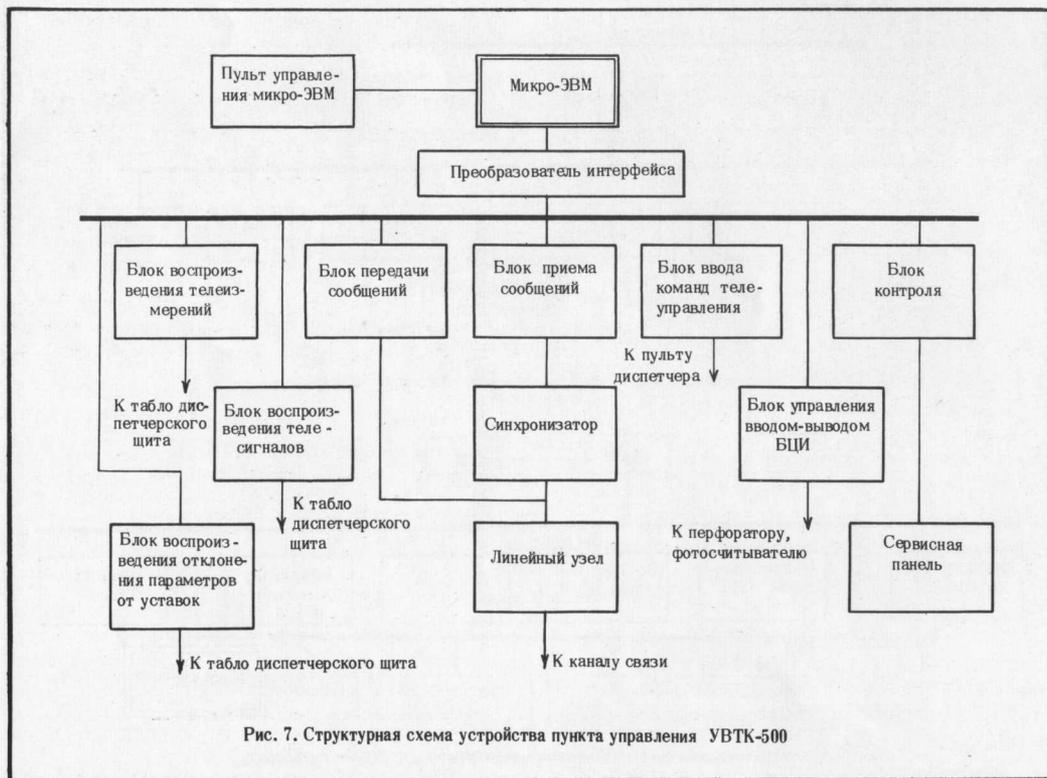


Рис. 4. Структура устройства ПУ со связью микро-ЭВМ через буферные блоки



Рис. 5. Структура устройства ПУ со связью микро-ЭВМ через общую магистраль



программ ограничивается некоторым набором констант, прямо или косвенно заданным в ППЗУ. Некоторые величины могут быть заданы в ОЗУ, например номер цифрового прибора и адрес вызванного на этот прибор параметра. Программные модули полностью размещаются в ПЗУ. Если в каком-либо комплексе нет тех или иных источников информации, то отсутствуют соответствующие запросы от устройств и программы, связанные с обработкой информации от этих устройств, не вызываются. Исключение каких-либо видов обработки информации задается соответствующими константами в ППЗУ.

Второй вид — это программы каналов связи. Хотя дисциплина работы по каналам связи может существенно различаться, в соответствующих программах можно выделить общие части. Например, в программе передачи всегда присутствует задача формирования в буферной памяти очередной посылки (в соответствии с приоритетами). Для обеспечения достаточной гибкости компоновки программ они разбиты на более мелкие функционально-ориентированные модули, каждый из которых выполняет одну небольшую функцию и размещается в ПЗУ. Модули обмениваются информацией через общие ячейки оперативной памяти, адреса которых определены для каждого модуля соглашением о связях. Операцией объединения модулей выполняет программа связи, размещенная в ППЗУ. Расширение функционального состава модулей также выполняется в ППЗУ. Предполагается, что объем ПЗУ позволяет разместить достаточно полный набор стандартных модулей.

Программное обеспечение устройств телемеханики с встроенными микро-ЭВМ включает в себя тесты для контроля основных узлов, арифметико-логического устройства, каналов ввода-вывода, ОЗУ.

Вместе с микро-ЭВМ в устройствах устанавливается панель управления, которая обеспечивает запись информации в ОЗУ, считывание из всех устройств памяти по любому адресу, приостанов работы машины и возобновление ее с места останова. Работа аппаратных блоков контролируется с помощью специализированных сервисных панелей или стенов.

В состав сервисного оборудования АСТТ входят также стенды для отработки программ при создании и наладке устройств телемеханики. На начальной стадии проектирования осуществляется проверка алгоритмов на универсальных ЭВМ с помощью моделирующих программ.

Для встраивания в устройства телемеханики,

в особенности в устройства КП, удобна микро-ЭВМ "Электроника С5-11". Ее удалось использовать в одном из перечисленных выше управляющих вычислительных телекомплексов, а именно в УВТК-500, для чего были изготовлены специализированные БИС ПЗУ — два для КП и два для ПУ. Изготовлению ПЗУ предшествовали работы по отладке программ на универсальной ЭВМ и последующей проверке их на микро-ЭВМ "Электроника С5-01" в сочетании с макетом, имитирующим основные блоки УВТК-500.

На рис. 6.7 приведены структурные схемы устройств КП и ПУ соответственно. Устройства имеют магистральную структуру. Микро-ЭВМ выходит на магистраль через преобразователь интерфейса. Названия основных блоков соответствуют выполняемым функциям. Для общения с каналом связи установлены блоки передачи и приема сообщений, синхронизатор и линейный узел, а для контроля работы каждого устройства — блок контроля и сервисная панель. Отдельно предусмотрены встроенные пульта управления микро-ЭВМ, позволяющие вывести на индикацию любое слово из памяти или записать нужное слово в ОЗУ по заданному адресу.

Устройства телекомплекса УВТК-500 выполнены на типовых конструкциях управляющих телекомплексов, принятых в приборостроении.

В заключение можно сказать, что использование микро-ЭВМ позволяет менять функции и основные характеристики устройств при минимальных изменениях в аппаратуре, применять различные виды обработки, в том числе сжатие данных с целью разгрузки каналов связи, совмещать с традиционными телемеханическими функциями задачи, выполняемые в настоящее время самостоятельными устройствами местной автоматики на контролируемых пунктах и устройствами обработки информации на пунктах управления. Снижается также и стоимость телемеханики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пшеничников А.М. Агрегатная система средств телемеханики. — "Приборы и системы управления", 1972, № 9.
2. T o r g e n H o l m. Hardware der Modulfamilie ED1000, "Brown Boveri Mitt.", 1974, N 8.
3. Atsuya Kin'ichi, Higeta Tsukumo, Nagatsuo Takeo, Mino Kenichiro, Kanamaru Hisashi. FATEC System Fujitsu automatic telemeter and telecontrol System. "Fujitsu", 1976, v. 27, N 2.
4. Ольховский Ю.Б., Новоселов Ю.Н., Мановцев А.П. Сжатие данных при телеизмерениях. М., "Сов. радио", 1971.
5. Пшеничников А.М., Купершмидт Я.А., Портнов М.Л., Цельникер А.З. Многомашинные телемеханические управляющие вычислительные комплексы с использованием микро-ЭВМ. В кн.: Сб. докладов на Всемирном электротехническом конгрессе, М., ВНИИЭМ, 1977.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

С. М. Казаков

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

УДК 681.3—181.48:63

Разработка автоматизированных мелиоративных систем ведется на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-02" и "Электроника С5-12".

Микро-ЭВМ "Электроника С5-02" применяется в составе комплекса средств телеавтоматики СТА-02.01 для трехуровневых систем управления водораспределением в бассейнах рек. Нижний уровень управления таких систем (рис. 1) реализован в локальных системах управления гидротехническими сооружениями (ЛСУ ГТС), входящими в состав оросительной сети. Средний уровень управления представлен телеавтоматической системой управления гидротехническим участком, состоящей из группы взаимосвязанных гидротехнических сооружений, а верхний уровень — информационно-вычислительным комплексом (ИВК), построенным на основе единой серии малых ЭВМ, рабо-

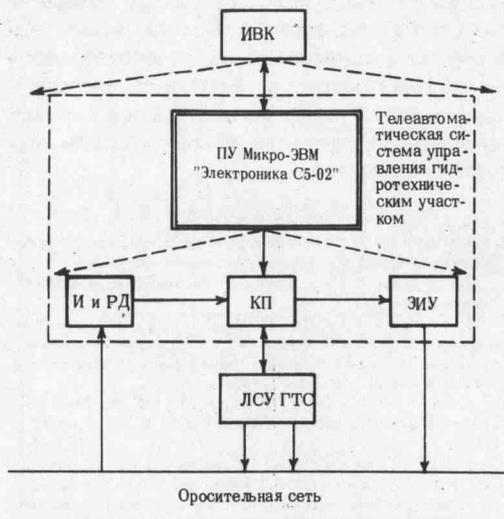


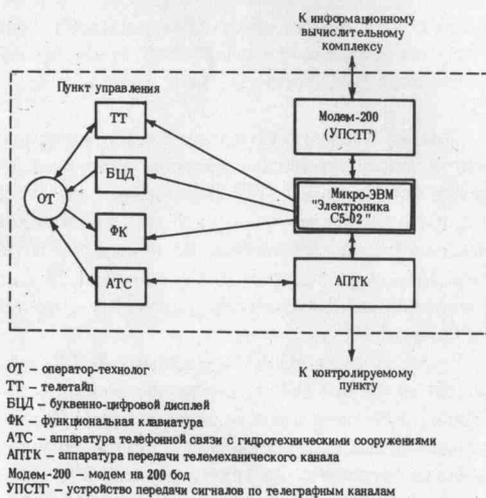
Рис. 1. Структурная схема трехуровневой системы управления водораспределением

тающим в режиме коллективного пользования и телеобработки данных.

Телеавтоматические системы управления состоят из пункта управления (ПУ), расположенного в диспетчерском пункте гидротехнического участка, и контролируемых пунктов (КП), измерительных и релейных датчиков (И и РД) электрических исполнительных устройств (ЗИУ), расположенных вблизи гидротехнических сооружений.

Структура пункта управления изображена на рис. 2.

Пункт управления предназначен для работы в двух режимах: НА ЛИНИИ С ИВК и в локальном режиме. В режиме НА ЛИНИИ С ИВК обеспечивается взаимодействие в реальном масштабе времени четырех абонентов: информационно-вычислительного комплекса, микро-ЭВМ, оператора-технолога и технологического объекта управления, каждый из которых может быть инициатором включения одной из целевых задач. Высший приоритет имеет задача АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ НА ОБЪЕКТЕ, которая запускается по инициативе объекта с помощью аппаратуры аварийной телесигнализации или по инициативе микро-ЭВМ после решения фоновой задачи АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ. Второй по значимости приоритет имеет задача ОБМЕН С ИВК, которая может быть инициирована ИВК или микро-ЭВМ. Третий приоритет присвоен задаче РЕЖИМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПУЛЬТА, которая инициируется оператором-технологом с помощью телетайпа и функциональной клавиатуры и обеспечивает диалоговый режим взаимодействия оператора-



ОТ — оператор-технолог
ТТ — телетайп
БЦД — буквенно-цифровой дисплей
ФК — функциональная клавиатура
АТС — аппаратура телефонной связи с гидротехническими сооружениями
АПТК — аппаратура передачи телемеханического канала
Модем-200 — модем на 200 бод
УПСГ — устройство передачи сигналов по телеграфным каналам

Рис. 2. Структура пункта управления в комплексе СТА-02.01

технолога данного гидротехнического участка с системой управления. Более низкие приоритеты имеют фоновые задачи, решаемые в микро-ЭВМ: периодическая программная диагностика оборудования и технологического объекта управления, составление отчетных бланков по водоподаче и т. п. К этому классу можно отнести и задачи многоканального регулирования, если они основаны на программном анализе состояния регулируемых объектов. Этим же задачам при проектировании системы управления может быть присвоен и высший приоритет, если отклонения вводятся в систему с помощью аппаратуры аварийной телесигнализации.

Комплекс технических средств и его внутреннее программное обеспечение позволяют реализовать в режиме НА ЛИНИИ С ИВК шесть структурных схем обмена информацией между абонентами (рис. 3, а-е):

а — оператор-технолог управляет объектом с помощью дисплея и телетайпа, используя язык высокого уровня, интерпретация которого осуществляется в ИВК; микро-ЭВМ получает команды от ИВК и включает программные модули-операторы;

б — оператор-технолог обменивается с ИВК (центральным диспетчерским пунктом) производственной и служебной информацией;

в — диалог оператора-технолога и объекта осуществляется на упрощенном языке, операторы которого интерпретируются и исполняются непосредственно в микро-ЭВМ;

г — объект управляется от ИВК посредством пересылки и запуска в микро-ЭВМ различных программных модулей;

д — объект управляется от ИВК с подтверждением решений по управлению оператором-технологом;

е — объект управляется от микро-ЭВМ.

В локальном режиме связь с ИВК отсутствует, поэтому комплекс позволяет реализовать только схемы, изображенные на рис. 3, в и е.

Выбор устройств взаимодействия с оператором обусловлен следующим: телетайп более прост в обслуживании и обладает большей надежностью, к тому же он дешевле, чем электрическая пишущая машинка типа "Консул", ленточный перфоратор и считыватель с перфоленты.

Быстродействие внешних устройств в рассматриваемой трехуровневой системе управления не является критичным параметром, поскольку перфоленточные устройства используются практически только при отладке и профилактических работах.

Необходимость включения в конфигурацию пульта управления буквенно-цифрового дисплея

связана с тем, что оператор-технолог обычно может принять решение по управлению гидротехническим сооружением только после анализа всех переменных величин. Аварийные и предаварийные значения параметров при этом отображаются миганием с различной частотой.

Функциональная клавиатура позволяет реализовать упрощенный и ускоренный режим взаимодействия оператора-технолога с системой и особенно эффективна при работе в локальном режиме.

Телетайпная версия диспетчерской системы, обеспечивающая многопрограммный режим работы, для рассматриваемого применения предпочтительнее диспетчерской системы микро-ЭВМ "Электроника С5-01" в конфигурации абонентского пункта.

Рассмотрим особенности реализации телемеханического канала на микро-ЭВМ и аппаратуры передачи телемеханического канала (см. рис. 2). В мелiorации и водном хозяйстве широкое применение нашел амплитудно-полярно-комбинационный принцип организации телемеханического канала.

В комплексе СТА-02.01 формирование сигналов в физических линиях реализуется на программном уровне и аппаратура передачи телемеханического канала состоит из специализированного программно-управляемого коммутатора, источников напряжения, коммутируемых в физических линиях и токовых реле. Такой подход обеспечивает программируемость структуры телемеханических каналов и позволяет на стадии проектирования суще-

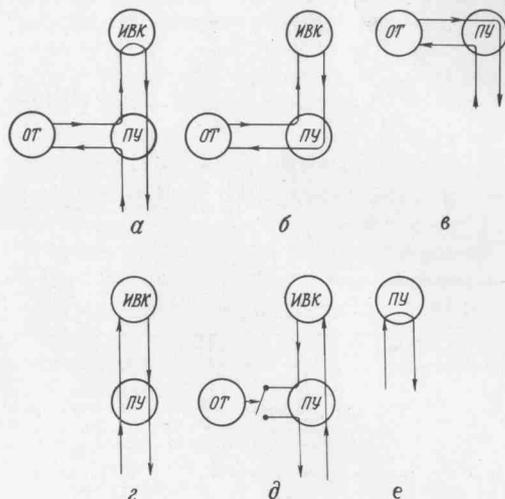


Рис. 3. Структурные схемы обмена информацией между абонентами в режиме НА ЛИНИИ С ИВК

ственно улучшить технико-экономические показатели системы за счет оптимизации числа физических линий, выбора КП меньшей стоимости, оптимизации длительностей импульсов и т.п. при заданной адресной нагрузке и заданной топографии объекта управления. Минимальная длительность импульсов напряжения в реальных физических линиях, используемых в мелиорации, 20 мс, что вполне реализуется на программном уровне. Остальные задачи в комплексе менее критичны по времени.

Неудобства, связанные с типами ОЗУ и ПЗУ в микро-ЭВМ семейства "Электроника С5", при данном применении исключены благодаря наличию ИВК, работающего в режиме коллективного пользования. Кроме того, в соответствии с отраслевыми техническими требованиями пункты управления подобного типа должны обеспечиваться резервированным энергопитанием. Сбои в этом случае крайне редки и рассматриваются как аварии, система после них запускается вручную.

В рассмотренном комплексе микро-ЭВМ "Электроника С5-01" (С5-02) выполняет несколько функций. Во-первых, она управляет внешними устройствами — это позволило, в частности, существенно упростить устройства сопряжения с дисплеем и модемом, упростить и унифицировать функциональную клавиатуру ввода и аппаратуру передачи телемеханического канала. Во-вторых, микро-ЭВМ служит системным коммутатором, который обеспечивает обмен информацией между оператором-технологом, объектом и ИВК. В-третьих, микро-ЭВМ представляет пользователю возможность выполнения целевых алгоритмов управления

средней сложности. В последнем случае микро-ЭВМ становится инициативным абонентом.

Эффективно применение микро-ЭВМ в составе комплекса технических средств автоматизированной мелиоративной системы — это центральные блоки функционально открытых агрегатных комплексов приборов и средств автоматизации мелиоративного назначения. Микро-ЭВМ в данном случае реализует управление всеми операциями в интерфейсном канале. Широкая номенклатура датчиков и исполнительных устройств, изменение их числа при переходе от объекта к объекту в значительных пределах, этапность автоматизации, при которой со временем изменяется функциональная нагрузка конкретной системы управления и происходит ее интегрирование в систему более высокого уровня — все это диктует необходимость строить комплекс технических средств автоматизации мелиоративных систем на базе принципов агрегатирования, модульности, унификации интерфейсного канала.

На рис. 4 приведена структура агрегатного комплекса с использованием функциональных блоков телемеханических систем, объединяемых магистральным интерфейсным каналом (ИК) ЕИ-1, и микропроцессорной централью ЦМ на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-11" (С5-12).

В состав комплекса входят следующие функциональные блоки: блок управления цифровыми индикаторами (БУЦИ); блок цифровых и буквенно-цифровых индикаторов (БИ); блока ввода-вывода с печатью, выводом на перфоленку и вводом с клавиатуры и перфоленки (ВВУ); передатчик телесигналов (ПДТС); приемник телеуправления (ПРТУ); удлинитель интерфейса (УИ); пре-

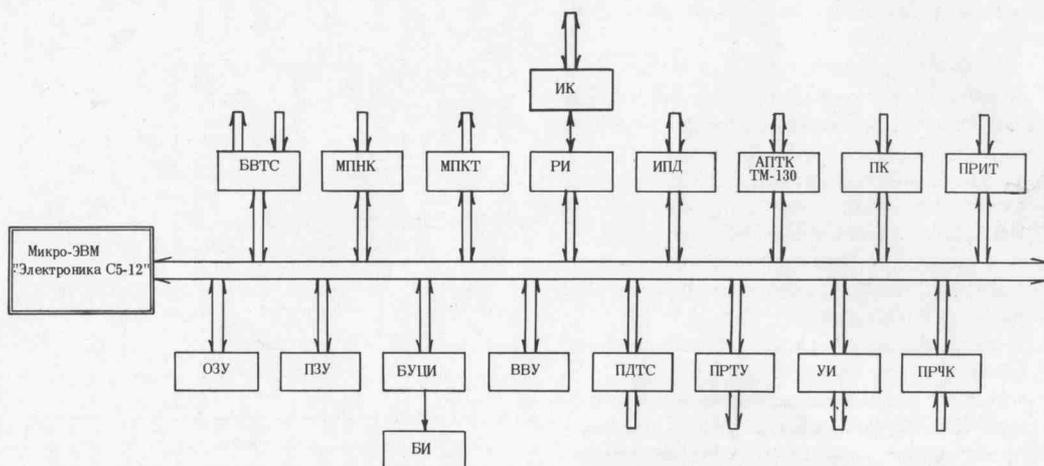


Рис. 4. Структурная схема агрегатного комплекса

образователь частота-код (ПРЧК); приемник интегральных телеизмерений (ПРИТ); преобразователь кодов (ПК); аппаратура передачи телемеханического канала системы телемеханики ТМ-130 (АПТК ТМ-130); интерфейс к стандартной аппаратуре передачи данных (ИПД); разделитель интерфейса (РИ); две интерфейсные карты сопряжения с ЭВМ М-6000; многоканальный преобразователь код-ток (МПКТ); многоканальный преобразователь напряжение-код (МПНК); блок воспроизведения телесигналов (БВТС) (см. рис. 4).

Из блоков комплекса строятся многоканальные цифровые регуляторы (состав: микро-ЭВМ, ОЗУ, ПЗУ, ПРТУ и МПНК. Вместо последнего могут применяться ПРЧК, ПК или ПДТС), которые соединяются с системами верхнего уровня с помощью ИПД или АПТК ТМ-130 и с другими регуляторами при каскадном регулировании с помощью АПТК ТМ-130 или МПКТ, системы дистанционного контроля и регулирования крупными гидротехническими сооружениями и системы управления поливом (состав: микро-ЭВМ, ОЗУ, ПЗУ, БУЦИ, БИ, ПДТС, ПРТУ, ПК, ПРИТ, ПРЧК, МПНК, БВТС), пункты управления телемеханических и телеавтоматических систем (состав: микро-ЭВМ, ОЗУ, ПЗУ, БУЦИ, БИ, ВВУ, АПТК, ТМ-130, РИ, ИК, БВТС, ИПД), входящих в интегрированные АСУТП.

Системы, построенные на основе комплекса, объединяются между собой с помощью удлинителя интерфейса на расстояниях до 150 м, который позволяет также удалять на это расстояние все функциональные блоки комплекса.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

Э.И. Анисимов, О.Н. Коршунов,
В.С. Криворученко, В.А. Мартынов

УПРАВЛЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКОЙ

УДК 681.3-181.48:628.8

Во многих технологических процессах для создания воздушного потока используются вентиляционные установки, позволяющие поддерживать постоянные значения скорости воздушного потока при изменяющихся значениях его поперечного се-

чения, температуры и давления воздуха. Задачи управления этими установками, как правило, решаются с помощью аналоговых астатических регуляторов. Однако область их применения ограничена трудностью конструирования задатчиков параметра с точностью выше 1% даже при наличии прецизионных источников питания, прецизионных резисторов и идеальных ключей; значительной нелинейностью характеристик используемых датчиков, а также тем, что значение основного регулируемого параметра не считается непосредственно с прибора, а вычисляется по промежуточному параметру.

Если в контур управления вентиляционной установкой с двумя мощными вентиляторами для создания стабильного воздушного потока ввести цифровую вычислительную машину, то будут обеспечены съем с измерительной или задающей аппаратуры значений регулируемых параметров, вычисление управляющих воздействий и выдача их на аппаратуру управления, контроль за работой технологического оборудования, индикация регулируемых параметров, анализ аварийных ситуаций и принятие соответствующих решений.

Управляющая ЭВМ, выполняющая все эти функции, должна быть надежной, недорогой, простой в эксплуатации, с программой в постоянной памяти. Этим требованиям удовлетворяет микро-ЭВМ "Электроника С5-11". Она обладает развитой системой команд, необходимыми возможностями по вводу-выводу, но имеет невысокое быстродействие и небольшую память (объем ОЗУ 256 байт, объем ПЗУ 2К). Поскольку алгоритм управления предусматривает достаточно сложные вычисления и интенсивную работу с внешними устройствами, разработан комплекс аппаратных и программных средств, связывающих микро-ЭВМ с объектом управления и обеспечивающий возможность эффективного управления установкой. Структурная схема цифровой части системы управления представлена на рис. 1.

За основной регулируемый параметр в рассматриваемой системе принимается скорость воздушного потока v , связанная с избыточным статическим давлением в потоке ΔP (по отношению к атмосферному давлению B) и температурой воздуха $t_{\text{окр}}$ соотношением

$$v = 6,471 \sqrt{\frac{K_1 \Delta P (273 + t_{\text{окр}})}{K_2 B}}$$

где переменные имеют следующие размерности: v - м/с, ΔP - кг/м², $t_{\text{окр}}$ - °С, B - Па. Коэффици-

центры K_1 и K_2 служат для согласования размерностей и масштабов и определяются в процессе тарировок датчиков.

Величина избыточного давления ΔP датчика давления, имеющего выходной сигнал $V = 0 \div 4В$, преобразуется аналого-цифровым преобразователем (АЦП) в десятиразрядный код. Частоты вращения f_1 и f_2 вентиляторов измеряются с помощью измерителя частоты вращения, который состоит из датчика импульсов и счетчика. За время измерения, равное 0,1 с, на счетчике формируется значение частоты вращения (число оборотов в минуту).

Со специально разработанных регистров в микро-ЭВМ вводятся коэффициенты, которые являются постоянными для данного объекта и характеризуют аналоговую часть системы управления. С пульта оператора задается скорость воздушного потока v_3 , которую должна поддерживать система управления $t_{окр}$ и B .

На выходе цифровой системы имеются три управляющих аналоговых сигнала напряжением $U = 0 \div 10 В$, получаемых с цифроаналоговых преобразователей (ЦАП) и значение текущей скорости воздушного потока v , отображаемое для визуального контроля на цифровом табло.

Для приема всей необходимой информации от датчиков к микро-ЭВМ "Электроника С5-11" подстыкованы специальные блоки. Блок ввода информации содержит девять 12-разрядных регистров для

промежуточного хранения исходных параметров, один 8-разрядный регистр для служебных сигналов и цифровой коммутатор, программно-управляемый от микро-ЭВМ. Наличие регистров позволяет независимо от цикла работы микро-ЭВМ подготавливать исходную информацию.

Блок вывода информации содержит два 12-разрядных и два 8-разрядных регистра, цифровой коммутатор, программно-управляемый от микро-ЭВМ. Посредством этого блока происходит обслуживание ЦАП и индикаторного табло.

Цифровая часть системы управления функционирует следующим образом. При включении питания программа обслуживания цифровых входов анализирует их состояние. По сигналу ПУСК с пульта оператора она переходит на режим управления скоростью потока. При этом в ОЗУ заносятся значения необходимых коэффициентов и величины v_3 , $t_{окр}$, B , ранее установленные оператором. Затем запускается АЦП и измеритель частоты вращения. Дальнейший запуск этих устройств происходит автономно от собственного генератора с частотами 1 кГц и 10 Гц соответственно.

От измерителя частоты после окончания каждого цикла измерения в микро-ЭВМ поступает сигнал ГОТОВНОСТЬ СЧЕТЧИКОВ, разрешающий снимать информацию с соответствующих регистров ввода. Аналогичный сигнал ГОТОВНОСТЬ АЦП поступает в микро-ЭВМ после каждого цикла измерения ΔP и преобразования его в цифровую форму. Вычисленное по результатам измерения значение v выводится на световое табло и сравнивается с v_3 . По рассогласованию $\Delta v = v - v_3$ в соответствии с пропорционально-интегральным законом регулирования вырабатывается управляющий сигнал, который через 10-разрядный ЦАП-3 подается на аналоговые устройства, поддерживающие определенную частоту вращения вентиляторов. Микро-ЭВМ сравнивает также значения частот вращения вентиляторов и в случае их рассогласования выдает в аналоговые устройства через 8-разрядные ЦАП-1 и ЦАП-2 корректирующий сигнал.

При $v = v_3$ микро-ЭВМ выдает сигнал, разрешающий работу измерительных и других систем объекта. По сигналу ОСТАНОВ микро-ЭВМ переводит объект управления в исходное состояние.

При наличии нарушений в работе оборудования в микро-ЭВМ могут поступить два аварийных сигнала. Сигнал АВАРИЯ 1 указывает на фатальные



Рис. 1. Структурная схема цифровой части системы управления.

нарушения, например отказ в работе АЦП. В этом случае процесс управления продолжать невозможно и микро-ЭВМ переводит объект управления в исходное состояние по соответствующей аварийной программе. Сигнал АВАРИЯ 2 указывает на появление нефатальных нарушений, например нарушения в работе блока индикации скорости потока. Процесс управления не прекращается.

Программное обеспечение для микро-ЭВМ создавалось с учетом повышенных требований к надежности его работы. Все программы делятся на четыре основных блока: ввода, вычислений, вывода и контроля за аварийными ситуациями, управление которыми осуществляется программой-монитором.

Блок ввода вводит информацию в двоично-десятичном или двоичном коде (сигналы аварийных ситуаций, от кнопок ПУСК и ОСТАНОВ, с АЦП измерителя частоты), преобразует двоично-десятичные числа в двоичные, проверяет введенные данные на выход за предельные значения, обрабатывает ошибочные ситуации, вносит проверенные данные в таблицу данных ввода.

Блок вычислений выбирает данные из таблицы данных ввода, вычисляет управляющие воздействия, проверяет результаты вычислений на выход за предельные границы, обрабатывает ошибочные ситуации, вносит полученные данные в таблицу результатов.

Блок вывода выбирает данные из таблицы результатов, сравнивает таблицу результатов с таблицей вывода (если приращение по какому-либо из параметров превысит предельное значение, то в таблице вывода значение данного параметра изменится не более чем на величину предельного приращения, это является необходимой мерой предосторожности при задании больших изменений режима работы), преобразует двоичные числа в двоично-десятичные, выводит данные на четыре 8-разрядных регистра.

Блок контроля за аварийными ситуациями обрабатывает ошибочные ситуации, возникшие в предыдущих блоках и аварийные сигналы от аппаратуры: АВАРИЯ 1, АВАРИЯ 2.

Обмен данными между блоками организуется с помощью таблиц. Данные перед занесением в таблицы проверяются, в результате одноразовые ошибки оператора или сбоя в оборудовании в таблицы не вносятся, процесс управления не прерывается, а продолжается с использованием предыдущих значений. При систематическом появлении ошибочных

данных начинают работать программы выхода из аварийных ситуаций.

Наряду с высокой надежностью созданное математическое обеспечение обеспечивает достаточно высокое быстродействие при выполнении всего цикла управления. Например, программа преобразования 3-разрядного двоично-десятичного числа из регистра $A (RA)$ в двоичное в регистре $B (RB)$ не содержит ни одной операции умножения (деления), состоит всего из семи команд и использует две таблицы байтов и слов, в которых содержатся двоичные представления двоично-десятичных байтов, правого и левого соответственно:

806A;	$R6 = RA$
0467;	в $R6$ выделить смещение относительно начала таблицы слов
83B6;	выбрать в RB содержимое
175E;	ячейки по адресу $\langle R6 \rangle + 175E$, т.е. содержимое $P6$ плюс адрес таблицы слов
0461;	сдвиг $R6$ вправо на 1
0368;	сдвиг $R6$ влево на 8
20A6;	выделить в RA правый байт, т.е. смещение относительно начала таблицы байтов
1BBA;	прибавить к RB содержимое
16C0;	байта по адресу $\langle RA \rangle + 16C0$, т.е. содержимое $RA +$ адрес таблицы байтов

Для вычисления значения скорости потока использовались таблицы логарифмов и антилогариф

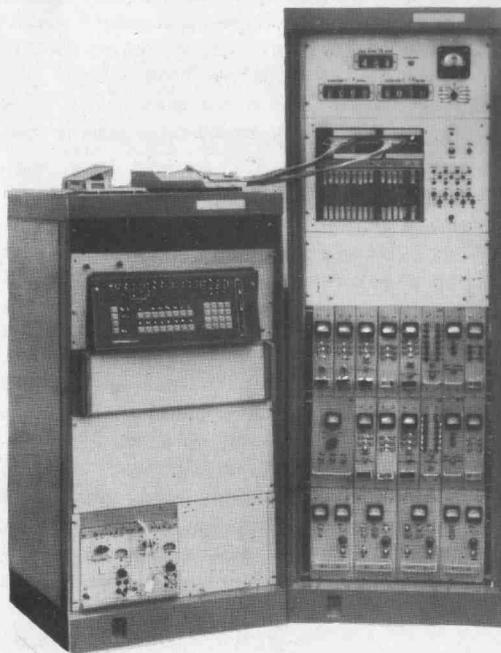


Рис. 2. Отладочный вариант системы управления

мов, что позволило свести операции умножения и деления к сложению и вычитанию, а операцию извлечения квадратного корня — к элементарному сдвигу на один разряд вправо. Из-за небольшого объема ПЗУ пришлось сделать таблицы с большим шагом, поэтому точные значения находились путем интерполяции. Аналогичные программы использовались в программе преобразования двоичных чисел в двоично-десятичные и других программах. Эффективность математического обеспечения достигнута благодаря учету реальных возможных значений данных ввода, вывода и промежуточных результатов вычислений и, следовательно, за счет сознательного отказа от универсальности.

Особо следует остановиться на технологии создания программного обеспечения. Обычно программа проходит две стадии отладки: вначале с помощью программных имитаторов и интерпретаторов на ЭВМ БЭСМ-6, затем на отладочном комплексе, где в качестве памяти микро-ЭВМ используется память ЭВМ М-220. Вслед за этим она заносится в БИС ПЗУ и, естественно, изменить ее невозможно. Но при использовании микро-ЭВМ в реальных сложных процессах управления этого недостаточно.

Для окончательной отладки всего программного обеспечения в реальных условиях был создан отладочный вариант системы управления с микро-ЭВМ "Электроника С5-01" (рис. 2), имеющей ОЗУ большого объема и устройства ввода-вывода данных. Для удобства подготовки программ написаны отладочные программы, включающие редактор связей и кросс-ассемблер. С их помощью были получены программы на перфоленте в формате, требуемом для ввода в микро-ЭВМ, проведены их коррекция и объединение в программные блоки. Весь этот комплекс мероприятий позволил создать эффективно работающее надежное математическое обеспечение.

Использование микро-ЭВМ в системе управления мощной вентиляционной установкой позволяет устранить ручные операции и повысить производительность установки по предварительной оценке на 10%. Автоматическое поддержание заданных скоростей потока и сокращение времени перехода с режима на режим экономит большое количество электроэнергии и, следовательно, повышает эффективность установки.

Ю. А. Изаков-Демидов, В. А. Каллистратов

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

УДК 681.3—181.48

Электротермическое оборудование (ЭТО) как объект автоматического управления характеризуется сложностью выполняемых на нем технологических процессов, многоконтурностью систем управления, большим разнообразием алгоритмов управления, отсутствием прямых параметров регулирования, непрерывностью цикла работы.

Попытка создания универсальных систем автоматического управления (САУ) на основе чисто аппаратных решений не увенчалась успехом, так как жесткость аппаратно реализованных алгоритмов управления, сложность САУ резко снизили надежность таких систем, привели к неоправданно большим расходам на их проектирование, внедрение и эксплуатацию.

Модернизация САУ с развитием технологии и освоением новых типов изделий практически невозможна, так как зачастую требует коренного изменения алгоритма управления.

Например, в сталеплавильных печах алгоритм управления изменяется при изменении марки выплавляемой стали, состава шихтовых материалов, в печах вакуумно-дугового переплава — при освоении новых многокомпонентных сплавов и ужесточении требований к точности поддержания электрических режимов.

К САУ со сложной алгоритмической структурой относятся также системы управления ферросплавных и руднотермических печей, в том числе таких энергоемких, как печи для возгонки желтого фосфора, сложные агрегатированные индукционные ЭТО и ряд других. Как правило, в таких объектах отсутствуют прямые параметры регулирования и управление процессом ведется по косвенным показателям и вычисляемым параметрам, в частности статистическим.

Функциональная структура САУ ЭТО включает в себя устройства предварительной обработки

входной аналоговой и дискретной информации, устройства расчета и формирования заданий для входящих в систему контуров автоматического управления исполнительных органов, устройства визуального представления информации о процессе и устройства документирования процесса. В составе САУ могут быть выделены автоматические регуляторы, реализующие закон регулирования в соответствии с динамическими и статическими характеристиками звеньев регулируемых контуров.

Реализация функций САУ требует различного быстродействия вычислительных устройств. Например, при предварительной обработке входной информации необходимо быстродействие не менее 300–500 тыс. операций в секунду, при работе с динамической моделью объекта в реальном масштабе времени – еще больше. В то же время более простые алгоритмы формирования заданий и алгоритмы регулирования локальных контуров могут быть реализованы при быстродействии на два порядка ниже.

Возможность построения вычислительных и управляющих комплексов на базе микро-ЭВМ и микропроцессорных наборов открыло путь к широкому использованию вычислительной техники в устройствах промышленной автоматизации, в частности в САУ ЭТО. Создание децентрализованных вычислительных систем, распределенных вычислителей, использование микропроцессоров для реализации отдельных функций расчлененной САУ, аппаратное дублирование и в перспективе построение систем со свободным полем процессоров, внешних устройств и общедоступной памятью позволяет по-новому решить вопрос долговечности системы.

Применение микро-ЭВМ и микро-процессорных наборов в САУ такими крупносерийными печами, как, например, индукционные плавильные нагревательные, позволит решить проблему значительного сокращения производственных площадей, занятых устройствами управления этими печами.

Работы по внедрению микро-ЭВМ в систему управления ЭТО проводятся в следующих направлениях:

- создание управляющих вычислительных комплексов и организация их серийного изготовления;
- создание программных и технических средств для отладки алгоритмов и программ;
- разработка алгоритмов и программного обеспечения УВК;
- подготовка кадров в отрасли и у потребите-

лей ЭТО для работы с новыми типами САУ.

С целью определения наиболее оптимальной структуры САУ с УВК и подготовки кадров для серийного внедрения комплексов обычно создаются макетные образцы УВК для объектов, являющихся типопредставителями наиболее важных групп ЭТО.

В настоящее время успешно используются кросс-средства автоматизации разработки программ микро-ЭВМ, ведутся работы по организации взаимодействия моделируемой программы с цифровой моделью объекта управления на уровне ФОРТРАН-программ, что позволит получить мощное средство для отладки алгоритмов управления и программ совместно с моделью печи в реальном масштабе времени.

При разработке макетных образцов УВК наибольшее внимание уделяется вопросам структуры программного обеспечения (ПО), в основу идеологии которого положены следующие принципы:

- совместимость со стандартным программным обеспечением;
- разделение прикладных программ и программ, реализующих стандартные функции;
- выделение в прикладных программах блоков, являющихся общими для различных алгоритмов.

Сопоставление возможностей стандартного ПО микро-ЭВМ "Электроника С5-01" с предъявляемыми требованиями привело к необходимости его расширения.

В состав ПО входят стандартные программы, поставляемые в комплекте с микро-ЭВМ, стандартная программа-диспетчер, обеспечивающая взаимодействие программных единиц стандартного и прикладного ПО и обмен с внешними устройствами УВК, и прикладные программы для управления технологическим процессом конкретного ЭТО или целого класса.

Дальнейшее развитие структуры УВК на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-01" предполагает выделение блока информационно-измерительного устройства с самостоятельным процессором, предназначенным для программной предварительной обработки входных сигналов и формирования массива информации, чтение которого осуществляется микро-ЭВМ управляющего блока как в асинхронном режиме, так и синхронно, через интерфейс прямого доступа к памяти.

Р. Н. Галушкевич,
М. А. Лукьянчук, Е. Ю. Петров

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ В АСУТП ПРИГОТОВЛЕНИЯ СМЕСЕЙ

УДК 681.3—181.48:666.1

Необходимость повышения качества продукции, а также автоматизация технологических процессов в таких отраслях промышленности, как стекольная, химическая, шинная, требует все более совершенных средств автоматического взвешивания, дозирования и смешивания компонентов. Смесеобразование — сложный многофакторный процесс, для которого характерны тесная взаимосвязь и взаимообусловленность параметров, большое число неконтролируемых возмущений, нестационарность расхода сыпучих компонентов смеси.

В настоящее время разработан ряд автоматизированных систем управления технологическими процессами смесеобразования, предназначенных для стекольной промышленности. Системы выполнены на базе ЭВМ и имеют централизованную иерархическую структуру с двумя уровнями управления. На первом уровне обеспечивается приготовление смеси согласно рецепту с максимальным быстродействием при заданной среднеквадратической ошибке дозирования, на втором — решаются задачи оптимизации управления с целью обеспечения

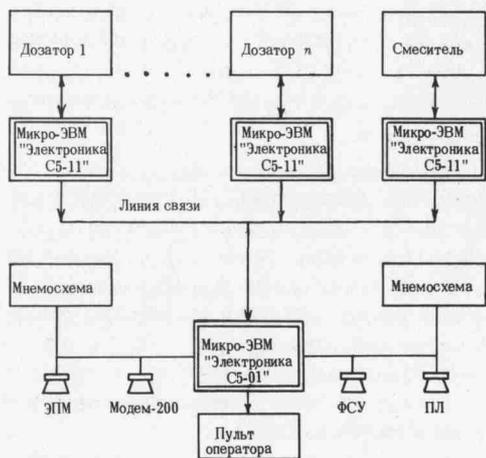
минимума среднеквадратических отклонений основных окислов в шихте, централизованного учета материальных потоков сырья и готовой продукции, расчета технико-экономических показателей работы цеха. Структура централизованного управления приготовлением шихты имеет существенные недостатки. Главным из них является малая надежность системы по основной функции — программированному управлению дозировочно-смесительными линиями.

Построение децентрализованной системы управления на основе применения микро-ЭВМ (см. рисунк) более экономично с точки зрения стоимости и надежности. В этом случае устройство управления дозатором на базе микро-ЭВМ практически автономно и обеспечивает оптимальный режим управления питателями дозатора. Обмен информацией между микро-ЭВМ и центральным процессором осуществляется на уровне уставок на взвешивание, сигналов синхронизации. Основные функции микро-ЭВМ в этом режиме:

- хранение информации о заданных величинах навески, перевеса, о погрешностях предыдущих взвешиваний, производительности дозаторов;
- сравнение текущего веса в дозаторе с заданным;
- выдача синхронного сигнала на вибратор или двигатель шнекового питателя;
- двухсторонний обмен информацией с центральным процессором;
- контроль аварийных ситуаций дозатора и выдача данных центральному процессору для принятия решений.

Децентрализованное построение системы управления более чем в 10 раз повышает ее надежность по сравнению с централизованной системой.

Ожидаемый годовой экономический эффект от применения системы, например, только в дозировочно-смесительном цехе стекольного завода средней мощности составит десятки тысяч рублей в год. Экономия достигается в результате сокращения брака: исключения возвратов шихты, возникающих вследствие нарушения технологического процесса смесеобразования; снижения потерь на стеклообразование при поддержании оптимального рецепта шихты; экономии удельного расхода сырьевых материалов; сокращения обслуживающего персонала.



Структурная схема АСУТП приготовления смесей

Статья поступила 28 октября 1977 г.

В. В. Войтецкий, В. И. Гольтраф,
В. И. Першин, В. Н. Юнг

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

УДК 681.3—181.48:629.12

Современное развитие судовой техники характеризуется непрерывным ростом степени автоматизации и усложнением задач, решаемых системами контроля и управления. Особенно большое значение имеют задачи развития и повышения качества систем управления и контроля энергетических установок, электроэнергетических и общесудовых систем и устройств, так называемых судовых технических средств.

Реализация судовой автоматики на традиционной аппаратной базе параллельной обработки информации приводит к значительному усложнению систем и неунифицированным решениям. При этом затраты в ряде случаев могут превышать полученный эффект, а некоторые функции принципиально не могут быть реализованы.

Из возможного разнообразия структур построения судовых информационно-управляющих систем следует выделить два основных направления.

Централизованная структура характеризуется наличием центральной (обычно резервированной для надежности) ЭВМ с высокой производительностью. В этом случае на ЭВМ возлагается решение всех функциональных задач контроля и управления техническими средствами, а также управления самой работой информационно-управляющей системы. В состав такой структуры обычно входит центральный вычислитель, включающий ЭВМ, и центральный пульт обработки информации. Периферийные устройства состоят из устройств сбора первичной информации (УСПИ) и средств представления информации. Первые предназначены для приема аналоговой и дискретной информации о состоянии параметров технических средств от датчиков и сигнализаторов и преобразования их в вид, необходимый для ввода в ЭВМ, а также для выдачи результатов решения исполнительным органам. Средства представления информации (дисплеи, цифровые табло, обобщенные и развернутые мнемосхемы, телетайпы) располагаются на пультах соответствующих видов технических средств. Обмен информа-

цией между УСПИ, средствами представления и ЭВМ осуществляется только через ЭВМ по уплотненным коллективным каналам, имеющим магистральную или радиальную структуру.

В централизованной информационно-управляющей системе вся информация о состоянии оборудования (обычно в секундном цикле) поступает для анализа и обработки в ЭВМ. При этом 80% объема памяти ЭВМ с учетом программы диагностирования самой системы занято программой управления периферийными устройствами и только 20% — программой процессора ЭВМ.

Рассматриваемая система требует для своей реализации значительно меньшего количества аппаратуры при высокой степени унификации внутри- и межсистемной аппаратуры. Однако это справедливо для сложных установок с большим объемом обрабатываемой информации (примерно для 500-800 источников и 50-1000 потребителей информации), что снижает гибкость и целесообразность использования этой системы в сравнительно простых установках. Кроме того, долговечность системы полностью определяется работоспособностью центрального пункта обработки информации, при выходе его из строя прекращается функционирование системы в целом. Незначительный объем памяти и малое время в цикле, отводимое для решения функциональных задач, существенно ограничивают возможность наращивания функций. Концентрация в одной ЭВМ достаточно сложных операционных, диагностических и функциональных программ затрудняет их программирование, отладку и организацию взаимодействия программ.

Децентрализованная структура характеризуется сочетанием центральной мини-ЭВМ с рядом микро-ЭВМ, предназначенных для работы в составе периферийных устройств и для решения ряда локальных задач.

Информационно-управляющие системы такого типа представляют трехуровневую иерархическую многомашинную структуру. Низший уровень — микро-ЭВМ, входящие в локальные контуры управления, предназначенные в основном для оптимизации процессов управления. На устройства второго уровня, выполненные тоже на базе микро-ЭВМ, возлагаются задачи регулирования, дискретного управления и защиты по отдельным функциональным задачам и видам технических средств. Взаимосвязанное управление осуществляется центральной ЭВМ и микро-ЭВМ второго уровня и представляет высший иерархический уровень.

В информационных вычислительных системах, решающих задачи централизованного контроля,

технического диагностирования оборудования, вычисляющих технико-эксплуатационные показатели, микро-ЭВМ используются для создания активных периферийных пунктов обработки информации, которые, как и при централизованной структуре, делятся по видам технических средств и топологическому признаку. Разница лишь в том, что входящие в состав УСПИ микро-ЭВМ имеют операционные и диагностические программы, обеспечивающие автономную работу и контроль устройства, а также необходимый минимум функциональных программ для управления установками.

Активные терминалы (дисплеи, телетайпные аппараты и др.) также имеют микро-ЭВМ с программами управления функционированием и контроля этих устройств. В памяти микро-ЭВМ содержится статическая информация (словари стандартных текстов и слов, программы формирования фоновой, знаковой информации). На центральную ЭВМ в этом случае возлагается реализация сервисных задач (диагностирования оборудования, вычисления технико-эксплуатационных показателей и др.), требующая значительных затрат производительности машины и объемов памяти. Обмен основной оперативной информацией между УСПИ и средствами представления может происходить непосредственно по своим каналам связи, минуя центральную ЭВМ. Исходной информацией для центральной ЭВМ в этом случае является информация, поступающая от УСПИ по отдельным каналам.

Все устройства связаны системой взаимных приоритетов. Обмен информацией представляет собой недетерминированный процесс и осуществляется по заявке со стороны средств представления информации (по вызову оператора), либо программно по результатам обработки в УСПИ или центральной ЭВМ.

Сравнение двух типов структур позволяет сделать вывод о том, что децентрализованная структура существенно улучшает характеристики системы, а именно:

- использование микро-ЭВМ в составе периферийных пунктов обработки информации освобождает центральные ЭВМ от реализации основного объема программ управления и контроля этих устройств и тем самым расширяет возможности системы по решению функциональных задач в центральной ЭВМ;
- повышается долговечность системы;
- при выходе из строя центральных ЭВМ системы возможно сохранение основных ее функций;
- упрощается процесс проектирования, наладки, сдачи системы за счет существенного возрастания

автономности устройств, сокращения объема обмена информацией между ними;

– облегчается обеспечение нестандартных режимов функционирования в процессе наладки и ввода в действие системы благодаря функциональной самостоятельности отдельных устройств;

– обеспечивается структурная гибкость, что позволяет создавать системы с ограниченным объемом задач как двухуровневые системы.

Для практической реализации децентрализованных систем по своим функциональным возможностям более всего подходят микро-ЭВМ типа "Электроника С5-01" и "Электроника С5-11".

Статья поступила 28 октября 1977 г.

В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Б. Г. Киселев,

И. З. Коминаров, В. В. Парадинец

УПРАВЛЕНИЕ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

УДК 681.3—181.48.004:535.8

Системы программного управления технологическими установками, используемыми при изготовлении изделий электронной техники (генераторами изображения, фотоповторителями, установками совмещения, графопостроителями), существенно различаются по структуре, объему входной информации и требованиям, предъявляемым к быстройдействию. Применение микро-ЭВМ, выполненной на одной плате, позволило привести различные системы управления к единой структуре, обеспечивающей автономную работу установок; ввод данных от внешних устройств, в том числе от ЭВМ более высокого уровня; ввод данных от оперативных органов управления; обработку входной информации; управление технологическими операциями и диагностику работоспособности.

Микро-ЭВМ "Электроника С5-11" имеет четыре восьмиразрядных входа и выхода (рис. 1). На вхо -

ды 1 и 2 поступают данные с оперативных органов пульта управления, на вход 3 — от внешних носителей информации. Через выходы 2 и 3 осуществляется вывод числовых данных соответствующих адресов, поступающих с выхода 1. Управление обменом данными в системе организуется посредством связей со входом "0" и выходом "0".

Пример системы управления графопостроителем (см. рис. 1) иллюстрирует возможности и ограничения, которые накладывает применение микро-ЭВМ "Электроника С5-11" в системе управления графопостроителем ЭМ-722 и генератором изображения ЭМ-549.

Реализованные связи микро-ЭВМ и их назначение показаны на рис. 2.

Обработка входной геометрической информации, воспринимаемой в виде кадра, осуществляется по следующим направлениям:

- проверка на четность;
- анализ по признакам и распределение памяти;

- перевод десятичных чисел в двоичные;
- расчет данных для интерполятора.

Данные в систему вводятся фотосчитывающим устройством FS-1501, обычно используемым в оптико-механическом оборудовании. Программа микро-ЭВМ, рассчитанная на обработку каждой строки кадра по первым трем направлениям, снижает скорости ввода каждой строки до 300 Гц, что недопустимо. Повышение скорости ввода было достигнуто введением буферной памяти небольшой емкости (объемом в один кадр) в узел управления обменом данными (см. рис. 1), посредством которого осуществляется управление потоком информации в системе. Это устранило зависимость времени обращения к внешним носителям информации от производительности микро-ЭВМ и повысило производительность управляющей программы микро-ЭВМ, так как при ее составлении основное внимание было уделено уменьшению времени выдачи данных на исполнительные органы.

В связи с тем, что современные генераторы изображения обладают скоростью фотонабора порядка 0,5 экспозиций в секунду буферная память должна вводиться и в системы управления генераторами.

Интерполятор в графопостроителе обеспечивает задание перемещений чертежного инструмента по линии или дуге окружности. С применением микро-ЭВМ аппаратное построение интерполятора стало проще, поскольку в него вводятся данные, подготовленные микро-ЭВМ: пути разгона и торможения, радиус кривизны, длина линии, скорость и т.п.

Таким образом, для обеспечения заданной производительности установок на выходе микро-ЭВМ ставится узел, на который подается информация в наиболее расчлененном виде. С пульта вводятся необходимые константы, например для графопостроителя: масштабы; длина пути разгона привода до максимальной скорости, по которой вычисляется оптимальный режим разгона и торможения; номер кадра, с которого можно начать вычерчивание и т.д. На пульт поступает диагностическая информация в виде номера отказа в соответствии с тестами, номер обрабатываемого кадра и др.

Использование микро-ЭВМ в технологическом оборудовании дает значительный экономический эффект и снижает трудоемкость изготовления оборудования.

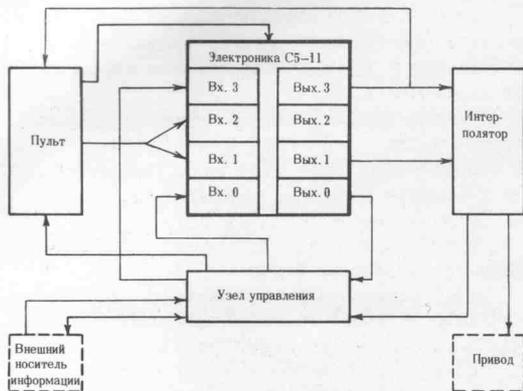


Рис. 1. Структурная схема системы управления графопостроителем ЭМ-722



Рис. 2. Система управления графопостроителем

И. З. Коминаров, И. И. Мешечкин,
В. И. Скворцов, В. И. Хлебников

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ИСПЫТАНИЯМИ МДП БИС

УДК 681.3—181.48: [620.199:621.382.825]

Для проведения динамических функциональных и статических параметрических испытаний p -ка-нальных МДП БИС для логических, арифметических устройств и устройств ввода-вывода микрокалькуляторов и микропроцессоров разработана система, управляемая от микро-ЭВМ "Электроника С5-01" (см. рисунок).

Функции, выполняемые микро-ЭВМ в системе:

- сбор и первичная обработка результатов испытаний;
- накопление результатов испытаний, их анализ и регистрация;
- задание режимов испытаний (частота функционального контроля, амплитуда питающих и тактовых напряжений) при испытаниях БИС последовательно в нескольких режимах;
- фиксация времени наработки измерительных постов.

Испытания БИС проводятся следующим образом. Из управляющей памяти на измерительные посты поступает тестовая последовательность, полученная в результате моделирования принципиальной схемы конкретной БИС. В качестве управляющей памяти в системе использовано ферритовое ПЗУ емкостью 4096 72-разрядных слов, время выборки 1,5 мкс. Сигналы с БИС, соответствующие заданному входному воздействию, сравниваются амплитудными дискриминаторами измерительного поста с ожидаемой комбинацией.



Блок-схема управления функциональными испытаниями

Каждый измерительный пост содержит 48 драйверов и 48 амплитудных дискриминаторов. В результате сравнения вырабатываются сигналы ГОДЕН или БРАК. При появлении сигнала ГОДЕН из управляющей памяти на измерительный пост подается следующее слово, а при сигнале БРАК функциональные испытания прекращаются. Результат испытаний поступает в микро-ЭВМ. На БИС, успешно прошедших функциональные испытания, специальным автоматом, входящим в состав измерительного поста, измеряются токи утечки выводов. Одновременно могут испытываться две БИС. Настройка измерительного поста на испытания конкретной схемы осуществляется установкой в него сменных коммутационных узлов. Испытания БИС могут проводиться в двух вариантах:

- задание режимов от ЭВМ;
- опрос рабочих регистров измерительных постов.

Выдача сопроводительной документации в виде сводок и формуляров производится по вызову оператора с пульта вызова данных.

Для организации решения задач в системе управления работой ввода-вывода, редактирования информации используется телетайпная версия диспетчерской системы.

Целевые программы можно условно разделить на две группы:

- программы сбора статистики, включающие в себя основную программу обработки сигналов прерываний от измерительных постов и сбора статистики, а также вспомогательные программы начального пуска, подсчета времени;
- программы документирования, состоящие из программ управления печатью, программ печати формуляров и сводок.

Программа обработки прерываний от постов и сбора статистики инициируется внешними сигналами прерываний, поступающими от постов в 1–4 разряды программного регистра прерываний. Программа обрабатывает сигналы прерываний и накапливает информацию в следующих массивах оперативной памяти микро-ЭВМ:

- основном массиве статистики;
- массиве брака по току утечки;
- массиве брака по функциональному контролю;
- массиве испытаний;
- массиве ошибок контактирования.

Программа обработки сигналов прерываний от постов и сбора статистики имеет четыре входа — по числу разрядов регистра прерываний, введенных под посты. Алгоритм ее не зависит от номера поста и является единым для всех постов.

Программа начального пуска подготавливает оперативную память микро-ЭВМ перед запуском системы.

Программа подсчета времени определяет с точностью, равной минуте, время включения системы, работы и ремонта постов.

Программа управления печатью осуществляет передачу управления программам печати сводок по различным формам (в зависимости от нажатой клавиши пульта вызова данных), а также вводит в стандартные ячейки признак разбраковки схем и числа 1-15 (номера поставок и типов БИС). Программа управления печатью также работает по сигналам прерывания. Программы печати различных сводок базируются на средствах редактирования, которые представляются телетайпной версией диспетчерской системы. Все программы печати сводок осуществляют печать заголовков форм, подготавливают массивы-операнды и далее — печать строк таблиц или массивов. Общий объем стандартного и целевого математического обеспечения составляет 3300 кодов.

Разработанная система предназначена для испытаний МДП БИС в производственных условиях.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

В МЕДИЦИНЕ

Э. Н. Завьялов, Н. И. Понамарева,
В. В. Хилько, В. И. Шаменков

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ В АППАРАТУРЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 681.3-181.48:61

Применение микро-ЭВМ при разработке новых медицинских приборов различного назначения позволяет значительно улучшить их технические показатели, расширить практические возможности.

Преимуществами медицинской техники с применением микро-ЭВМ являются: простота обслуживания, относительное снижение стоимости, возможность работы приборов в общей автоматизированной системе "Лаборатория" в клинических и больничных условиях, а также в условиях объединенных клиничко-диагностических лабораторных центров городов и областей страны, проводящих медицинское профилактическое обследование населения.

Микро-ЭВМ "Электроника С5-01" и "Электроника С5-11" применяются в фотоэлектрическом денситометре для электрофореза, в колориметре для серийных лабораторных анализов, в биохимическом автоанализаторе для проведения массовых исследований крови в НИИ, лечебных учреждениях, санаторно-курортных комплексах.

Микро-ЭВМ "Электроника С5-11", укомплектованная аналого-цифровым преобразователем, которая входит в состав денситометра, осуществляет преобразование напряжения, пропорционального светопропусканию, логарифмирование, интегрирование электрофореграммы по всей длине и на участках, ограниченных минимумами, вычисление концентрации компонент электрофореграммы, выдачу данных на устройство цифровой индикации и цифropoleчь с указанием границ нормы содержания различных белковых фракций.

В колориметре микро-ЭВМ "Электроника С5-11" помимо аналого-цифрового преобразования напряжения, пропорционального светопропусканию, и логарифмирования, осуществляет построение калибровочной кривой, калибровку измерений, периодическую коррекцию калибровочной кривой, считывание цифровых идентификаторов биопроб и сопоставление их с результатами исследований биосубстратов, вывод данных о значении концентрации на устройства цифровой индикации и цифropoleчь с указанием границы "норма-патология" и символов идентификации пробы с результатами.

Введение микро-ЭВМ "Электроника С5-01" в состав биохимического автоанализатора дает возможность кроме всех задач, перечисленных ранее в применении к колориметру, который является одним из блоков автоанализатора, решить задачи программного управления блоками подачи кассет с биопробами, точного дозирования различных химических реактивов, синхронного управления термостатирующим перемешивающим и транспортирующим устройствами.

Большой интерес представляет использование микро-ЭВМ в автоматизированных системах скоростного выращивания и инкубации микробиологических структур.

В заключение необходимо отметить, что благодаря применению микро-ЭВМ в медицинской лабораторной аппаратуре удается автоматизировать процесс проведения исследований в лечебных учреждениях страны, повысить точность показателей и сократить время пребывания пациентов на стационарном лечении.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

А. Л. Барановский, А. Н. Калининченко, Л. А. Манило,
А. П. Немирко, А. Г. Предтеченский

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

УДК 681.3—181.48:615.471

Автоматизация технических средств наблюдения за состоянием больных позволяет предупредить возникновение угрожающих жизни состояний, повысить эффективность лечебных воздействий. Например, при лечении сердечно-сосудистых заболеваний и особенно инфарктов большое значение имеет автоматизация анализа электрокардиосигнала (ЭКС) в реальном масштабе времени для распознавания диагностически важных нарушений сердечного ритма [1]. Автоматические системы, решающие эту задачу [2], должны вести одновременно непрерывное наблюдение за несколькими пациентами, обеспечивать точное обнаружение и измерение количественных характеристик существенных изменений в ЭКС, иметь развитую систему тревоги по приоритетам и систему отображения диагнозов, регистрировать данные о состоянии каждого больного и отрезки ЭКС, вызвавших тревогу, обладать высокой надежностью при непрерывной работе в течение суток, быть удобными и простыми в эксплуатации, к тому же достаточно недорогими.

В соответствии с общей тенденцией такие системы выполняются на базе мини-ЭВМ [2], микропроцессоров и микро-ЭВМ [3,4]. Последний вариант в сочетании с иерархической структурой системы наиболее приемлем при выполнении вышеперечисленных требований.

Описываемая система длительного наблюдения за кардиологическими больными построена на базе микро-ЭВМ семейства "Электроника С5" и предназначена для автоматической диагностики и прогнозирования патологических состояний больных по данным анализа ЭКС и данным клинического обследования, для оповещения медицинского персонала об ухудшении состояния больных посредством включения системы тревоги, документирования выходной информации.

Система представляет собой вычислительный комплекс, состоящий из прикроватного оборудова-

ния и центрального поста (см. рисунок). Центральный пост предназначен для контроля и отображения текущего состояния и истории развития болезни восьми пациентов, прогнозирования ухудшения состояния больных, выдачи выходных документов.

В микро-ЭВМ "Электроника С5-01" реализуется дополнительная обработка полученных в мониторах электрокардиографических диагнозов с учетом данных клинического обследования и анамнеза для более точной диагностики состояния пациента, формируется оценка тенденций в изменении состояния каждого пациента, осуществляется прогнозирование ухудшения состояния больных. Результаты анализа ЭКС, диагностики и прогнозирования выводятся на устройства отображения (осциллоскоп с цифровой памятью, поле индикации диагнозов ЭКС, поле индикации тревоги), а также на устройства регистрации (электрическую пишущую машинку для вывода данных в стандартной форме и электрокардиограф для автоматической записи по тревоге отрезков ЭКС). Ввод данных клинического обследования и анамнеза в систему осуществляется также через пишущую машинку. Для связи центрального поста с мониторами и управления работой системы в целом служит пульт управления.

Прикроватное оборудование представляет собой удобный для самостоятельного использования кардиомонитор, рассчитанный на обслуживание одного пациента. Монитор выполнен на базе микро-ЭВМ "Электроника С5-11" и осуществляет первичную обработку, анализ ЭКС, формирование диагноза и сигналов тревоги, управление записью и хра-



Автоматизированная система наблюдения за состоянием больных

нение в ОЗУ ЭКС патологических участков, отображение ЭКС и состояния пациента, передачу данных на центральный пост.

Устройство распознает 12 видов нарушений сердечного ритма, разделяемые по степени опасности для пациента на три группы. При возникновении нарушений каждой группы формируются соответствующие сигналы тревоги. Сочетания нарушений, вызывающих сигналы тревоги, определяются врачом и заносятся с пульта монитора.

Алгоритм обработки ЭКС в кардиомониторе осуществляет сокращение избыточности отсчетов ЭКС после аналого-цифрового преобразования; поиск R-зубца; вычисление величины RR-интервалов; измерение параметров QRS-комплекса ЭКС; распознавание нарушений ритма; распознавание желудочковых фибрилляций; проверку на артефакт; тестовую проверку кардиомонитора.

Алгоритм сокращения избыточности реализует кусочно-линейную аппроксимацию нулевого и первого порядков по измеряемым в зависимости от свойств сигнала параметрам. Алгоритм проверки на артефакт распознает фоновые помехи, интенсивные импульсные помехи, нарушение контакта электродов с поверхностью тела. Поиск R-зубца осуществляется посредством нахождения базовой точки по участку ЭКС большой крутизны и структурного распознавания R-зубца по контексту. После нахождения R-зубца аналогичными методами осуществляется поиск Q-и S-зубцов, наличие которых в ЭКС для работы алгоритма не обязательно.

Классификация нарушений ритма осуществляется по модифицированному алгоритму [5] с учетом признаков формы комплекса QRS-зубцов ЭКС. Все алгоритмы обработки ЭКС, за исключением алгоритма сокращения избыточности, реализуются программно в системе команд микро-ЭВМ "Электроника С5-11".

ЛИТЕРАТУРА

1. Чирейкин Л.В., Мейзеров И.В., Немирко А.П. Системы длительного наблюдения в кардиологических отделениях и автоматический анализ ритма сердечной деятельности. "Кардиология", 1975, № 6.
2. Computers in Cardiology Conference, Bethesda, Md., 1974.
3. Автоматизированная система для наблюдения за состоянием больных в отделениях интенсивной терапии. "Электроника", Пер. журн. США "Electronics", 1974, № 18.
4. Moritz W.E., Murdock D.B. Microprocessor based patient monitoring system. "Proc. 28 th Ann. Conf. Eng. Med. and Biol". New Orleans, 1975, v. 17.
5. Барановский А.Л., Немирко А.П., Чирейкин Л.В., Тамаркин М.З. Вопросы разработки анализатора ритма сердечной деятельности. "Вопросы радиоэлектроники. Сер. ОТ", 1975, вып. 15.

Д. С. Дернов,

И. А. Нерославский, Н. К. Сыроегин

БИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА

УДК 681.3-181.48:61

Профессиональный психологический отбор лиц, занимающихся сложной операторской деятельностью, представляет в настоящее время весьма актуальную задачу*.

Описываемый биотехнический комплекс предназначен для профотбора лиц, поступающих в специализированные училища гражданской авиации, т.е. специалистов летно-диспетчерского состава. Цель профотбора — своевременное выявление абитуриентов, по своим личностным, психологическим или физиологическим показателям не пригодных для выполнения летно-диспетчерской деятельности, и прогноз летной и академической успеваемости принятых на обучение в училище гражданской авиации.

Абитуриентам предъявляется некая тестовая задача, на которую последние должны реагировать стандартным образом, согласно полученной инструкции. Варьируя содержание тестовых задач в пределах выбранного алфавита, добиваются выявления всех или большинства профессионально значимых качеств для данной конкретной деятельности.

Реакции испытуемых на тестовые задания обрабатываются, получаемые оценки поступают на устройства индикации и регистрации. Для повышения достоверности выдаваемых прогнозов параллельно с психологическим тестированием ведется обработка физиологической информации.

Таким образом, обобщенная структура класса профотбора должна содержать средства отображения информации, органы съема реакций испытуемых (операционное поле), блок съема физиологической информации, вычислительную систему для хранения программ тестов, управления выдачей тестовых заданий на средства отображения информации, обработки сигналов реакций испытуемых и физиологической информации, ведения регистрации и индикации полученных результатов.

*Гуревич К.М. "Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы". М., "Наука", 1970.

Включение вычислительных средств в состав биотехнического комплекса обеспечивает его универсальность, т.е. возможность реализации широкого круга тестовых задач и алгоритмической обработки большого объема физиологической информации.

Ниже приводятся результаты сравнения двух вариантов построения вычислительной системы: централизованной на основе ЭВМ М-6000 и децентрализованной с применением микро-ЭВМ "Электроника С5-11" в качестве периферийного процессора и "Электроника С5-01" в качестве центрального процессора.

	Централизованная структура	Децентрализованная структура
Площадь, занимаемая классом на 20 рабочих мест, м ²	180 (ЭВМ М-6000 занимает дополнительное помещение 118 м ²)	80
Количество обслуживающего персонала, человек	5-7	2
Надежность	Выход из строя центральной ЭВМ эквивалентен отказу комплекса	Отказ отдельной микро-ЭВМ лишь на 5% снижает технические показатели. При этом легко организуется резервирование рабочих мест
Уровень унификации, %	70	90

Периферийные процессоры на каждом рабочем месте ведут первичную обработку сигналов реакций испытуемых на тестовые задания и физиологической информации, центральный процессор управляет предъявлением испытуемым тестовых заданий, производит вторичную обработку получаемых из периферийных процессоров оценок, формирует выходные файлы и обеспечивает через дисплей диалог инструктора с вычислительной системой.

Децентрализация вычислительных средств увеличивает потенциальные эксплуатационные возможности комплекса при переходе от групповых методик, применяемых при профотборе, к индивидуальным, применяемым при программном обучении.

Расчеты показали, что стоимость такого комплекса, выполненного на микро-ЭВМ, будет примерно в три раза меньше, чем при реализации его путем использования традиционной "жесткой" логики.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

В АППАРАТУРЕ СВЯЗИ

В. С. Антошевский,
Г. С. Истомина, Э. П. Шпилевский

АБОНЕНТСКИЕ ПУНКТЫ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

УДК 681.3-181.48.004:621:395.3

Общегосударственная автоматизированная система сбора и обработки информации для учета, планирования и управления будет создаваться на основе государственной системы вычислительных центров и единой автоматизированной сети связи страны (ЕАСС). В настоящее время ведется работа по организации ЕАСС и общегосударственной системы передачи данных.

Материальную основу последней составляют средства передачи данных — специальное оборудование и программное обеспечение. Основным техническим средством связи пользователя с ЭВМ (ВЦ) является абонентский пункт (АП), показанный на рисунке. Структура и алгоритм работы АП существенно влияют на эффективность системы передачи данных, определяя ее быстродействие, надежность, достоверность и другие характеристики.

Задачи, решаемые АП, можно разбить на две большие группы в соответствии с требованиями сети связи и пользователя (абонента). Решения сетевых задач, в частности обеспечение алгоритмической совместимости АП с центрами коммутации сообщений, концентраторами, центрами коммутации каналов, отличаются многочисленными вариантами. Не менее разнообразны решения задач второй группы.

В связи с многообразием функциональных задач АП и вариантов их решения абонентские пункты, входящие в состав системы передачи данных, построены на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-01". При работе с микро-ЭВМ всегда имеется возможность быстрой замены специальной программы для выполнения той или иной индивидуальной задачи — достаточно поставить вместо одного ПЗУ другое, с новой программой, или же воспользоваться оперативной памятью, причем основное оборудование остается одно и то же. Путем смены плат ПЗУ или наращивания памяти можно созда-

вать модификации АП с различным алгоритмом функционирования и набором устройств ввода-вывода. Аналогичная замена в устройстве аппаратной логики влечет за собой изменение проводного монтажа в большей части опытного образца системы. В обычных разработках достижение конечного результата часто связано с изготовлением и переделкой ряда опытных образцов, а это дорогостоящий и длительный процесс.

Многофункциональность задач АП и необходимость обеспечения работы в реальном масштабе времени требуют наличия в микро-ЭВМ разветвленной системы прерываний, осуществления режима мультипрограммирования, организации системы команд микро-ЭВМ, позволяющей работать с байтами.

Рассмотрим реализацию указанных требований в программном АП, построенном на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-01".

Организация управления решением задач и обменом с внешними устройствами осуществляется в АП с помощью диспетчерской системы.

Единицей целевого программного обеспечения АП является задача, инициируемая с помощью системы прерываний. Общение задач с диспетчерской системой осуществляется на языке макрокодов. Задачи АП, определяемые его алгоритмом функционирования, делятся на четыре группы в зависимости от уровня прерывания. Задачи внутри группы не прерывают друг друга. Чем меньше номер группы, тем выше приоритет входящей в нее задачи.

Самым высоким приоритетом обладает задача первой группы ПУЛЬТ, инициируемая с частотой 1 Гц, в функции которой входит контроль за состоянием органов управления и определение возможности выдачи информации на внешние устройства.

Вторая группа включает в себя задачи: УПРАВЛЕНИЕ, ЛИНЕЙНАЯ ЗАДАЧА и ТАЙМАУТ.

Задача УПРАВЛЕНИЕ определяет режим работы АП: автономный, контроль, работа с каналом связи, ввод информации.

ЛИНЕЙНАЯ ЗАДАЧА непосредственно управляет обменом информации по каналу связи. Она состоит из восьми процедур, которые выполняют различные действия по установлению и разрыву соединения, обработке информации и передаче ее в канал связи.

Для контроля правильности выполнения процедур управления и передачи данных применяются специальные временные интервалы — таймауты, реализуемые задачей ТАЙМАУТ. Длительность используемых таймаутов различна в зависимости от их назначения.

Третья группа состоит из задач ввода данных с пишущей машинки и фотосчитывателя для передачи в канал связи. Используя ОЗУ микро-ЭВМ, можно провести редактирование данных при подготовке.

Задачи четвертой группы, имеющие самый низкий приоритет, выполняют функции подготовки блоков данных при передаче сообщений, а также декодирования и вывода информации на внешние устройства.

Задачи, обеспечивающие передачу данных, организованы таким образом, что ввод и подготовка блока данных происходят одновременно с передачей в канал связи очередного блока. При приеме сообщений декодирование очередного блока происходит параллельно с приемом последующего или выводом на внешнее устройство предыдущего блока.

Приведенное структурное разбиение по группам и приоритетам в соответствии с принятой тактикой диспетчерования позволило создать целевое



Абонентский пункт

программное обеспечение, реализующее многообразные функции АП на ЭВМ с быстродействием 10^3 операций/с. Благодаря высокоразвитой системе прерываний удалось наилучшим образом организовать целевые задачи, распределить между ними приоритеты и вычислительные мощности.

Реализация всех преимуществ программного метода построения АП в значительной мере определяется содержанием и качеством выполнения системы математического обеспечения. Из общих требований к системе следует выделить:

- безошибочность программ и технологической документации;
- создание средств автоматизации процесса разработки и отладки программ и микропрограмм;
- модульный принцип организации, эффективность, надежность, простоту в эксплуатации.

Разработанное для микро-ЭВМ "Электроника С5-01" математическое обеспечение предоставляет программисту возможность записать целевые задачи АП на программном и микропрограммном уровне с использованием языков символического кодирования (автокода и микроавтокода) и отладить алгоритмы на универсальных ЭВМ.

Выполнение работ по отладке программ АП потребовало создания комплекса отладочных средств. Для АП с объемом ЗУ от 2 до 10 К отладочным может служить комплекс средств, включающий микро-ЭВМ с достаточным объемом внешней памяти, устройство ввода программ, программы загрузки и резидентные средства автоматизации программирования и отладки программ микро-ЭВМ.

Следующей модификацией отладочных средств является макетирующая система на основе комплекса АП – ЭВМ типа М-220. Это система стационарного типа, используемая для отладки программ АП и их совершенствования, с использованием моделей реальных каналов связи. Такая система прошла успешные испытания при разработке первого программного АП на основе микро-ЭВМ "Электроника С5-01". Созданные для микро-ЭВМ средства автоматизации процесса разработки и отладки программ на универсальных ЭВМ позволяют отработать алгоритмы функционирования АП без изготовления и испытания макетов узлов, блоков и аппаратуры в целом, что значительно снижает затраты материальных и производственных ресурсов, повышает эффективность и качество разработки.

Результаты испытаний программного абонентского пункта дают основание заключить, что применение микро-ЭВМ в качестве основного функционального узла АП позволило:

- снизить производственные затраты при проектировании;
- сократить затраты средств и времени на разработку;
- исключить до 12000 соединений, что резко увеличивает надежность и соответственно сокращает затраты на эксплуатационное обслуживание;
- уменьшить потребляемую мощность втрое по сравнению с аппаратным решением АП;
- уменьшить габариты и массу аппаратуры;
- повысить производительность труда оператора АП за счет расширения набора сервисных услуг, предоставляемых абонентам;
- снизить стоимость АП;
- исключить наиболее трудоемкий этап при производстве абонентских пунктов – изготовление и настройку плат и блоков с электроэлементами;
- решить проблему массового изготовления оконечного оборудования для нижнего звена систем передачи данных.

При существующей тенденции снижения стоимости оконечного оборудования более экономичной является децентрализация обработки и вычислений с помощью "интеллектуальных" АП. При этом минимизируются затраты на системы за счет оптимального использования каналов связи.

Дальнейшее совершенствование микро-ЭВМ семейства "Электроника С5", увеличение их быстродействия и объема подключаемой памяти позволит создать "интеллектуальные" АП с различными скоростями передачи (от 200 до 9600 бит/с) и широким набором периферийных устройств.

Статья поступила 28 октября 1977 г.

В. Н. Блинов, В. П. Зиняков, В. Н. Сасковец

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-11" В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ КОММУТАЦИОННОГО УЗЛА СВЯЗИ

УДК 621.395.331

Высокая надежность коммутационного узла связи (рис. 1) с управлением от ЭВМ достигается введением избыточности в структуру станции и, прежде

всего, автоматизированной системы контроля и диагностики и системы технического обслуживания. Первая выдает информацию о состоянии коммутационного узла и обеспечивает локализацию неисправностей, вторая доводит информацию о малейших неполадках до обслуживающего персонала, который, заменяя неисправные типовые элементы (ТЭЗы), восстанавливает исходную избыточность коммутационного узла.

Как правило, вся система управления узла связи состоит из основной и резервной ЭВМ. При сбоях или отказе одной из них необходимо прежде всего определить, какая именно неисправна. Успешное практическое решение этой задачи требует, чтобы ЭВМ обладала высокой производительностью и время выполнения тестовых программ

диагностики неисправной машины не оказывало существенного влияния на качество обслуживания вызова.

Применение микро-ЭВМ "Электроника С5-11" для резервирования управляющей ЭВМ в составе узла связи по мажоритарному учету позволяет определить неисправности ЭВМ без нарушения функционирования управляющего комплекса и в случае необходимости заменить неисправную машину без выключения станции. Вариант такого управляющего комплекса представлен на рис. 2.

Память, мажоритарные устройства, каналы сопряжения, периферийные управляющие устройства и сканеры дублируются. Резервирование комплектов осуществляется с дробной кратностью. Коммутационное поле строится с внутренней избыточ-

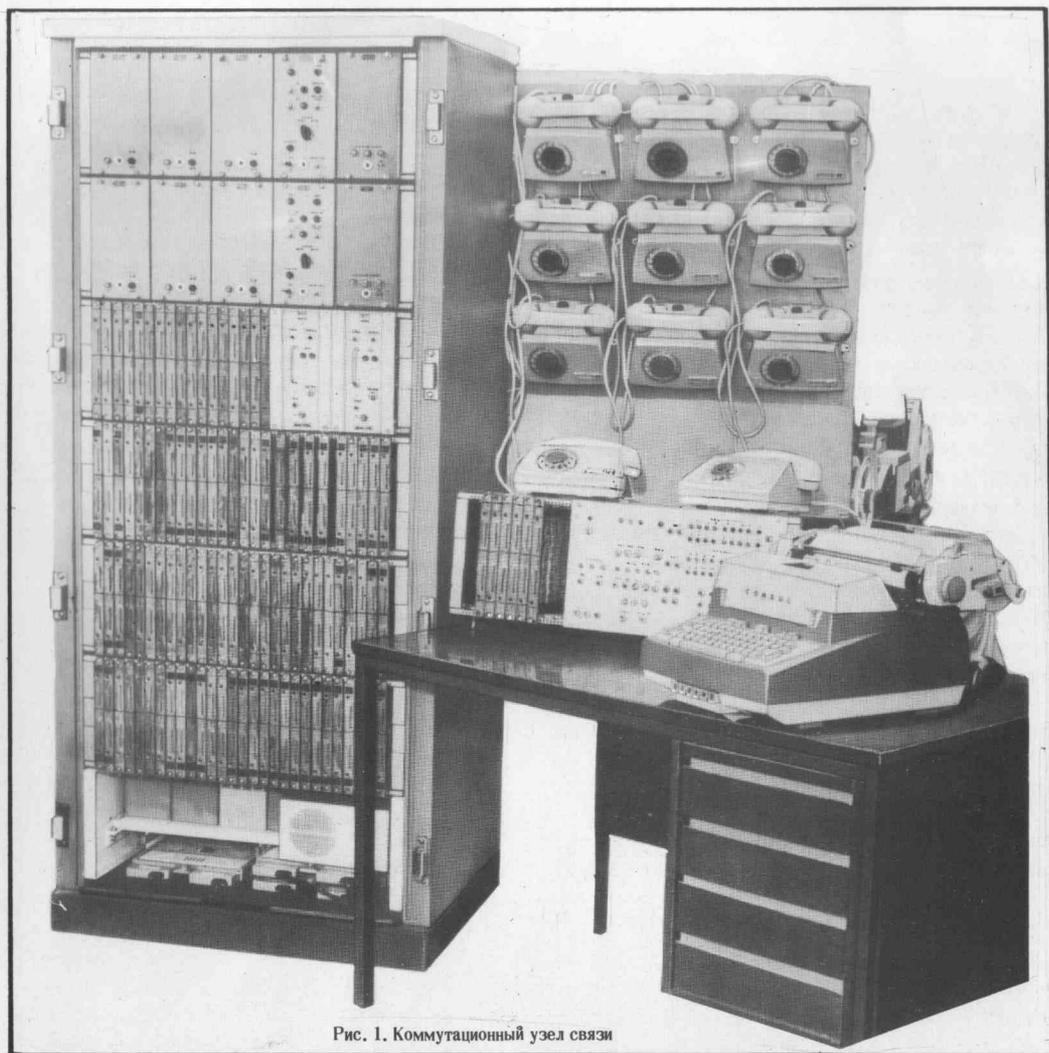


Рис. 1. Коммутационный узел связи

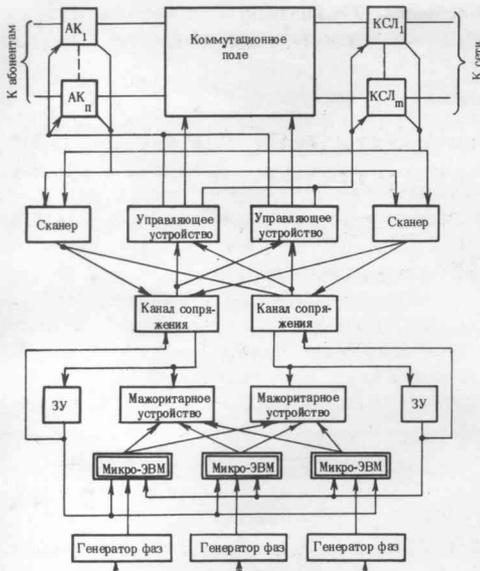
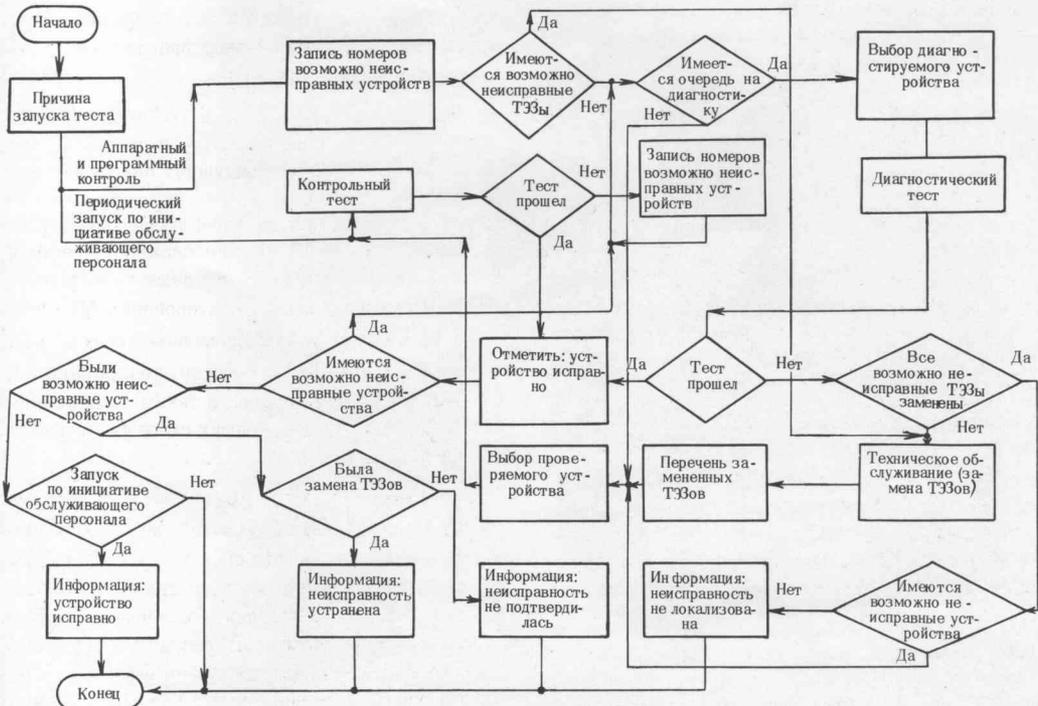


Рис. 2. Система контроля и обнаружения неисправностей коммутационного узла связи

Рис. 3. Алгоритм контроля и обнаружения неисправностей коммутационного узла связи



ностью, т.е. между входами и выходами коммутационного поля имеется несколько промежуточных путей.

Алгоритм контроля и обнаружения неисправностей коммутационного узла связи (рис. 3) составлен исходя из следующих предположений:

– в контролируемом оборудовании имеется только одна неисправность;

– если тест прошел успешно, то проверяемое устройство исправно с вероятностью, близкой к единице;

– если тест не прошел, то проверяемое устройство с вероятностью, отличной от нуля, может быть исправно, т.е. неисправно может быть устройство, связанное с проверяемым;

– диагностический тест отличается от контрольного тем, что кроме результата теста определяется возможно неисправный ТЭЗ или группа их;

– обслуживающий персонал может заменить все или часть возможно неисправных ТЭЗов.

Программа выполнения такого алгоритма может быть начата по сигналам от аппаратного или программного контроля, а также повторяться периодически в порядке профилактического контроля или по желанию обслуживающего персонала.

Наиболее часто эта программа будет запускаться периодически в порядке профилактического контроля с положительным результатом проверки.

Если запуск программы произведен обслуживающим персоналом и тест прошел успешно, то выдается информация об исправности проверяемого устройства.

При обнаружении неполадок в памяти ЭВМ формируется перечень возможно неисправных устройств, каждое из которых проверяется сначала с помощью контрольного теста, а затем, если неисправность подтвердилась, и диагностического теста. Обслуживающий персонал, получив информацию о неисправных ТЭЗах, заменяет все или часть их и сообщает об этом ЭВМ, после чего программа осуществляет запуск теста на устройства, в которых заменены ТЭЗы и, если этот тест проходит успешно, выдает информацию о том, что неисправность устранена.

Возможен вариант, когда все устройства, включенные в список предполагаемых неисправными, успешно проходят тестовую проверку, а никакого ремонта при этом не производилось. Тогда программа выдает информацию о том, что неисправность не подтвердилась. Такая информация свидетельствует о многократных сбоях, либо о недостатках автоматизированной системы технического диагностирования.

Наконец, возможен и такой случай, когда замена ТЭЗа не восстанавливает устройство. В этом случае автоматизированная система технического диагностирования исчерпала свои возможности и неисправность либо находится на стыке устройств, либо в устройстве, не включенном в список возможных неисправных устройств. При этом выдается информация о том, что неисправность не локализована и обслуживающий персонал должен перейти к нестандартным операциям.

Таким образом, описанный алгоритм обеспечивает выдачу обслуживающему персоналу необходимой информации для восстановления коммутационного узла связи.

Работа экспериментального образца коммутационного узла малой емкости показала правильность выбранных технических решений, обеспечивающих достаточную избыточность системы контроля.

Рассмотренная структурная схема коммутационного узла связи с управляющей микро-ЭВМ и резервированным периферийным оборудованием и представленный обобщенный алгоритм локализации неисправленного устройства позволяют значительно повысить надежность работы коммутационного узла.

Ю. В. Аветов, Ю. А. Головин,
О. И. Кутузов, В. И. Петрович

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА С5-01" В СУДОВЫХ АБОНЕНТСКИХ ПУНКТАХ

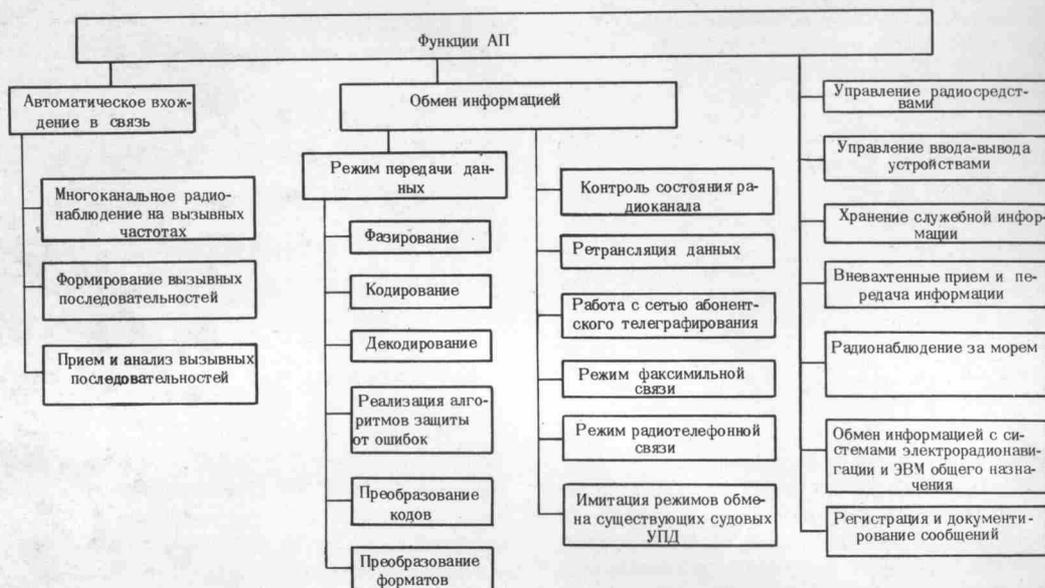
УДК 681.3—181.48:621.395.3

При создании АСУ морского транспорта и океанического рыболовства одной из важнейших задач является разработка совершенной системы связи. К аппаратуре передачи данных, необходимой для функционирования АСУ, предъявляются высокие требования по скорости передачи информации, верности данных, надежности, габаритам. Вновь разрабатываемая аппаратура должна отвечать также требованиям многорежимности и многофункциональности, определяемым спецификой радиосвязи морской подвижной службы.

Перспективные судовые устройства передачи данных, удовлетворяющие предъявленным требованиям, разрабатываются на основе новой элементной базы — микро-ЭВМ и новых программных методов реализации функций связи.

Рассматривая задачи судового абонентского пункта (АП), можно выделить ряд наиболее существенных его функций (см. рисунок). Каждая из этих функций может быть возложена на микро-ЭВМ, выполняющую роль основного управляющего и обрабатывающего модуля АП. Однако сложность решения всего комплекса задач в целом делает желательным поэтапный подход к проектированию АП. Поэтому первоначально исследовались вопросы реализации на микро-ЭВМ процессов кодирования и декодирования информации, а также имитации режимов обмена существующих судовых устройств передачи данных.

Абонентами судового АП являются береговые зональные радиочастоты, радиочастоты иностранных портов и судов, радиостанции отечественных судов, в том числе и не имеющих аппаратуры передачи данных. Таким образом, для обеспечения преемственности и совместимости различных судовых устройств передачи данных нужна адаптивность АП к абоненту, т.е. необходимо решить задачи



Основные функциональные задачи судового АП

программной имитации режимов обмена основных существующих судовых устройств передачи данных, т.е. построения адаптивного программного кода.

Судовой АП должен обладать способностью к имитации режимов обмена основных из существующих типов АП. Верность данных в аппаратуре обеспечивается применением корректирующего циклического кода (65–55).

В системах морской радиосвязи одним из основных используемых режимов является передача без обратной связи. Увеличение верности передаваемой информации в этом случае достигается трехкратным повторением блоков циклического кода с исправлением ошибок мажоритарным побитовым сложением. Показано, что наиболее критична по времени процедура логического анализа принятого трехсимвольного блока. Временная задержка на анализ блока не должна превышать 15 мс. Составленная для микро-ЭВМ "Электроника С5-01" программа содержит около 60 операций, т.е. вполне выполнима за указанное время.

Моделирование процесса передачи информации с использованием циклических кодов различной длины и потоков ошибок, полученных в реальных радиоканалах, позволило выделить наиболее при-

годную группу кодов длиной 26–32 бит с числом контрольных разрядов от 8 до 16.

В результате исследования возможностей применения микро-ЭВМ "Электроника С5-01" для построения программного многорежимного кода удалось показать, что микро-ЭВМ может использоваться как основная управляющая и обрабатывающая часть судового АП, решающая при этом целый спектр задач связи, управления, коммутации и т.д. На микро-ЭВМ "Электроника С5-01" можно построить многорежимный адаптивный кодек, причем правильный выбор метода реализации процедур кодирования-декодирования позволит достичь высоких скоростей работы в канале.

Дальнейшее уменьшение габаритов и стоимости микро-ЭВМ делает перспективным распараллеливание функций АП между несколькими вычислительными модулями. В этом случае одна из микро-ЭВМ могла бы выполнять целиком функции многорежимного программного кода. Программный метод реализации основных функций судового АП позволяет имитировать алгоритмы обмена уже существующих судовых устройств передачи данных, обеспечивая совместимость различных морских систем передачи данных.

В 1979 Г. В ИЗД-ВЕ "СОВЕТСКОЕ РАДИО" ВЫЙДУТ

НОВЫЕ КНИГИ

И. Е. Соловейчик
ДИСПЛЕИ
В СИСТЕМАХ С ЭВМ

15 л., 12000 экз.

Рассматривается главное направление развития современной техники отображения информации — дисплеи, их использование в АСУ различного назначения и в качестве выходных устройств ЭВМ. Излагаются принципы действия и технические особенности систем, основанных на цифровом управлении телевизионным растром. Особое внимание уделяется вопросам структуры этих систем и получения их оптимальных характеристик, а также использования в них графики и цвета для расширения информационных возможностей. Описывается процедура взаимодействия дисплеев с местными и удаленными ЭВМ через каналы связи. Приводятся примеры использования дисплеев в различных областях народного хозяйства.

Книга предназначена для широкого круга специалистов, связанных с разработкой и практическим использованием ЭВМ, дисплеев и АСУ.

М. А. Бедрековский, В. В. Волга, Н. С. Кручинкин
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ
МИКРОСХЕМЫ

4,5 л., 35000 экз.

Описываются схемотехнические особенности построения микропроцессорных БИС — нового класса цифровых интегральных схем, анализируются пути их развития. Рассматриваются принципы проектирования и технологические варианты их изготовления. Приводятся примеры использования таких устройств.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся вопросами эксплуатации и ремонта РЗА, а также на специалистов, работающих в области испытаний узлов и блоков РЗА.

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА
И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ
ПРИБОРЫ

Сборник статей. Вып. 4.

Под ред. А. А. Васенкова и Я. А. Федотова

16 л., 12000 экз.

Публикуются статьи по следующим вопросам: общие проблемы и физические основы микроэлектроники, микропроцессоры, интегральные гибридные и пленочные микросхемы, основы технологии интегральных схем, методы контроля и измерительная аппаратура, проектирование микроэлектронной аппаратуры и технологии ее изготовления, оптоэлектроника, новые направления микроэлектроники. Рассматриваются тенденции развития микропроцессоров, инженерные методы расчета и схемотехники БИС, а также результаты исследования свойств дискретных полупроводниковых приборов и некоторые вопросы оптимизации технико-экономических показателей ИС.

Сборник предназначен для специалистов и научных работников, занятых в области разработки, изготовления и применения микросхем и микроэлектронной аппаратуры.

МИКРОПРОЦЕССОРЫ.
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ
ПОСТРОЕНИЯ
И ПРИМЕНЕНИЯ

Под ред. А. А. Васенкова

20 л., 40000 экз.

Рассматриваются принципы построения микропроцессоров, их архитектура. Описываются полупроводниковые запоминающие устройства микропроцессорных вычислительных средств, БИС сопряжения микропроцессоров с объектами контроля, измерения и управления. Большое внимание уделяется применению микропроцессоров.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся созданием и эксплуатацией цифровых вычислительных средств.

Ответственные за выпуск *И. В. Кокорев, Т. К. Привалова*
Художник *В. А. Чернецов* Технический редактор *Г. М. Корнеева*
Цветные фото *Б. В. Борисевич, А. П. Бабина*
Корректоры *А. В. Смирнова, Н. С. Русецкая*



Подписано в печать 1.У1.78 г.
Т-10457 Формат 60x90/8 Объем 11 п.л.
Уч.-изд.л.10,5 Индекс 3833 32 статьи, 11 реф.
Заказ №430 Тираж 3550 Цена 2 р. 90коп.

