

ISSN-0032-8154

включая  
ИКА

# Приборы и системы управления 10 1996



• Разработка • Изготовление • Поставка  
технических и программных средств для АСУ ТП

## 40 лет



**М С К У М** —  
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ  
СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ  
И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ АСУ ТП  
В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ



## Создание и применение средств вычислительной техники для управления технологическими процессами в странах СНГ

Рассмотрены особенности средств управляющей вычислительной техники (СВТ), история ее развития в СССР и СНГ, рекомендуемая стратегия работ в этой области в новых условиях. На примерах управляющих вычислительных комплексов (УВК) разработки АО "Импульс" (Северодонецк) прослежены варианты логической и физической структуры комплекса, организация локальных сетей, структурных методов повышения надежности.

The article concerns the distinctive features of the controlling computer technics, its historical developmental trends within USSR and CIS and the recommended strategy of the works in this field under new circumstances. By the way of examples of the controlling computer complexes developed by SV "IMPULSE" (c. Severodonetsk) the variants of the physical and logical structure are overlooked as well as local networks management and structural methods for reliability increase.

Одно из важнейших направлений информатизации — создание и внедрение СВТ для автоматизации управления технологическими процессами в промышленном производстве, на транспорте, в сельском хозяйстве, системе охраны окружающей среды и т. д.

Как показывает многолетний зарубежный и отечественный опыт, АСУТП обычно окупаются за полтора года.

Основные составляющие экономического эффекта — увеличение выхода и повышение качества продукции; уменьшение расхода энергии и материалов; сокращение технологического персонала и времени простоя технологического оборудования и затрат на его ремонт. Большое значение имеет в внешнеэкономический эффект: повышение безопасности; уменьшение ущерба, наносимого окружающей среде; улучшение условий труда.

Вместе с тем этой технике уделяется очень мало внимания в периодической и неперiodической литературе по компьютерам, где львиная доля публикаций посвящена персональным компьютерам и рабочим станциям, сетям из них, а в последнее время — играм и мультимедийным приложениям. Журнал "Приборы и системы управления" остается фактически единственным, в котором вопросы СВТ рассматриваются в широком объеме.

Основные отличия вычислительных комплексов для систем управления процессами (УВК) от персональных компьютеров и рабочих станций (ЭВМ) перечислены в таблице.

В СССР для автоматизации процессов в народном хозяйстве, а тем более в военно-промышленном комплексе использовались почти исключительно отечественные СВТ.

Появление первых отечественных СВТ относится к концу 50-х — началу 60-х годов. Сначала для каждого конкретного применения разрабатывали и изготовля-

ли специализированную управляющую вычислительную машину (УВМ). Примерами могут служить УВМ "Автодиспетчер", обеспечивавшая диспетчерское управление нехом слабой азотной кислоты на Северодонецком комбинате, и УВМ "Автооператор", с помощью которой был реализован первый в Европе опыт непосредственного цифрового управления на промышленном предприятии — Чернореченском химзаводе. Обе машины были разработаны и изготовлены в Луганском филиале Института автоматизации (ЛИФА) в г. Северодонецке (в дальнейшем он был переименован в НИИУВМ, на базе которого было создано НПО "Импульс").

Затем стали появляться серийные УВМ, рассчитанные на широкое применение: в ЛИФА — машина первичной обработки информации МППИ-1 и УВМ УМ-1, в других организациях — "Днепр" (УМШН), УМ-1Х, ВНИИЭМ-3 и др.

В начале 70-х годов на рынке появилась первая отечественная мини-ЭВМ третьего поколения, предназначенная для управления технологическими процессами, — М-6000 (разработка НИИУВМ, производство — на Северодонецком, Киевском и Тбилиском заводах). Дальнейшие работы по УВК велись в рамках международной программы СМ ЭВМ (на управление технологическими процессами была ориентирована архитектура линии СМ-1/СМ-2, в состав которой помимо УВК СМ-1, -2, -2М, -1210 входил приобретаемый большую популярность промышленный контроллер ТВСО-1).

Все разработки выполнялись, как правило, самостоятельно, с учетом (в большей или меньшей степени) лучшего зарубежного опыта и общепринятых стандартов. Использовались почти исключительно отечественная элементная база. Импорт ограничивался, за редким исключением отдельными периферийными устройствами, закупаемыми в странах-членах СЭВ.

По функциональным, структурным возможностям и основным показателям назначения отечественные УВК соответствовали уровню ведущих зарубежных поставщиков. Отставание наблюдалось по массогабаритным и эстетическим показателям, сервису, а также надежным показателям. Последние частично компенсировались более развитыми средствами резервирования, что опять-таки приводило к увеличению массогабаритных показателей.

Отечественные УВК успешно функционируют на многих предприятиях стран СНГ и бывшего СЭВ (в том числе почти на всех атомных и крупных тепловых электростанциях), а также в ряде развивающихся стран. Поставлялись они на экспорт в развитые капиталистические государства. В России и других странах СНГ накоплен большой опыт проектирования и эксплуатации АСУ на базе этих комплексов.

Производство за последние десятилетия изменилось существенно по сравнению со стратегией разработки, производства и применения в странах бывшего СССР СВТ:

- с разрушением СССР разорваны связи между организациями, совместно разрабатывавшими и внедрявшими СВТ, а также традиционные связи между изготовителями и потребителями этих средств, в одной стране, и поставщиками комплектующих изделий и материалов, с другой;

- разрыв экономики и почти полное прекращение строительства новых и модернизации существующих промышленных предприятий вызвали многократное падение спроса на управляющую вычислительную тех-

ЭВМ	УВК	Системы
Представляет собой законченное автономное изделие, комплектуемое на единственно небольшой номенклатуре составных частей	Является частью АСУ. Для каждого объекта требуется, как правило, свой состав и своя конфигурация, комплектуемая из широкой номенклатуры составных частей	Для УВК требуется принципиально более широкая номенклатура периферийных устройств (планшеты объектов разноразмерных между собой в объектах и отразительных устройствах), более сложная компоновочная конструкция
Средства, формы и протоколы общения человека с системой определяются заказчиком заранее. Они, как правило, стандартизованы	Для каждого типа объектов управления требуется свой формат, методы и язык общения человека (оператора-техника) с системой управления	Необходимо развитие широкого ассортимента технических и программных средств систем автоматизированного персонала и методов их применения
Набор решаемых задач в большинстве случаев разнороден и широк и не описан	Для каждого конкретного применения набор решаемых задач относительно постоянен и широк и описан	Для повышения эффективности требуется проблема критерия УВК на характер решаемых задач
Оснастка и сбор не приводит к катастрофическим последствиям	Последствия ошибок в сборе могут быть катастрофическими	Более высокие требования к безопасности УВК и операторов. На особо ответственных объектах требуется проведение не только длительных проверочных средств
Разрабатывает контракт, в одном номере. При необходимости имеет ссылку на глобальную сеть	Территориально разрозненные определяют объект. Возможна работа на объекте и сотни километров	Для создания технических и программных средств требуется комплекс территориально-разрозненных комплексов (определенных видов)
Условия эксплуатации нормальные	Условия эксплуатации могут отличаться от нормальных. Часть применения — на подвижных объектах	Должна быть обеспечена (по требованию) устойчивость к различным климатическим, механическим и тому подобным условиям
Критичность к габаритным размерам и энергопотреблению	В большинстве случаев габаритные размеры и энергопотребление неизвестны	Габаритные размеры и энергопотребление должны привнесены в программу надежности и удобства эксплуатации и ремонта
Рабочие программы создаются, как правило, программистами	Рабочие программы обычно создаются специалистами, не знакомыми с программированием	Необходимость создания проблемно-ориентированных систем подготовки программ
Платформа программ осуществляется чаще всего на одной ЭВМ	В большинстве случаев программы готовятся на инструментальной ЭВМ	Необходимость создания комплексных систем подготовки программ
Выпускаясь ЭВМ готова к эксплуатации	Нужна большая опись поставляемых работ на объект	Во внедрении УВК должны участвовать его изготовитель, все специализированные производственные организации
При передаче на новую ЭВМ необходимо обеспечить только программную совместимость	При передаче на новую ЭВМ требуется обеспечить не только программную, но и структурную, культурную и тому подобную совместимость	При развитии и модернизации системы надо учитывать значительное количество требований по совместимости

нику и, как следствие, нерентабельности большинства видов работ и серийного производства;

- за годы террактовой и реформы отставание отечественной элементной базы и технологий изготовления от мирового уровня существенно увеличилось;
- если раньше стоимость отечественного hardware была в среднем на несколько порядков ниже стоимости аналогичных импортных средств, то теперь, из-за непропорционального роста стоимости энергоресурсов, комплектующих и материалов, снизившей серьезности производства и по ряду других причин, стоимость практически сравнялась;
- повзрослели широкие возможности приобретения зарубежных комплектующих, узлов, устройств, изделий УВК, их программного обеспечения и даже АСУ "под ключ".

Нередко высказывается мнение, что не следует разрабатывать отечественную компьютерную индустрию, а использовать в этом направлении пути импорта. Данный тезис неграмотен и вреден по следующим причинам:

- в области техники, а особенно в средствах для управления;
- Принятие этого тезиса поставило бы страны СНГ в худшее в индустриальную и экономическую зависимость от других государств (приобретение систем управления от других государств, получение запчастей для эксплуатируемых систем, модернизация систем управления при усовершенствовании технологического обо-

рудования и т. д.), а в ряде применений (в первую очередь в обороне) требуется значительность информации и независимость от внешних поставщиков (при эксплуатации, модернизации, перевооружении систем управления) вообще исключает использование импортных технических и программных средств.

Как уже было сказано, стоимости отечественных и импортных серийно выпускаемых технических средств сейчас примерно одинаковы. Но специальные разработки аппаратных и программных компонентов для конкретного применения и тем более комплексирование их в рабочие программируемые АСУ для конкретного объекта, монтаж, пуск и наладка, выполнение отечественными фирмами, знаящими рынок, чем зарубежными (так как в этих работах велик удельный вес затрат), плата которого за рубежом и не несоизмерима. Практика свидетельствует, что особенно большие трудности (соответственно и большие затраты) возникают при стыковке импортной управляющей техники с отечественными технологическими объектами, обладающими недостатками разработки фирм, особенно мелких, а также при замене на действующем объекте физический или морально устаревшей отечественной системы управления новой.

Автоматизация сложного процесса практически невозможна без авторского сопровождения со стороны генерального поставщика технических и программных средств (рекламные обещания, принадлежность, как

правило, малым фирмам, но имеющим опыт в этой области, поставши технических средств и программного продукта, их трудно найти, особенно за рубежом). АСУП, спроектированные и не всегда, только для самых примитивных условий, а в ведущих капиталистических странах такие услуги ценятся высоко.

Все результаты бывшего СССР дительное время размывались в захлестом социальным, экономическим и научно-производственным пространством. Созданы и остались информационные технологии, методы и формы представления и обработки информации, развиты нормативно-техническая база (ГОСТ, СТД и др.), которая по некоторым требованиям (например, по условиям испытаний и эксплуатации) жестче международных стандартов. Поэтому сейчас существуют и существуют достаточно развитые системы управления, ограничивающие широкое применение зарубежных стандартов СВТ в наших реальных условиях. Не менее серьезные ограничения накладываются на применение импортной техники на объектах оборонного значения (Смещение международной обстановки отнюдь не означает допустимость полной раскраски всего и вся).

Сегодня научный и технический потенциал в области информатики и вычислительной техники, в том числе средств автоматизации, определяет уровень страны. Отказ от продолжения и интенсификации в странах СНГ работ в рассматриваемом направлении приведет к утрате накопленного научно-технического потенциала, восстановлению который будет невозможно. В результате страны будут отброшены в разряд слаборазвитых. Следует вспомнить, что Япония и другие "тигры Востока", адаптируя опыт США и других развитых стран в наукоёмких отраслях, таких как электроника и компьютерная техника, одновременно создали и развили собственный научно-технический потенциал и по ряду позиций даже обогнали США.

Имею из сказанного представляется целесообразным принять следующую стратегию обеспечения компьютерной автоматизации технологических процессов в странах СНГ (эта стратегия принята в НИО, ИИО АО "Импульс" — бывшей головной организации СССР, сейчас головной организации Украины по СВТ для управления технологическими процессами).

Генеральным поставщиком технических и программных средств в составе УВК, используемых на новых и модернизируемых объектах, должна быть отечественная организация, накопившая большой опыт работ в этом направлении.

Одноименно УВК необходимо осуществлять либо по заказу заказчика или привлеченной им системной организации, либо на основании самостоятельного изучения объекта и задания исполнять генеральным поставщиком или субподрядчиком организации, чьи ресурсы УВК нужно использовать единую номенклатуру компонентов (агрегатных модулей, устройств, конструкций, вспомогательных изделий, программ и т. д.), состоящую из лучших изобретений.

Выбором по технико-экономическим критериям из числа имеющихся на мировом рынке и проверенных на совместимость и соответствие отечественным стандартам.

Помимо компонентов и поставок на новые или модернизируемые объекты УВК с системным програм-

мыам обеспечением это же организация может выполнить следующие работы:

- создание (самостоятельно или с привлечением субподрядных организаций) АСУП или другой АСУ, включая изучение объекта, разработку алгоритмов управления и технологии действий операционного персонала; проектирование, поставку помощью УВК датчиков, исполнительных механизмов, устройств локальной автоматики, пуллов, шлюзов, линий связи и т. д. (т. е. всего оборудования АСУ); а также технологической эксплуатации информационной документации, проектная и монтажно-эксплуатационная; аттестация и поверка каталогов, начинающихся не от нуля, как в УВК, а от датчика;
- расширение или модернизацию АСУ на действующих объектах;
- гарантийные и послегарантийное обслуживание.

Поддержка большинства районов АСУП работами в разномудром цикле (режиме диспетчерского управления). Это объясняется в ряде случаев неадекватностью работоспособности органов управления (парадоксальная ситуация — разработчик АСУП не может в спокойной обстановке без ограничения по времени доложить в машину раскладку на ту или иную конкретную ситуацию на объекте и предлагает оператору решить эту задачу за считанные секунды в условиях аварии на объекте), но чаще всего неадекватности комплексов датчиков и процессоров (неадекватности в формировании объекта к человеку-оператору. Нередки системы, в которых машина выдает на объект управляющее воздействие вместо в разрешения оператору).

Но фактическая ситуация диаметрально противоположна. Анализ всех происшедших за последние время аварийных ситуаций на АЭС Украины показывает, что длительная доля их произошла по вине обслуживающего персонала. Поэтому заказчик АСУП все чаще требует не только работы ее в замкнутом цикле, но и контроля за всеми действиями операционного персонала и блокировки ошибок.

Первые АСУПН были односторонними и одноканальными (все датчики и исполнительные органы подключались радиальными линиями связи к одному центру — УВМ — и обменивались с ним естественными электрическими сигналами). Впоследствии в формировании и наращениях, дуополюсионными, частотными, число- и временноулычными и т. п.). Такая структура сохраняется и сейчас для простых комплексных объектов. Но в последние годы ввиду расширения объектов она не обеспечивает требуемых надежности (отказ одного центра приводит к отказу всей системы), универсальности, пропускной способности, отличается большим расходом электроэнергии при выполнении функций датчиков и исполнительных органов. Отсюда возникла необходимость компоновки распределенных (многочисленных) УВК с иерархической структурой и резервированием элементов компонентов.

Сегодня многочисленные фирмы во всем мире, в том числе совместные предприятия, предлагают заказчикам разнообразные конфигурации локальных сетей, представляющие собой совокупности УВК, которые используют свои интерфейсы и протоколы. Предприимчивые попытки провести международную стандартизацию в этой области.

Распространены варианты структурного построения УВК. Для иллюстрации будем использовать в основном УВК микропроцессорной системы средств контроля и управления (МСКУ М) и системы средств интеллектуальной телемеханики (СИТА) фирмы "Импульс" и "Генерал" АО "Импульс", так как в этих комплексах заказчику предоставляется в качестве вариантов боль-

инности из функциональных и структурных возможностей, реализованных в различных аспектах на мировом рынке систем.

Системы МСКУ М [1, 4] и СИНТА предназначены для комплексной по заказу УВК и производственно-технологического комплекса для АСУ. Они построены на единой конструктивной базе. Номенклатура используемых аппаратных и программных компонентов переносима. Отличаются эти две системы в основном ориентацией на области применения. МСКУ М ориентирована главным образом на использование в АСУТП таких объектов, как атомные и тепловые электростанции, предприятия нефтехимии, металлургии и т. п.; СИНТА предназначена в первую очередь на использование в системах диспетчерского управления электро- и тепловыми сетями, движением железнодорожного транспорта, метрополитеном, аэропортовыми станциями, городским транспортом. МСКУ М ориентирована на управление таких рассредоточенных на большой территории технологических объектах, как газо- и нефтепровода, пути скважин и др.

Известно, что современные АСУТП на сложном объекте строятся по иерархическому принципу. На самом низком уровне иерархии располагаются датчики технологических параметров и исполнительные органы, взаимодействующие с объектом. Традиционно эти каналы включаются в номенклатуру средств УВК (в том числе МСКУ М и СИНТА), но, естественно, вводят в структуру АСУТП, позволяющую быть рассмотренными.

С появлением термина в УВК удалось много разделить:

по типу сигнала — на датчики, выдающие стандартный сигнал ГСП (используется ко всем устройствам связи с объектом широкого назначения); выдающие нестандартный электрический или пневматический сигнал (требуют включения промежуточного преобразователя — инвертирующего для группового); выдающие цифровой сигнал, то есть, как правило, интеллектуальные датчики, выходящие на специально предназначенную для этой цели магистраль. Обычно такие датчики параллельно выдают и стандартный аналоговый сигнал;

по степени резервирования — резервированные, дублированные, тронированные;

по типу обработки сигнала и самоконтроля — интеллектуальные и интеллектуступные.

В качестве исполнительных органов выступают двигатели — приводы клапанных, задвижек, вентиляторов, компрессоров, оседающих нагретых элементов, различные сигналы лампы и др.

Датчики и исполнительные органы в номенклатуре МСКУ М и СИНТА не входят, но по заказу к УВК может быть включены практически любой датчик или исполнительный орган.

На низком уровне УВК обычно располагаются выходные устройства: концентраторы входных сигналов, — инвертирующие и тронированные преобразователи входных сигналов низкого уровня (термопар, терморезисторы сопротивления, тензодатчики и т. д.) в унифицированный токочный сигнал, частотный сигнал или цифровой по стандартному интерфейсу; групповые электротехнические и электропневматические преобразователи; усилители аналоговых и дискретных выходных сигналов, аналоговые регуляторы; средства защиты и т. д. В последние годы все чаще используются интеллектуальные выходные устройства. Так, в составе МСКУ М поставляются так называемые микродатчики и выходные промышленные контроллеры (МВПК) и испол-

нительные автоматы (ИА). Они выполняют основные функции по сбору и управлению по требующей точке технологического контроля, а также сигналов датчиков, оцифровку и первичную обработку введенных значений, в том числе фильтрацию, линеаризацию, температурный контроль и контроль достоверности; фиксацию событий и т. д., включение и выключение приводов, а также функции регулирования по различным законам и функциям аварийных выходов и блокировок. Кроме того, приборы цифровой автоматики обеспечивают плавное управление скоростью и мощностью приводов исполнительных механизмов типа двигателей или электромоторов, а также функции защиты исполнительных механизмов и приводов.

Ориентированы МВПК и ИА на промышленные условия эксплуатации и устанавливаются непосредственно на технологическом оборудовании.

Помимо преобразования сигнала любым распределенным и рассредоточенным структурам (экономия кабельной продукции, упрощение монтажа, ускоренная работа, эксплуатация, уменьшение ущерба из-за отключений), появление выходов устройств цифровой автоматики позволяет избавиться от таких приборов местной автоматики, как первичные преобразователи сигналов, пускатели, регуляторы и т. д., а в дальнейшем и от технологической аппаратуры (клапаны, задвижки, насосы и др.). Значительно упрощается работа с помесями, гальваническое разделение между установками на объекте датчиками и приводами, эти сигналы устройствами, решение других проблем электромагнитной совместимости.

Приборы низовой цифровой автоматики, предназначенные для низкого уровня иерархических систем управления, могут использоваться и отдельно, для автономного управления простейшими агрегатами, механизмами, приборами и т. п.

Следующий уровень — уровень функционально-уровневое управление (group control level). В МСКУ М он представлен так называемыми микропроектированными субкомплексными каналами и управления (МСКУ), а в СИНТА аналогичные изделия носят название субкомплексов контрольных объектов.

На этом уровне выполняется сбор (непосредственно от датчиков или через упомянутые устройства низовой автоматики) информация с функционально и (или) структурально выделенных участков управляемого объекта, ее первичная обработка, технологический контроль, регулирование, шлюзово-логическое управление и т. п. На некоторых объектах этот уровень может включаться в состав систем управления.

Далее идет уровень управления процессом (process control level) — управление всеми технологическим процессом (например, на электростанциях — энергоблоком). На этом уровне решаются задачи, общие для всего технологического объекта, ведется архив технологических данных, а также осуществляется централизованное диспетчерское управление объектом.

Самый верхний уровень управления — уровень выводов (plant management level) — предназначен для управления (в основном организационного) всем предприятием.

К каждому из них, в каждой конкретной системе отдельные уровни могут отсутствовать, совмещаться или, наоборот, разделяться.

В МСКУ М и СИНТА, как и большинство других систем, реализуемых в странах СНГ, на верхнем уровне, как правило, используются вычислительные комплексы класса сервер и рабочих станций, программно совместные с IBM PC/AT. Некоторые потребности

для экономии средств реализуются офисные персональные компьютеры, но это допустимо только для систем, не требующих высокой надежности.

За рубежом значительный процент систем компьютерной автоматизации реализуется на микропроцессорах сер. МС68 (фирма Motorola), а также на RISC-процессорах, но в странах СНГ архитектура, основанная на микропроцессорах *Intel Intel*, завоевала практически монополияльное положение.

Распределенный УВК представляет собой локальную компьютерную сеть, обеспечивающую связность. При этом технологическая структура сети не обязательно совпадает с логической (функциональной) структурой комплекса. Так, сравнительно небольшой инфраструктурный УВК может быть реализован на очень большой физической территории в физической реализации сети и протокола передачи информации в ней определяется территориальным размещением составных частей объекта управления, графиком информации, требованиями надежности и достоверности, электромагнитной обстановкой на объекте и другими факторами.

Первые многоэтажные комплексы строились по структуре "попоза графа" — любые две машины в сети, информация между которыми должна быть обменяться, соединялись отдельной линией связи (точка-точка). Такая структура обеспечивает максимальную надежность и пропускную способность, но требует большого расхода кабельной продукции и сложной аппаратуры. Обычно возникает сложность при необходимости не предельно широком расширении сети. Поэтому приобрела большую популярность структура с магистральной структурой: сигнала рассредоточены магистраль (магистраль), затем и более сложные конфигурации: кольцевая, разветвленная магистраль (звезда, звезда и т. п.), последовательная (цепочечная связь с перерывами) и др. Сейчас появляются локальные сети на базе радиоканала.

В отличие от глобальных сетей для передачи информации широкого назначения, где уровень международной стандартизации достаточно высок, локальные сети строятся, как правило, на основе фирменных стандартов (например, CS 2 фирмы Siemens, Xetnet фирмы Westinghouse, Local bus фирмы ABB, INFINET фирмы ВВТ). Только в последние годы эти сети стали децентрализованными и называться работами по международной стандартизации таких сетей.

В МСКУ М и СИНТА для построения локальных сетей используются следующие фирменные стандарты:

**Магистральный канал МАПС** в МСКУ М служит для объединения в сеть станций функционально-уровневого управления (МСКУ), работах мест оперативного персонала и серверов. В простейшем случае сеть МАПС состоит из одного отрезка (длиной до 2000 м) магистралей, выполненного из радиостойкого кабеля, которому подключены до 16 абонентов. Более сложная сеть образуется путем соединения таких отрезков магистралей (сегментов) через ретрансляторы в структуру требуемой конфигурации (линейную, звезду, кольцо и т. п.). Ретрансляторы могут соединяться между собой только в виде сегментов магистралей, выполненных из электрического кабеля, но и в волоконно-оптическим линиями (абоненты к такой сегменту не подключаются). Максимальное расстояние между двумя абонентами 11 200 м, максимальное число ретрансляторов между ними 5. Пример конфигурации сети МАПС показан на рис. 1.

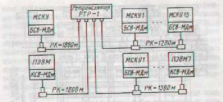


Рис. 1. Пример конфигурации сети МАПС. ЕС — блок связи; МД — модем; ПК — радиочастотный кабель.

Функциональные возможности, протокол управления сетью и обмена данными, а также временные характеристики не зависят от конфигурации сети.

Управление сетью осуществляется работой — один из абонентов или специальное устройство. Предусмотрены следующие процедуры, связанные с передачей данных: любому устройству адресованной и подтвержденной (или без него) информации источника или запросу от приемника); одновременно всем абонентам (структурное сообщение).

Предусмотрен также обмен данными между двумя абонентами в одном сегменте. Максимальная скорость передачи данных составляет 1 Мбит/с. Имеются шлюзы, позволяющие объединить магистраль сети МАПС.

В СИНТА интерфейс МАПС в несколько упрощенном варианте (в частности, допускается только один сегмент магистралей) используется для компонентов центрального диспетчерского пункта и пунктов контрольного объекта.

**Магистральный канал МДС**, служащий для компоновки всех телекоммуникационных комплексов СИНТА, может состоять из одной (несервисированной) или двух (сервисированной) магистралей. По функциональным возможностям и протоколам он аналогичен каналу МАПС, но отличается от него физической реализацией. Канал МДС может быть реализован в виде физической пары — выделенного телефонного канала связи (С1-Т) и радиоканала (С1-ТЧ). Режим передачи зонированный. Обеспечивается передача (прим) до четырех, а в дуплексном канале — ТЧ. Скорость обмена данными 100...600 бод.

Максимальное число абонентов (локальных комплексов и отдельных субкомплексных) на магистраль равно 64.

Пропускная способность одной магистралей МДС при скорости передачи 100 бод — 15 сообщений (256 бит) длины в минуту, при скорости передачи 600 бод — соответственно 90 и 15 сообщений.

В протоколах МАПС и МДС предусмотрена контроль передаваемых данных, проверка по тайм-ауту работоспособности абонента и абонентов, опрос конфигурации магистралей и состояния абонентов на ней, передача текущего времени и ряд других вспомогательных процедур.

**Магистраль ПМИ** предназначена для подключения устройств, устанавливаемых непосредственно на объекте АСУ, в виде отдельных ступеней систем управления. Основная особенность магистралей ПМИ,



помощью проводной логики для бинарных выходов или специальных выносных устройств для аналоговых выходов.

Наконец, упомянутые МВПК и ИА, как правило, дублируются. Для особо ответственных объектов ИА компонуются по достаточно популярной схеме "2 x 2" (конкурирующей с троированной мажоритарной структурой). В этой схеме четыре функционирующие по одним и тем же программам. Внутри каждой пары осуществляется сравнение данных. Любое несравнение трактуется как отказ, и выход этой пары отключается от объекта (при работоспособности обеих пар к объекту подключены выходы одной из них).

Следует отметить, что разные компоненты УВК могут иметь неодинаковую степень резервирования (в зависимости от их важности в системе). Точно так же линии связи (МАПС, МАД, ПМИ, радиальные) могут быть зарезервированы. Так, на рис. 4 показано подключение троированного МСКУ к дублированному каналу МАПС. В резервированной линии связи передача выполняется по всем магистралям попеременно и контролируется (по тайм-ауту и с помощью цикличес-

кого кода). При обнаружении неисправности в какой-либо магистрали она исключается из работы до восстановления.

Нам неизвестно ни одной системы средств, в которой заказчику предоставлялось бы на выбор такое разнообразие вариантов структурного резервирования.

*Работа выполнена в АО "Нипуэлс" (Украина, г. Севродонец).*

*Контактный телефон (06452) 9-82-38.*

#### Список литературы

1. Рахманов В. Г., Айзенберг А. Б., Елисеев В. Я. и др. Микропроцессорная система контроля и управления МСКУ М // Приборы и системы управления. 1994. N 9.
2. Чирков Ю. А., Блинов В. В., Офштейн Б. М. Микропроцессорные субкомплексы контроля и управления для АСУ промышленными объектами // Там же. 1995. N 2.
3. Айзенберг А. Б., Махаринов В. И., Мурзалов М. И. и др. Программное обеспечение системы МСКУ М // Там же. 1995. N 4.
4. Костелинский В. М., Павлов М. В., Жуков А. В. и др. Выносные устройства связи с объектом АСВТ-ПС // Там же. 1995. N 5.