

УДК 681.32

## РАЗРАБОТКА В ЭВМ ВЭСМ-6 КАНАЛА ПРОГРАММНОГО ДОСТУПА В ОПЕРАТИВНУЮ ПАМЯТЬ МИНИ-ЭВМ

В.И. Иконников, Н.К. Куликов, Ю.А. Морозов

Описываются принципы разработки и особенности практической реализации в ЭВМ ВЭСМ-6 канала программного доступа в оперативную память мини-ЭВМ. Приводится его блок-схема в составе многоуровневой структуры процессора ВЭСМ-6; излагаются принципы управления коммутатором-расширителем канала.

### Введение

Эффективное применение вычислительной техники в научной, инженерной, производственной деятельности предполагает создание многомашинных вычислительных систем (МВС), объединяющих ресурсы нескольких ЭВМ.

Для успешного решения некоторых задач реального времени наиболее эффективным представляется построение МВС, функционально-ориентированные ЭВМ которой имеют возможность работать на общем поле оперативной памяти. При этом в операционную систему каждой ЭВМ должны быть внесены изменения, чтобы она могла рассматривать общую оперативную память как составную часть предоставляемых ей ресурсов. Избавившись таким образом от сложноуправляемых каналов обмена массивами, получим качественно новый тип системы, эффективность которой в значительной степени остается зависимой от коммутационной части, связывающей процессоры ЭВМ с общей оперативной памятью.

Задача создания МВС с общедоступной оперативной памятью упрощается в случае проектирования системы радиального типа. Структуру такой системы можно представить в виде нескольких подсистем, периферийные процессоры которых не связаны функционально в одной задаче, решаемой в данный момент времени центральным процессором, общим для всех подсистем. Если в центральной ЭВМ подобной МВС реализовать программный канал, по которому ее процессор сможет осуществлять непосредственный доступ в оперативную

память периферийных ЭВМ через особый коммутатор подсистем, специальная общая оперативная память не потребуется. Ее функции будут выполнять локальная оперативная память периферийных ЭВМ. При этом задержки в коммутационной части сведутся к минимуму.

В этой статье изложены принципы построения и особенности практической реализации в центральной ЭВМ ВЭСМ-6 канала программного доступа в оперативную память мини-ЭВМ (КАДОПАМ), на базе использования которого может быть создана коммуникационная подсистема диалоговой и оперативной связи (ДИОС), рассмотренная в статье [1].

### Построение КАДОПАМ

Обращение к ОЗУ мини-ЭВМ со стороны процессора ВЭСМ-6 проще всего организовать по аналогии с обращением в собственную оперативную память ВЭСМ-6 [2].

С этой целью многоуровневая структура ВЭСМ-6 дополняется еще одним уровнем обработки — блоком управления обращением в оперативную память мини-машины (УОПМ), а в схемы некоторых стандартных уровней вносятся незначительные изменения. Общая блок-схема подобного решения приводится на рис. 1. Остановимся на принципе построения канала.

На уровнях КШК, РК, РР и ПР формируются признаки операции и исполнительный адрес команды обращения к оперативной памяти мини-ЭВМ (ООП). На уровне ПР стандартно вырабатывается сигнал готовности к

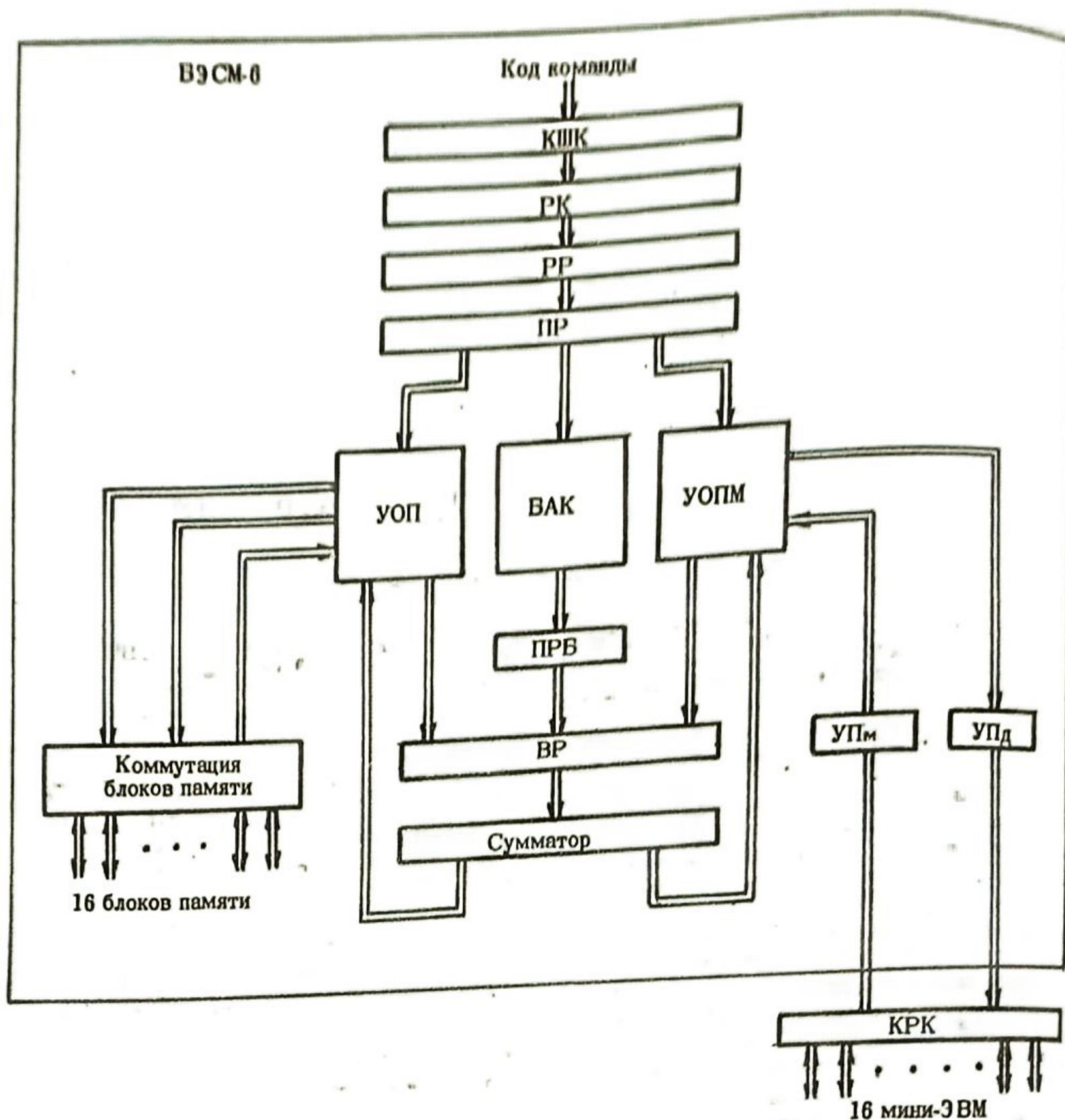


Рис. 1. Общая блок-схема КАДОПАМ в составе многоуровневой структуры ВЭСМ-6 (КШК — кодовые шины команд, РК — регистр команд, РР — регистр результата, ПР — промежуточный регистр, БАК — буфер арифметических команд, ПРВ — промежуточный регистр БАК, ВР — входной регистр)

передаче признака операции на уровень БАК и, кроме того, сигнал готовности к передаче командной информации на уровень УОПМ. Этим уровнем формируется адресная посылка (пятнадцатиразрядный адрес, код операции, признак режима, управляющие сигналы), которая через согласующие усилители-передатчики (УПд) направляется по линиям связи к закоммутированной мини-ЭВМ. После приема адресной посылки блоками мини-ЭВМ и после завершения выполнения предшествующих операций в арифметическом устройстве (АУ)

ВЭСМ-6, в операции типа ООП-запись осуществляется передача 16-разрядного информационного слова, расположенного в младших разрядах сумматора АУ. С этой целью формируется и передается по тем же линиям, что и адресная, информационная посылка (информационное слово, контрольные разряды, управляющие сигналы).

В операции типа ООП-чтение после передачи адресной посылки, после считывания из ОЗУ мини-ЭВМ по принятому адресу информационного слова и после вы-

входные сумматором АУ представляющих операций код счетного информационного слова принимается через усилитель-согласователь приема (УПм) на уровне ВР и далее — в 40-й — 25-й разряды сумматора АУ. На этом уровне производится перевод числовой информации из представления "с фиксированной запятой" в представление "с плавающей запятой" формата БЭСМ-6.

Коммутация интерфейса КАДОПАМ на несколько направлений (по числу подключаемых мини-ЭВМ) осуществляется со стороны БЭСМ-6 с помощью программного управления трамплином коммутатором-расширителем канала (КРК), блок-схема которого изображена на рис. 2, где КРК-Б — блок сопряжения магистрали коммутатора с БЭСМ-6, КРК-М — блок сопряжения магистрали коммутатора с мини-ЭВМ.

терому разрешается использование команды типа ООП в режиме мнемонической задачи.

2. Исключить влияние "1" 19-го разряда на формирование исполнительного адреса в команде типа ООП-записи, чтобы тем самым обеспечить обращение по каналу в диапазоне адресов 00000—77777g.

3. Выработать ряд управляющих сигналов, обеспечивающих асинхронное движение информации по уровням обработки с учетом вновь сформированного уровня УОПМ.

4. Дополнить таблицы и регистры уровней специальными признаками, фиксирующими пребывание команды типа ООП на соответствующих уровнях.

5. Выработать на уровне ПР в режиме супервизора признак "Тумблерный адрес" для использования его при обращении к управляющим регистрам, расположен-

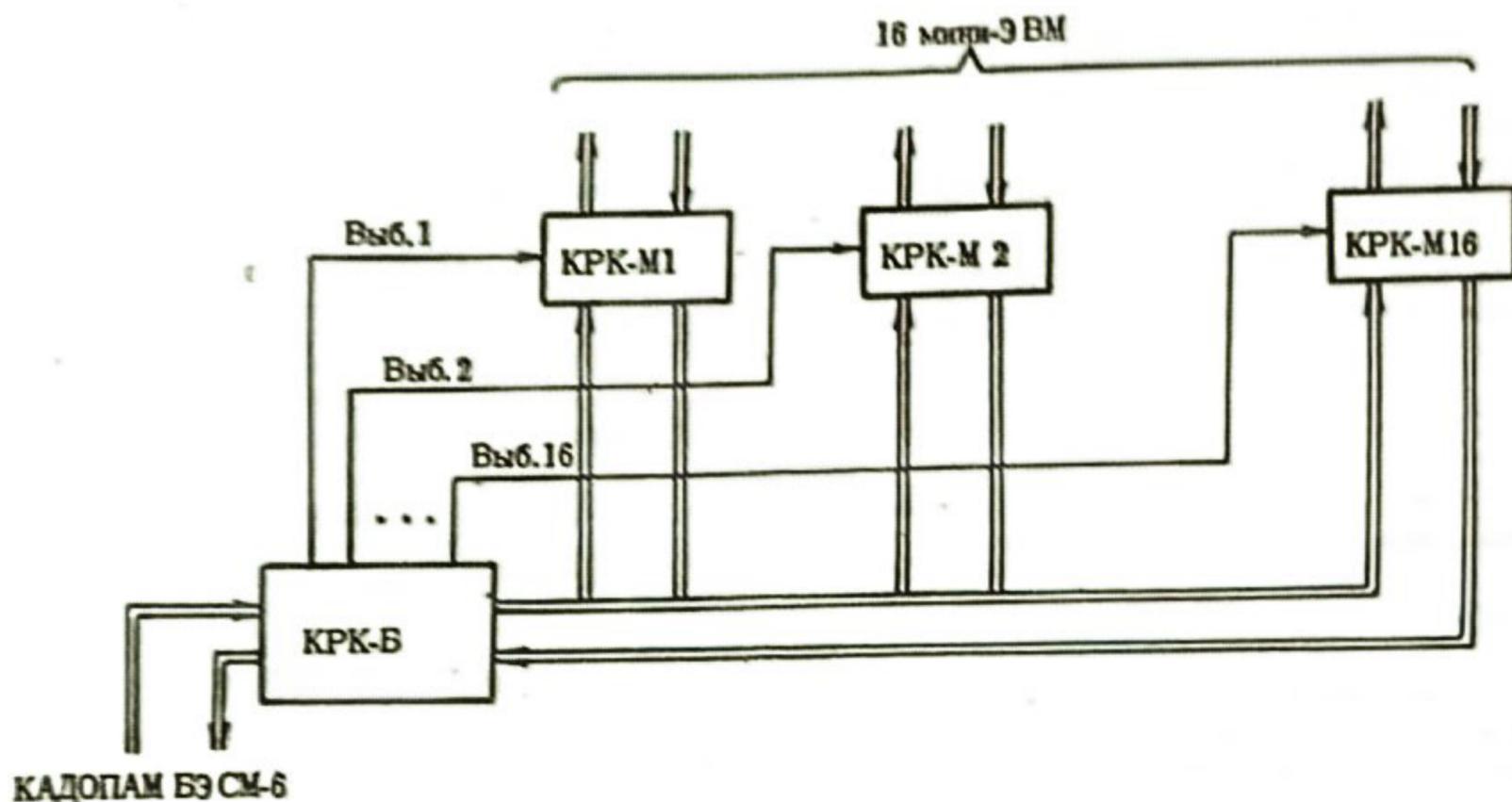


Рис. 2. Блок-схема КРК

#### Организация обработки на уровнях процессора БЭСМ-6

Для программного управления передачами информации через КАДОПАМ оказалось целесообразным использовать в качестве кодов операций в командах типа ООП значения:

032 — чтение из ОЗУ мини-ЭВМ;

132 — запись в ОЗУ мини-ЭВМ.

Выполнение операций 032 и 132 на уровнях обработки обеспечивается в соответствии с требуемым назначением, если ввести определенные схемные изменения в устройствах процессора БЭСМ-6:

1. Включить в состав управляющего модификатора МП7, как его 8-й разряд, специальный признак, по ко-

дому в КРК и блоках мини-ЭВМ.

6. Увеличить физическую разрядность периферийного регистра прерываний (ПРП) БЭСМ-6 за счет резервных значений с целью приема 16 некомутируемых прерываний по запросу на связь от различных мини-ЭВМ, а также одного коммутируемого прерывания по обрыву связи или ошибке доступа.

#### Схемное решение преобразования числовой информации

Чтобы сократить затраты процессорного времени БЭСМ-6 на преобразование информации, предлагается предусмотреть в операции типа ООП-чтение на уровне сумматора АУ выполнение перевода числовой инфор-

мации, принимаемой от мини-ЭВМ, из представления "о фиксированной запятой" в представление "о плавающей запятой".

Числовая информация, образованная устройствами связи с объектом (УСО), находится в памяти мини-ЭВМ в виде двоичных 16-разрядных чисел, представленных 16-разрядным кодом со знаком в старшем разряде и запятой, фиксированной после младшего.

Поскольку известно, что старший значащий разряд ненормализованной мантиссы, представленной дополнительным кодом, всегда дублирует значение знакового разряда, оказывается справедливым следующее простое схемное решение операции перевода.

Шестнадцатиразрядное слово мини-ЭВМ помещается в 40-й—25-й разряды сумматора АУ, причем знаковые разряды сумматора дублируются значением 40-го разряда. Таким образом получаем мантиссу, ненормализованную, минимум на один разряд. В регистр порядков сумматора АУ безусловно заносится код 120<sub>8</sub> - машинный порядок для формирования порядковой части числа в процессе последующей нормализации. Завершение операции ООП-чение производится только после окончания нормализации мантиссы, что выполняется по общему правилу.

В случаях обращения к ОЗУ мини-ЭВМ по считыванию логической информации в АУ устанавливается признак "Блокировка нормализации", который запрещает также установку кода 120<sub>8</sub> на регистр порядков и дублирование знаковых разрядов сумматора его 40-м разрядом.

Автоматический перевод чисел "в обратном направлении" — из представления БЭСМ-6 в представление мини-ЭВМ — требует больших аппаратных затрат и дает меньший эффект вследствие малого количества передач числовой информации в этом направлении, поэтому в данной работе такая операция практически не реализована.

#### Управление коммутатором

Мультипрограммное решение задач, использующих КАДОПАМ для обмена информацией с различными мини-ЭВМ, обеспечивается коммутацией интерфейса канала на 16 направлений посредством КРК. Эта операция программно выполняется каждый раз при выборе процессором БЭСМ-6 соответствующей задачи в решение, так как предварительно операционная система заносит в информационное поле задачи [3] необходимую константу, определяющую состояние КРК. Подобная организация коммутации исключает зависимость скорости передачи информации от возможного числа коммутируемых направлений.

Переключение КРК осуществляется только в режиме супервизора по команде типа ООП-запись с использованием адресом 00000 и при наличии соответствующего кода в информационном слове записи.

В состав КРК дополнительно включена схема, фиксирующая по срабатыванию таймера события обрыва связи на стороне мини-ЭВМ в случаях программного запрета, при аварии электропитания и при обращении к несуществующей мини-ЭВМ.

#### Заключение

Предложенная схема КАДОПАМ позволяет процессору БЭСМ-6 при обработке информации, подлежащей межмашинному обмену, обращаться в ОЗУ мини-ЭВМ с затратами времени, практически не превышающими затраты на обращение в собственную оперативную память. Это обеспечивается характерными для БЭСМ-6 соблюдением принципов асинхронности и совмещения времени выполнения обработки команд типа ООП на разных уровнях.

Для аппаратной реализации КАДОПАМ в устройствах ЭВМ БЭСМ-6 необходимо дополнительно установить 40 стандартных электронных блоков и пять нестандартных (для согласующих усилителей передатчиков и приемников). Кроме того, требуется использовать некоторое количество свободных схем в действующих электронных блоках.

#### Список литературы

1. Амосов А.В., Иконников В.И., Куликов Н.К. и др. Подсистема диалоговой и оперативной связи центральных ЭВМ БЭСМ-6 с периферийными и коммуникационными мини-ЭВМ вычислительной системы. — ВАНТ. Сер. Методики и программы численного решения задач математической физики, 1982, вып.3(11), с.53—56.
2. Техническое описание ЭВМ БЭСМ-6 ИЫ1.700.000 Т02, Т03. М.: ИТМ и ВТ АН СССР, 1967.
3. Математическое обеспечение ЭВМ БЭСМ-6. Описание и инструкции. М.: ИТМ и ВТ АН СССР, 1967.

Статья поступила в редакцию 16.06.82.

20.11.92  
УДК 681.92

ПОДСИСТЕМА ДИАЛОГОВОЙ И ОПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ  
ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЭВМ БЭСМ-6 С ПЕРИФЕРИЙНЫМИ И КОММУНИКАЦИОННЫМИ МИНИ-ЭВМ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

А.В. Амосов, В.И. Иконников, Н.К. Куликов, Е.Д. Лисина, Ю.А. Морозов,  
А.И. Савина

Предлагается, с целью сокращения общего времени реакции неоднородной вычислительной системы, функционирующей в режимах реального времени, осуществлять обмен информацией между ЭВМ способом совместного использования прямоадресуемой оперативной памяти. Описывается вариант практической реализации коммуникационной подсистемы диалоговой и оперативной связи, основанной на принципе, согласно которому процессору ЭВМ БЭСМ-6 представляется возможность непосредственного обращения в оперативную память мини-ЭВМ. Перечисляются основные функции аппаратных средств, на базе которых создан опытный образец подсистемы. Приводится ее физическая структура в составе многоцелевой вычислительной системы. Даются рекомендации по использованию подобной структуры в системах телеобработки данных.

В настоящее время постоянно совершенствуются и расширяются возможности использования распределенных ресурсов для обработки данных. В совокупности эти ресурсы образуют так называемые системы телеобработки или неоднородные вычислительные системы, в которых функции обработки данных иерархически распределяются по трем уровням [1]:

- уровню центрального процессора;
- уровню программируемых групповых контроллеров;
- уровню интеллектуальных терминалов.

Средства обработки, относящиеся к уровню центрального процессора, формируются созданием многопроцессорного или многомашинного комплекса, имеющего в составе мощные универсальные ЭВМ.

Уровень программируемых групповых контроллеров обычно образуют из малых ЭВМ, предназначенных для управления и предварительной обработки данных, поступающих от множества абонентских пунктов, составляющих уровень интеллектуальных терминалов. Послед-

ний уровень может включать также средства регистрации, отображения и управления связанных с системой объектов.

Передача информации между уровнями осуществляется посредством коммуникационного оборудования, в состав которого могут входить коммутаторы, модемы, магистрали связи, коммуникационные (связные) контроллеры.

В наиболее производительных вычислительных системах отечественного производства уровень центрального процессора обеспечивается несколькими ЭВМ БЭСМ-6, связанных между собой через общие магнитные диски [2] или непосредственно через каналы внешнего обращения. В качестве программируемых контроллеров широко используются мини-ЭВМ серий АСВТ и СМ.

Коммуникационные структуры внешне отличаются разнообразием, так как здесь применяется главным образом нестандартное оборудование, но способы межмашинной связи ограничиваются двумя типами: через каналы прямого доступа и через общую внешнюю память на

магнитных дисках [3]. Нам неизвестны публикации о применении сопряжения через совместно используемую оперативную память для организации связи между ЭВМ разных типов. В то же время реализация последнего способа представляется весьма эффективным средством повышения производительности системы: из работы исключаются сложные программы управления процессами массового обмена и очередями передачи информации, значительно уменьшаются затраты процессорного времени на преобразование информации.

Известно [4], что при создании вычислительных систем, призванных функционировать в режимах реального времени (РВ), проблема сокращения общего времени реакции (ОВР) системы является первоочередной. Именно с этой целью предложена, реализована и отработана коммуникационная подсистема диалоговой и оперативной связи — ДИОС, базирующаяся на принципе, в соответствии с которым процессору ЭВМ БЭСМ-6 предоставляется возможность обращаться по прямому адресу в оперативную память мини-машин, выполняющих в многоцелевой вычислительной системе функции сбора и предварительной обработки информации.

Аппаратные средства подсистемы ДИОС включают:

- каналы программного доступа в оперативную память мини-ЭВМ (КАДОПАМ), реализованные в ЭВМ БЭСМ-6;
- программно-управляемые коммутаторы — расширители каналов (КРК), реализованные в отдельных конструктивах;
- блоки непосредственного доступа в оперативную память мини-ЭВМ (БНДП), реализованные в конструктивах соответствующих мини-ЭВМ.

Физическая структура подсистемы ДИОС в составе многоцелевой вычислительной системы приведена на рис. 1.

Суть принципа диалоговой и оперативной связи состоит в том, что процессор БЭСМ-6 специально сформированными командами:

- 032 (чтение) и 132 (запись) — через КАДОПАМ, КРК и БНДП имеет возможность обращаться к оперативной памяти мини-ЭВМ в диапазоне адресов  $00000 + 77777_8$ , по аналогии с обращением в собственную оперативную память. Исполнительный адрес команд 032(132) формируется предварительно, в среднем, за 5 мкс до поступления этих команд на обработку в сумматор арифметического устройства БЭСМ-6, что обеспечивает сокращение потерь процессорного времени БЭСМ-6 при обращении в ОЗУ мини-ЭВМ. В командах 032 предусмотрен режим автоматического перевода чи-

словой информации 16-разрядного формата "с фиксированной запятой" в представление "с плавающей запятой" 48-разрядного формата. КРК программно управляется операционной системой БЭСМ-6, аналогично аппаратуре приписки, функционирующей в самой БЭСМ-6.

БНДП имеют структуру и подключение к мини-ЭВМ аналогичные каналам прямого доступа соответствующих мини-ЭВМ, но управляются со стороны процессора БЭСМ-6 командами записи (чтения) каждого слова. Схемы защиты и приписки в БНДП загружаются также со стороны БЭСМ-6.

В подсистеме ДИОС предусмотрена возможность вести обмен сигналами прерывания в сопровождении диалогового слова (байта) между ЭВМ БЭСМ-6 и каждой из подключенных мини-ЭВМ.

Сбои и ошибки при обращении к мини-ЭВМ фиксируются специальным сигналом прерывания, направляемым в БЭСМ-6, и установкой соответствующего кода на регистре состояния БНДП.

Передача информации осуществляется 24-разрядными посылками (адресная и кодовая) по 48-параллельным магистралям.

Программная поддержка аппаратуры ДИОС в операционной системе ДИСПАК включает:

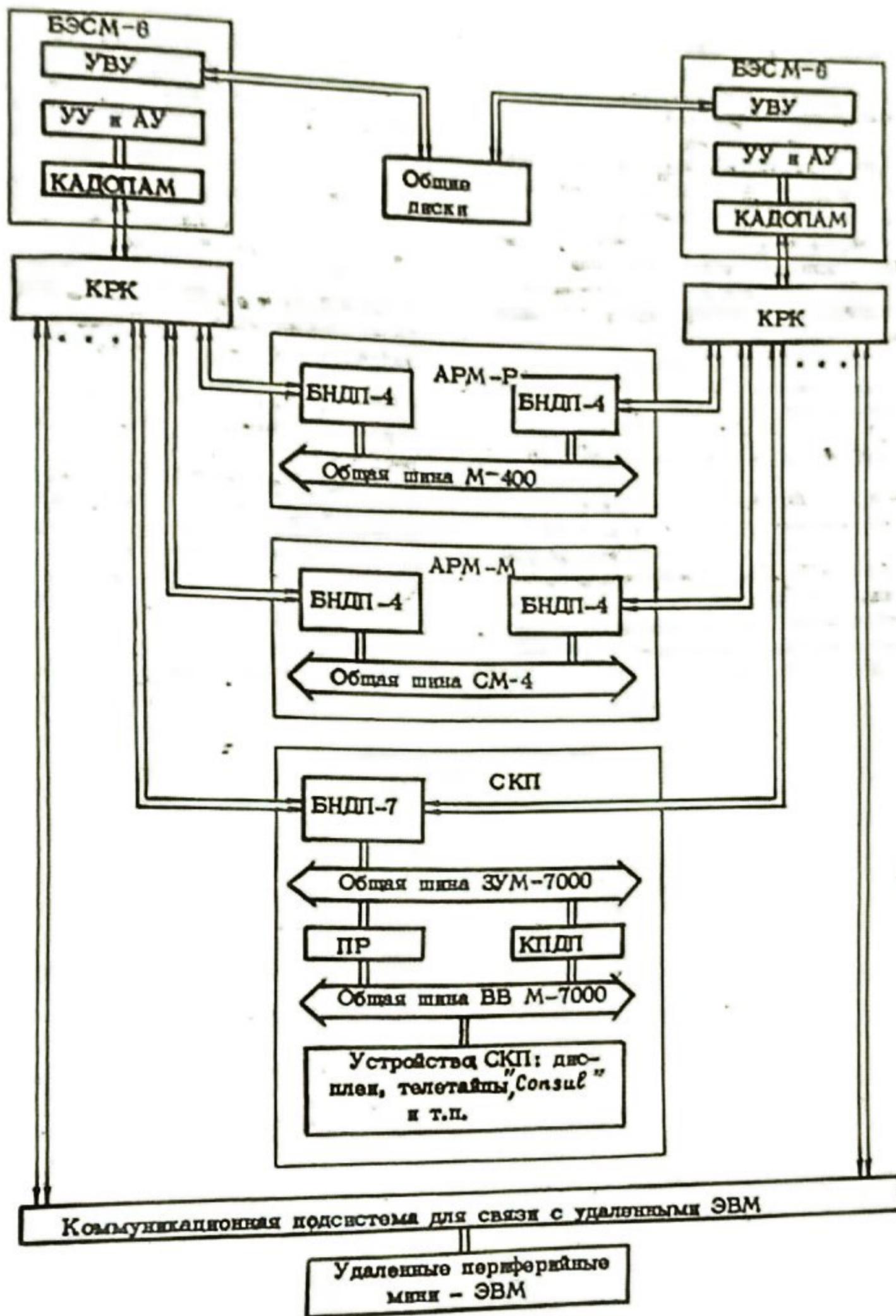
- экстракод запроса на коммутацию с требуемой мини-машинкой;
- команды установки коммутатора в блоке переключения задач;
- дешифратор прерываний от мини-ЭВМ, возбуждающий событие у соответствующей задаче-получателя.

Эти небольшие дополнения в ОС позволяют строить на базе ДИОС многоточечные (многупунктовые) программные каналы [5] для обмена данными между БЭСМ-6 и мини-машинами.

В качестве опытного образца подсистема ДИОС была опробована в составе системы автоматизации проектирования радиоэлектронной аппаратуры ЕСАПИ-2Б для связи ЭВМ БЭСМ-6 с мини-ЭВМ М-400 комплекса АРМ-Р/05. Программное обеспечение связи со стороны М-400, реализованное как надстройка над операционной системой ДОС-400, и соответствующее обеспечение на БЭСМ-6 позволяют решить следующие задачи:

- эмуляцию терминала ЭВМ БЭСМ-6 на мини-машине;
- обмен файлами данных между файловыми системами БЭСМ-6 и М-400;
- организацию межпрограммного обмена при параллельном решении задач на двух ЭВМ.

Двухлетний период эксплуатации ДИОС на практике показал ее высокую производительность и надежность, большое удобство в исполь-



Физическая структура ДИОС\* в составе многоцелевой вычислительной системы

зования, а также простоту контролирования и ремонта.

Помимо своего основного назначения в данной вычислительной системе структура ДИОС может быть применена для широкого наращивания средств обработки, что обеспечивается простотой подключения к ней серийных мини-ЭВМ с интерфейсом типа "общая шина". Используя при этом некоторые результаты работы [8], можно весьма эффективно осуществить доступ со стороны ЭВМ БЭСМ-6 к высокоскоростным устройствам внешней памяти, а также графическим и дисплейным устройствам.

#### Список литературы

1. Спирсер Р. Архитектура связи в распределенных системах. Кн.: 1. М.: Мир, 1981.

2. Мазурин Ю. Н., Шалфеев А. Д., Золотилин А. К. и др. Аппаратура коммутации внешней памяти и вычислительных машин. - В кн.: Новые средства аппаратного обеспечения. М.: ВЦ АН СССР, 1978.

3. Шалфеев А. Д. Вопросы развития вычислительных средств в направлении сетевой организации. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Методики и программы численного решения задач математической физики, 1981, вып. 1(7).

4. Майоров С. А., Новиков Г. И., Алиев Т. И. и др. Основы теории вычислительных систем. М.: Высшая школа, 1978.

5. Мартин Дж. Системный анализ передачи данных. - В кн.: Проектирование систем передачи данных. М.: Мир, т. 2, 1978.

6. Затеичук Н. П., Мазурин Ю. Н., Пашков М. А., Пахолькин М. П. Разработка периферийного процессора ВЗУ и ВУ. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Методики и программы численного решения задач математической физики, 1981, вып. 1(7).

Статья поступила в редакцию 20.04.82.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА

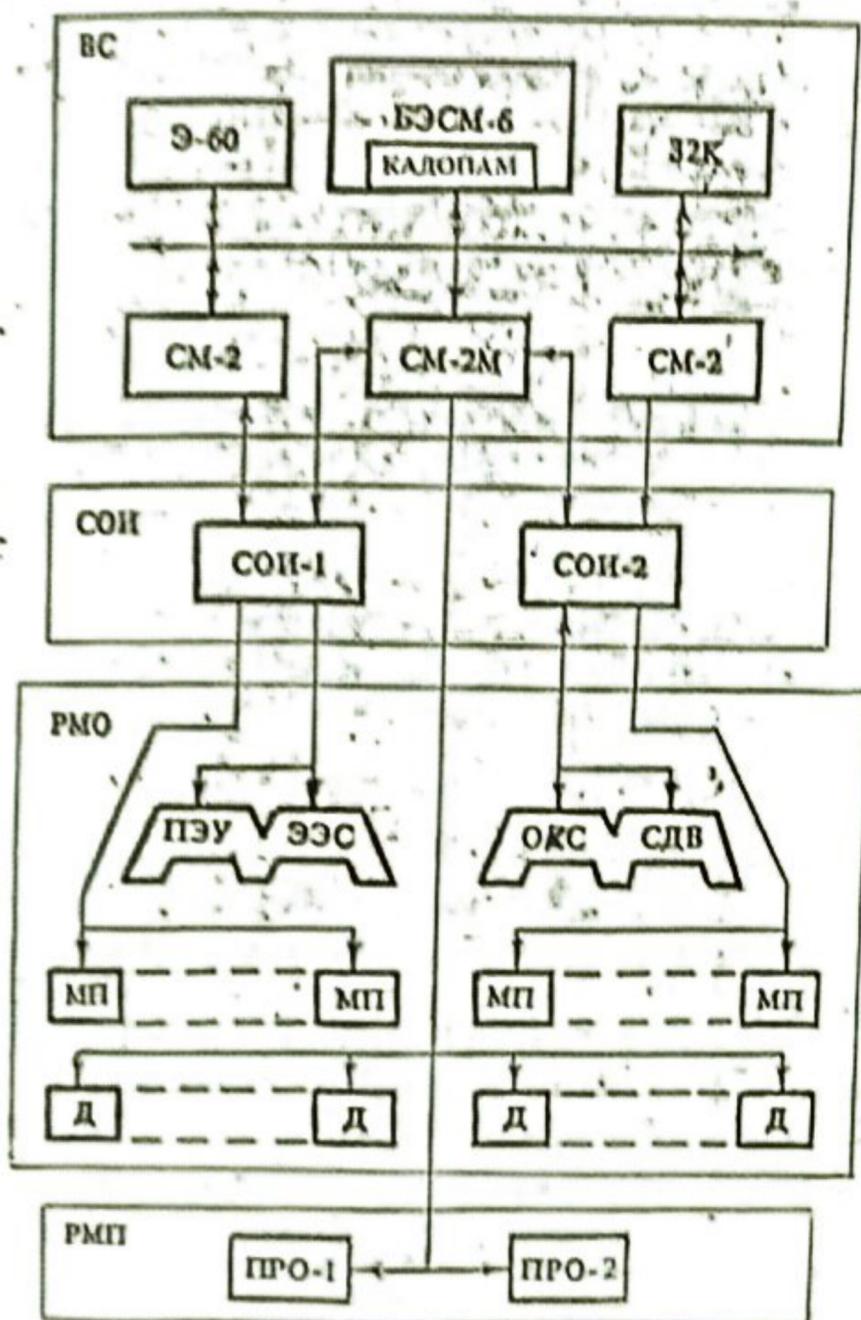
В.И. Аксенов, Ю.А. Морозов, С.М. Дзигаленко, В.М. Привалов

Приводятся структура, краткое описание и обоснование выбора технических средств судового тренажерного комплекса.

TECHNICAL MEANS OF A SHIP'S SIMULATING COMPLEX. V.I. AKSENOV, YU.A. MOROZOV, S.M. DZIGALENKO, V.M. PRIVALOV. Structure, brief description and substantiation of the ship's simulating complex technical means are proposed.

Укрупненная структурная схема технических средств (ТС) тренажерного комплекса приведена на рисунке. ТС комплекса можно разделить на 4 составные части:

- вычислительная система (ВС);
- система обмена информацией (СОИ);
- рабочие места операторов (РМО);
- пульты руководителей обучением (ПРО).



Вычислительная система. Основными критериями при создании ВС являются производительность входящих в ее состав вычислительных машин, обеспечивающая моделирование в реальном масштабе времени сложных физических процессов объекта, и наличие развитой системы ввода/вывода информации, позволяющей подключать к ВС то множество средств управления и индикации, которыми располагают центральные пульты (ЦП) и местные посты (МП) управления объектом. Мощные универсальные вычислительные машины, обладающие достаточно высоким быстродействием и точностью выполнения арифметических операций, как правило, не отвечают требованиям второго критерия. Поэтому было принято решение о создании ВС, включающей в себя два основных звена:

- центральное, обеспечивающее вычислительными ресурсами моделирование непрерывных процессов по всем подсистемам объекта;
- периферийное, ориентированное в основном на выполнение функций связи с центральными пультами, местными постами управления и на моделирование логики работы систем автоматического управления и централизованного контроля.

Взаимодействие этих звеньев ВС между собой обеспечивается диалоговой коммуникационной системой (ДКС).

При выборе центрального звена ВС определяющими являлись следующие условия:

- достаточно высокая производительность ЭВМ;
- большой диапазон представления чисел, обеспечивающий точность вычислений;
- наличие развитой операционной системы (ОС), обеспечивающей гибкое распределение ресурсов ЭВМ в процессе работы с минимальными затратами машинного времени;
- богатое общее математическое обеспечение, включающее библиотеки стандартных программ, эффективные трансляторы с языков высокого уровня, средства отладки программ.

Этим условиям (на этапе разработки) удовлетворяла ЭВМ БЭСМ-6, имеющая быстродействие 1 млн операций/с, диапазон представления чисел от  $10^{-19}$  до  $10^{19}$  и объем оперативной памяти 128 К 50-разряд-

Структурная схема судового тренажерного комплекса: РМП — рабочие места преподавателей; 32 К — оперативная память; Д — цветные и черно-белые дисплеи; ПЭУ, ЭЭС, ОКС, СДВ — центральные пульты управления; Э-60 — микроЭВМ "Электроника"

ных слов. Скорость обмена информацией через специально разработанный канал — 2 Мбайт/с. [1], [2].

Периферийная вычислительная система построена на базе двухпроцессорных ЭВМ СМ-2 (СМ-2М). Ее архитектура позволяет организовать достаточно быстрый ввод/вывод большого количества информации. Кроме того, эта машина обладает достаточно высоким быстродействием при выполнении логических операций, преобладающих при моделировании систем управления.

Основные характеристики ЭВМ СМ-2:

— объем оперативной памяти — 256 К;

— быстродействие — 400 тыс. операций/с;

— максимальное быстродействие канала прямого доступа в память (КПДП) — 1,4 Мбайт/с.

В периферийном звене ВС использованы две машины СМ-2 и одна СМ-2М. На СМ-2 № 1 моделируется логика работы оборудования и автоматики установки ПЭУ и ЭЭС, на СМ-2 реализованы аналогичные функции для ОКС и СДВ.

На ЭВМ СМ-2М возложена большая часть функций по управлению процессом обучения и обеспечению учебными и методическими материалами в виде статических и динамических схем, таблиц, графиков, рисунков и т.д., выводимых на экраны цветных и черно-белых дисплеев.

Объединение ЭВМ в единую ВС обеспечивается ДКС, которая реализована в виде моноканала, при этом память ЭВМ "Электроника-60" является общей памятью для всех ЭВМ-абонентов. ДКС обеспечивает синхронизацию работы машин-абонентов.

Интерфейс моноканала снабжен регистрами приписки и защиты, с помощью которых доступ абонентов к общей памяти ограничен выделенной областью. Таким образом обеспечивается защита абонентов от несанкционированного вмешательства.

Система обмена информацией. СОИ обеспечивает связь органов управления и индикации рабочих мест операторов (центральных пультов и местных постов управления) с ВС.

Данный тренажерный комплекс отличается от предшествующих наличием местных постов, которые обеспечивают ручное и дистанционное управление техническими средствами судна.

Поэтому объем информации ввода/вывода в этом комплексе достаточно большой и накладывает особые требования к скорости ввода/вывода и затратам процессорного времени на организацию обмена информацией. Это заставило авторов отказаться от использования в тренажерном комплексе промышленных устройств сопряжения с объектом (УСО), которыми комплектуются СМ ЭВМ.

Основное отличие разработанной авторами системы обмена информацией от УСО заключается в том, что она по отношению к СМ ЭВМ является периферийным устройством, подключенным к КПДП.

С целью оптимизации структуры тренажерного комплекса, учитывающей как методические особенности

его использования на различных стадиях подготовки операторов, так и удобство наладки и эксплуатации комплекса, СОИ разделена на две автономные подсистемы: СОИ-1 и СОИ-2 (см. рисунок).

СОИ-1 предназначена для тренажеров ПЭУ и ЭЭС, СОИ-2 — для ОКС и СДВ.

Конструктивно СОИ выполнена в виде блоков (крейтов) 480 x 200 x 220 мм. В каждом из них может быть установлено до 20 типовых элементов замены (ТЭЗ) — печатных плат 160 x 155 мм с радиоэлементами.

Все блоки ввода-вывода СОИ, кроме блока управления, размещены непосредственно в стойках центральных пультов и местных постов управления. Блок управления обеспечивает обмен информацией с двумя ЭВМ СМ-2 и подключение 15 блоков ввода/вывода информации, распределенных по помещениям тренажерного комплекса и удаленных от него на расстояние до 20 м. Кроме того, интерфейсные модули блоков позволяют соединять последовательно до 6 блоков ввода/вывода информации, расположенных на расстоянии до 20 м друг от друга, и одним кабелем подключать их к блоку управления.

Таким образом, расположение блоков ввода/вывода информации непосредственно в пультах управления позволило сократить количество проводных связей, следовательно, и объем монтажных работ.

СОИ обеспечивает:

— ввод в ВС дискретной информации с органов управления	8000 бит
— ввод в ВС аналоговой информации с вращающихся трансформаторов и потенциометров	125 каналов
— вывод информации на стрелочные (электромагнитные) приборы	520 каналов
— вывод информации на стрелочные приборы с шаговыми двигателями	47 каналов
— вывод информации на синхроскопы	6 каналов
— вывод информации на четырехдекадные цифровые табло	22 канала
— вывод информации на световые и звуковые сигнализаторы	7500 каналов
— скорость ввода (вывода) информации в ЭВМ СМ-2 (СМ-2М)	400 тыс. 16-рядных слов в 1 с

Рабочие места операторов. Центральные пульта управления, приборы аварийного управления, станции (щиты) местных постов управления отдельным оборудованием (компрессорами, холодильными машинами и т.д.) по внешнему исполнению являются копиями штатного оборудования судна.

Часть оборудования с ручным управлением на местных постах представлена в виде стоек, щитов, стендов с мнемосхемами, на которых ручное управление арматурой имитируется переключателями и тумблерами.

На ЦП и МП установлены алфавитно-цифровые и цветные дисплеи для представления на экранах во время обучения справочных таблиц, рекомендаций, алгоритмов управления, схем, графиков и другой дополнительной информации.

Рабочие места инструкторов обучения. В тренажерном комплексе реализовано два рабочих места инструкторов, именуемых пультами руководителей обучением (ПРО-1, ПРО-2). С ПРО-1 осуществляется оперативное управление комплексными тренажерами ПЭУ и ЭЭС, с ПРО-2 — комплексными тренажерами ОКС и СДВ.

В состав каждого ПРО (см. рисунок) входят:

1. Алфавитно-цифровой дисплей ВТА-2000/11, предназначенный для выполнения операций по подготовке тренажеров к работе и для ввода аварийных ситуаций.

На экран дисплея выводятся:

- результаты диагностики состояния средств вычислительной техники и средств обмена информацией;
- индикация заданных исходных состояний тренажеров;

- таблицы аварийных вводов;

- инструкции и справочная информация для преподавателя по вопросам управления тренажером и организации учебного процесса.

2. Блок управления, обеспечивающий оперативное управление тренажерами в процессе обучения.

Лицевая панель блока имеет функциональную клавиатуру и индикацию и разбита на несколько зон:

- задание режима, пуск и останов;
- масштаб времени;
- регистрация (непрерывная и "фотографирование");

- воспроизведение;
- советчик оператора;

- информация преподавателю;

- коррекция вводов.

3. Печатающее устройство ДДМ-180, предназначенное для вывода на печать информации по диагностике состояния технических средств и значений периодически контролируемых параметров.

4. Цветное видеоконтрольное устройство (ЦВКУ), предназначенное для вывода на экран вспомогательной, справочной и учебной документации: схем, графиков, алгоритмов, чертежей, внешних видов устройств и т.д.

Современное обеспечение тренажерного комплекса в значительной степени облегчает работу преподавателей по руководству процессом обучения, повышает эффективность учебного процесса.

Особенно следует отметить:

- "фотографирование" промежуточных исходных состояний в процессе обучения;

- изменение масштаба времени моделирования протекающих процессов (ускорить, замедлить);

- регистрацию 30-минутного фрагмента для последующего просмотра в любом масштабе времени, в прямом и обратном направлении.

Рассмотренный выше комплекс технических средств обеспечил выполнение всех требований, предъявлявшихся к тренажерной системе.

Статья поступила в редакцию

25 июля 1991 г.

Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика ядерных реакторов, 1991, вып. 5, с. 8-10.

### Список литературы

1. Амосов А.В., Куликов Н.К., Лисина Е.Д., Морозов Ю.А. и др. Подсистема диалоговой и оперативной связи центральных ЭВМ БЭСМ-6 с периферийными и коммуникационными мини-ЭВМ вычислительной системы. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Методики и программы численного решения задач математической физики, 1982, вып.3(11).
2. Иконников В.И., Куликов Н.К., Морозов Ю.А. Разработка в ЭВМ БЭСМ-6 канала программного доступа в оперативную память мини-ЭВМ. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Методики и программы численного решения задач математической физики, 1983, вып.2(3).