

УДК 681.323

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА АСТРА

Ю.М.Волков, Ю.Ф.Ерофеев, В.И.Жиратков, А.А.Малыко, В.К.Мищенко

Описывается Асинхронная вычислительная система с использованием Телефонных каналов для межмашинной связи Распределенного типа (АСТРА). Приводятся основные технические и программные характеристики системы, построенной на базе электронной вычислительной машины (ЭВМ) "Минск-32".

Система АСТРА разработана Новосибирским электротехническим институтом ИВ и ССО РСФСР и Институтом математики СО АН СССР. В основу работ по созданию данной системы был положен опыт проектирования, реализации и эксплуатации однородной вычислительной системы [1] "Минск-222" [2,3].

Структура системы АСТРА

Распределенная вычислительная система АСТРА включает в себя (рис.1) базовые ЭВМ "Минск-32", системные устройства (СУ) и каналы связи (КС). Согласно классификации, предложенной в [1],

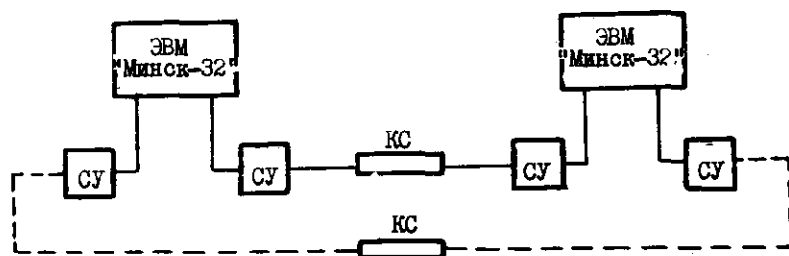


Рис. 1

данная система является однородной и одномерной (линейной или кольцевой). Каждая ЭВМ системы соединена максимум с двумя соседними машинами.

В процессе разработки системы техническое и программное обеспечение базовой ЭВМ не подвергалось никаким изменениям. Системное устройство с точки зрения ЭВМ является активным внешним устройством неосновного комплекта машин. Оно удовлетворяет всем требованиям системы универсальной связи с внешними устройствами ЭВМ "Минск-32" и подключается к мультиплексному каналу устройства обмена.

Системное программное обеспечение, предназначенное для управления процессом взаимодействия машин в системе, является дополнением к стандартному математическому обеспечению [5] ЭВМ "Минск-32". Системное программное обеспечение – простое, так как рассчитано на работу с одним или двумя системными устройствами. Оно представляет собой совокупность рабочих программ, удовлетворяющих всем требованиям системы математического обеспечения ЭВМ "Минск-32".

Экспериментальный образец системы АСТРА состоит из 2-х ЭВМ, расположенных в институтах математики и катализа СО АН СССР. Для связи используется выделенный телефонный некоммутируемый канал протяженностью около 4 км. Скорость передачи информации по каналу составляет 4800 бод.

Системное устройство

Системное устройство предназначено для организации обмена цифровой информацией между ЭВМ "Минск-32" по некоммутируемому телефонному каналу и выполняет следующие основные функции:

- 1) взаимодействие с ЭВМ в соответствии с системой универсальной связи по мультиплексному каналу;
- 2) передачу восьмиразрядного символа, принятого от ЭВМ, в канал связи последовательным кодом;
- 3) прием символа в последовательном коде из канала связи и формирование восьмиразрядного символа в параллельном коде.

В состав системного устройства входят (рис.2) регистр символа (РС), генератор серий (ГС), приемопередатчик (ПП), устройство управления (УУ).

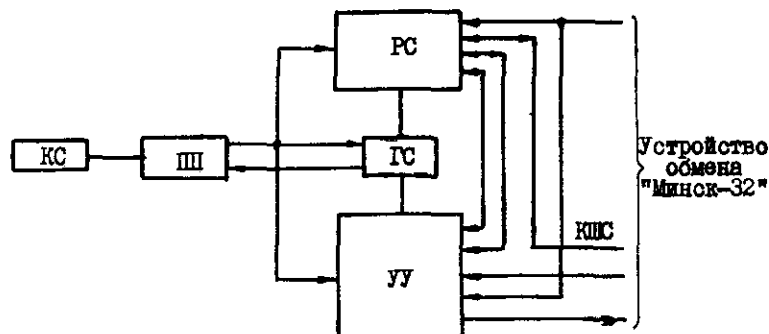


Рис. 2

Регистр символа является буфером между ЭВМ и каналом связи и содержит семь информационных и один контрольный разряды. Прием в регистр может осуществляться или с кодовых шин символа (КНС) устройства обмена ЭВМ в параллельном коде, или из канала связи в последовательном коде. Выдача символа из регистра осуществляется либо на кодовые шины символа в параллельном коде при вводе символа из системного устройства в ЭВМ, либо через схему преобразователя параллельного кода в последовательный блока генератора серий и передатчик в канал связи.

Генератор серий формирует различные тактовые сигналы для организации приема символа из канала связи или выдачи символа в канал связи, т.е. управляет преобразованием последовательного кода в параллельный и обратно. Генератор работает в ждущем режиме и запускается при передаче символа в канал связи специальным сигналом "конец передачи" режима медленной приостановки либо стартовой посылкой при приеме символа из канала связи.

Приемопередатчик предназначен для согласования системного устройства с каналом связи. Конструктивно приемопередатчик оформлен в виде отдельного блока. Это позволяет создать набор блоков, каждый из которых способен осуществлять согласование системного устройства с каналом выбранного типа.

Устройство управления обеспечивает согласованную работу блоков системного устройства в соответствии с системой универсальной связи ЭВМ "Минск-32" с внешними устройствами мультиплексного канала и с этикетом взаимодействия ЭВМ в распределенной вычислительной системе при обмене информацией.

Экспериментальный образец системного устройства выполнен на 230 модулях комплекса элементов "Урал-10" (18 универсальных ячеек Я-0) в виде отдельного блока (размером 600х500х360 мм³) с автономным источником питания.

Программное обеспечение

В данном разделе рассматривается одна из подсистем системного программного обеспечения, организующая обмен информацией между машинами. Управление внешними устройствами неосновного комплекса ЭВМ является сложной задачей ввиду большого разнообразия как нормальных, так и конфликтных ситуаций, возникающих в процессе работы системы. Эти ситуации требуют тщательного анализа и соответствующей реакции в каждом отдельном случае.

В системе АСТРА функции управления системным устройством при выполнении системных взаимодействий реализованы в подсистеме обмена информацией системного программного обеспечения. Эта подсистема представляет собой программный интерфейс между системными задачами и системным устройством. В основу алгоритма работы этой программы положены определенные соглашения между способом связи программ системных задач с программным интерфейсом и способом (этикетом) взаимодействия двух соседних ЭВМ.

Обмен между машинами системы при реализации параллельных программ осуществляется массивами квантов информации. Каждый квант по объему не превышает 2000 байт. Всякий массив снабжается списком адресов ЭВМ-приемников. Адрес представляет собой один семипрядный символ. При обмене информацией между ЭВМ могут быть указаны либо конкретный адрес участка оперативной памяти, либо номер устройства внешней памяти совместно с идентификатором массива. Это позволяет организовать как оперативный обмен некоторыми промежуточными результатами, так и передачу исходных данных или программ. Процесс обмена массивом ин-

формации по указанию внешней программы может быть совмещен с дальнейшими вычислениями.

Этикет обмена массивом информации заключается в последовательном выполнении следующих этапов:

- 1) установления связи;
- 2) последовательного обмена квантами информации;
- 3) разрушения связи.

Для установления связи между ЭВМ-источником и ЭВМ-приемником используется специальный служебный блок "шапка" массива, в котором содержатся:

- 1) идентификатор массива;
- 2) адрес ЭВМ-источника;
- 3) список адресов ЭВМ-приемников;
- 4) размер следующего кванта;
- 5) контрольная сумма.

При прохождении "шапки" массива от ЭВМ-источника к ЭВМ-приемнику во всех транзитных пунктах за данным массивом бронируется канал связи. Последовательный обмен квантами массива производится по забронированному каналу связи на основании служебной информации, содержащейся в каждом кванте. Каждый квант передаваемой информации содержит размер (длину) следующего за ним кванта. Равенство нулю этой длины свидетельствует о том, что передаваемый квант является последним в массиве.

В случае обнаружения ошибки на приемной стороне (несовпадение контрольных сумм) производится переспрос и повторение обмена квантом, при передаче которой произошел сбой.

Разрушение бронированного канала связи производится после передачи последнего кванта массива.

На рис.3 приведена временная диаграмма прохождения массива информации через пункт транзита. Вместо символа разрешения в любом месте может быть передан символ переспроса, после чего будет осуществлена повторная передача предыдущего кванта.

Первая редакция программного интерфейса обуславливает линейную структуру системы и реализует обмен в системе методом, аналогичным коммутации каналов. Суммарный объем программы составляет около 400 команд, не считая памяти, резервируемой для промежуточного хранения массивов информации.

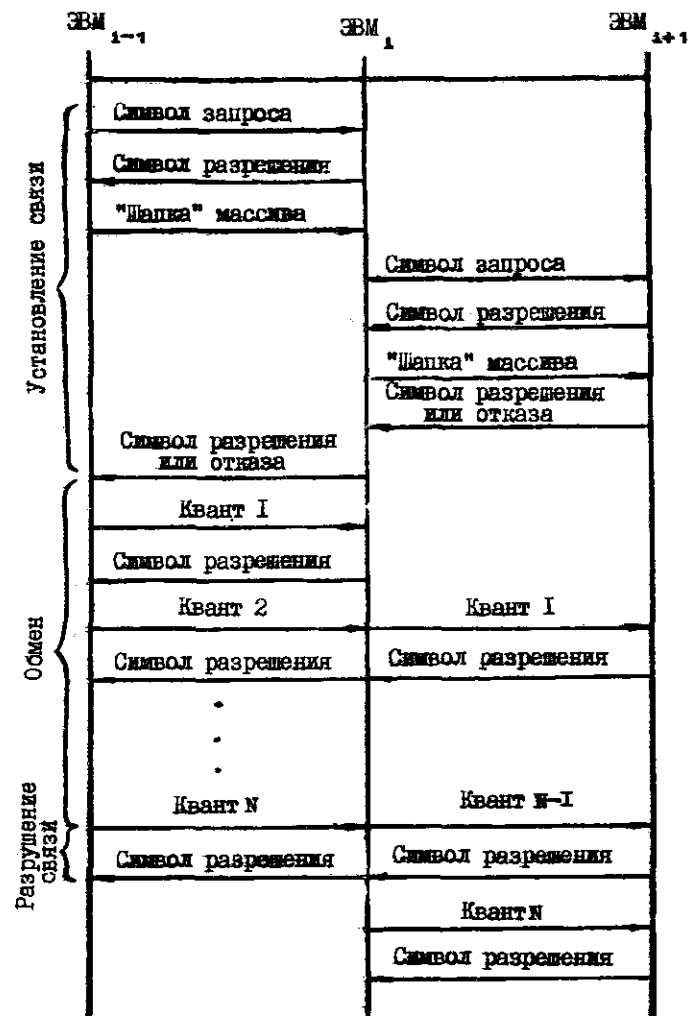


Рис.3. Временная диаграмма обмена массивом информации

Итак, в основе системы АСТРА лежат принципы параллелизма, однородности, программной изменяемости структуры и универсальности [1]. Необходимые для функционирования системы операции системного взаимодействия реализуются программно. Системное программное обеспечение непосредственно интерпретирует две операции передачи и приема информации с соответствующей настройкой. Другие системные операции (обобщенный условный и безусловный переходы [2]) реализуются с использованием системных операций обмена и универсального набора команд машины.

Для проверки правильности функционирования системы АСТРА были разработаны специальные программные тесты. В качестве контрольной задачи решалась система линейных алгебраических уравнений высокого порядка методом последовательных приближений. Процесс счета на каждой ЭВМ полностью совмещался во времени с процессом обмена информацией между машинами. Сравнение временных характеристик системы АСТРА с аналогичными характеристиками отдельной ЭВМ при решении этой задачи показало возможность эффективного применения распределенных вычислительных систем для решения матричных задач.

Приведенный в рамках данной работы теоретический анализ показал, что на распределенных вычислительных системах могут эффективно решаться задачи других классов:

- дифференциальные уравнения в частных производных;
- задачи интерполирования функций;
- задачи численного интегрирования.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Э.В.Евреинова за общее научное руководство, В.Г.Хорошевского, А.В.Комарова, А.Л.Койлича, а также весь коллектив вычислительного центра Института математики СО АН СССР за внимание к данной работе и оказанное содействие.

Л и т е р а т у р а

1. ЕВРЕИНОВ Э.В., КОСАРЕВ Ю.Г. Однородные универсальные вычислительные системы высокой производительности. Новосибирск, "Наука", 1966.
2. ЕВРЕИНОВ Э.В., ЛОПАТО Г.П. Универсальная вычислительная система "Минск-222". - В кн.: Вычислительные системы. Вып. 23. Новосибирск, 1966, с. 13-20.

3. ЛОПАТО Г.П., ВАСИШЕВСКИЙ А.Н., ПЫХТИН В.Я., СИДРИС-ТЫЙ Б.А., ХОРОШЕВСКИЙ В.Г. Системное устройство элементарной машины вычислительной системы "Минск-222". - Там же, с. 35-68.

4. ПРЕЖИЯКОВСКИЙ В.В., СМЕРНОВ Г.Д., ПЫХТИН В.Я. Электронная вычислительная машина "Минск-32". М., "Статистика", 1972.

5. КУШНЕРЕВ Н.Т., НЕМЕНМАН М.Е., ЦЕГЕЛЬСКИЙ В.И. Программирование для ЭВМ "Минск-32". М., "Статистика", 1972.

Поступила в ред.-изд.отд.
14 июня 1974 года