

16/41-70

Ц 846

В-125

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 5370

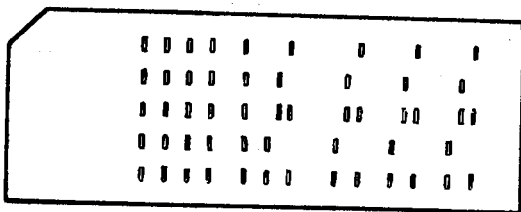


ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

В.А. Вагов, В.Н. Замрий, В.Б. Злоказов,
Н.Н. Морозова, Л.С. Нефедьева, Т.С. Рерих,
В.Н. Садовников, В.М. Ягафарова

СИСТЕМА
ПРИЕМА И НАКОПЛЕНИЯ ДАННЫХ
НА БАЗЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ЛНФ
И ЭВМ БЭСМ-4

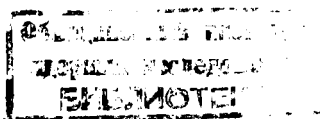
1970



10 - 5370

В.А. Вагов, В.Н. Замрий, В.Б. Злоказов,
Н.Н. Морозова, Л.С. Нефедьева, Т.С. Рерих,
В.Н. Садовников, В.М. Ягафарова

**СИСТЕМА
ПРИЕМА И НАКОПЛЕНИЯ ДАННЫХ
НА БАЗЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ЛНФ
И ЭВМ БЭСМ-4**



На базе аппаратуры измерительного центра ЛНФ /1/ и машины БЭСМ-4 /2/ в настоящее время создана система приема, накопления и обработки данных, поступающих из устройств измерительного центра (многоканальных анализаторов). В ранее созданной системе связи /3/ на автономную вычислительную машину "Минск-2" была возложена организация приема данных от удаленных устройств измерительного центра, оперативная (предварительная) обработка поступающих данных и выдача результатов обработки в устройства измерительного центра. Трудности проведения полной математической обработки экспериментальной информации на этой ЭВМ требовали значительную часть информации пересылать в более мощную машину типа М-20. Созданная система связи с установленной в измерительном центре машиной БЭСМ-4 позволяет осуществить более быстрый и гибкий аппаратно-программный комплекс не только для предварительной, но и для полной обработки экспериментальной информации (рис.1). Вычислительные возможности машины позволяют существенно расширить объем предварительной обработки, включая для некоторых экспериментов и полную обработку. В системе предусмотрена возможность пересылки предварительно обработанной информации в высокопроизводительную машину БЭСМ-6. Таким образом, на машину БЭСМ-4 возлагается не только организация связи, но и основная обработка данных физических экспериментов.

Выдача результатов обработки осуществляется на выводные устройства машины. Это не приносит существенных затруднений и неудобств экспериментаторам, ибо ЭВМ находится в непосредственной близости от экспериментально-физической аппаратуры, что позволяет в ходе эксперимента использовать широкие возможности внешних устройств ЭВМ. В предлагаемой работе описываются возможности системы в режиме приема и накопления данных.

Отсутствие в составе БЭСМ-4 средств "общения" с внешними объектами, необходимых для использования ЭВМ в измерительно-вычислительном комплексе, требует некоторых изменений в машине, создания внешних устройств связи и программ, обеспечивающих организацию связи и накопление поступающих данных.

В БЭСМ-4 введено устройство прерывания, позволяющее по внешнему сигналу прерывания организовать автоматический переход с выполняемой программы на программу связи и затем возврат к ранее прерванной программе /4,5/. В этом устройстве используется 4-рядный регистр, называемый "регистром масок прерывания". Наличие кода "I" в регистре является разрешением на прерывание по соответствующей причине. Допускается четыре причины прерывания: "авосты" машины, остановки машины, подключение физической аппаратуры и обращение к дополнительным внешним устройствам ЭВМ. К физической аппаратуре относятся все устройства измерительного центра ЛНФ (многоканальные анализаторы и т.д.). Каждому дополнительному внешнему устройству ЭВМ (малые машины, выносные пульта, осциллограф со световым карандашом и т.д.) присваивается свой управляющий код, что позволит по одной причине прерывания подключать различное оборудование. Функции распознавания управляющего кода будут возложены на программу "Диспетчер".

Время переключения машины на прием информации

$$t_1 \text{ перек} = t_6 + t_{\text{зан}} + t_{\text{з.ф.}} + t_c, \text{ где}$$

t_6 - время от момента появления сигнала "Вызов" до окончания выполнения текущей команды, - равно ≈ 50 мксек, если текущая команда не является групповой (не обращение к внешним устройствам);

$t_{\text{зан}} = 92$ мксек - время выполнения команд запоминания текущего состояния машины; $t_{\text{з.ф.}}$ - время запоминания состояния МОЗУ машины, если прерывается счет фоновой задачи (что решается программным путем); t_c - время перехода к программе связи.

Время переключения машины на прерванную программу

$$t_2 \text{ перек} = t_{\text{в.ф.}} + t_6, \text{ где}$$

$t_6 = 52$ мксек - время выполнения команд восстановления текущего состояния машины и перехода к прерванной программе; $t_{\text{в.ф.}}$ - время восстановления МОЗУ, если при прерывании был счет фоновой задачи. Время переключения существенно зависит от программной организации на машине.

Прием (выдача) данных в (из) ЭВМ осуществляется через дополнительный блок обмена - устройство канала связи (МКС-I) машины БЭСМ-4, связанное с внешним устройством связи (УС) измерительного центра ЛНФ (рис.1). МКС-I содержит устройство приема-выдачи кода и устройство управления каналом связи. В устройстве УС находится регистр приема-выдачи и местный блок управления. Обмен информацией происходит по параллельным линиям связи, длина которых не превышает 20-30 м. В ЭВМ коды поступают с регистра УС по кодовым шинам приема (КШП), а из ЭВМ в тот же регистр - по кодовым шинам выдачи (КШВ).

При приеме данных к УС подключается запоминающее устройство (МЗУ) одного из многоканальных анализаторов при помощи "Выходного коммутатора ИЦ." Поступающий массив данных может содержать 256, 512, 1024, 2048 и 4096 шестнадцатиразрядных двоичных чисел. Выведенные из МЗУ очередные два числа размещаются в младших разрядах регистра УС (с I по 32 разряд) и передаются в ЭВМ в виде одного "машинного слова". В устройстве УС длина массива данных определяется подсчетом количества переданных чисел. Передаваемый массив данных содержит, кроме результатов измерения, контрольную 16-разрядную сумму, формируемую на сумматоре УС, а также управляющую информацию, используемую для организации обмена и обработки данных, называемую "обращением к ЭВМ" /3/. Коды обращения набираются на клавиатуре "Пульта обращения", подключенного к УС. Обращение состоит из 16 десятичных цифр (n_1, n_2, \dots, n_{16}) и содержит сведения об эксперименте, характеристики передаваемых данных и требуемой обработки:

$N_1 = n_1 n_2$ - признаки эксперимента (вид эксперимента или "фамилия" экспериментатора);

$N_2 = n_3 n_4 n_5$ - порядковый номер измерения;

$N_3 = n_6 n_7$ - дополнительный признак (например, дата измерений);

$N_4 = n_8$ - признак длины массива передаваемых чисел;

$N_5 = n_9 n_{10}$ - признаки требуемой обработки данных;

$N_6 = n_{11} n_{16}$ - монитор или константа, которая заносится в массив чисел.

В дальнейшем $N_1 N_2 N_3 N_4$ составят условное число измерения (УЧ), под которым это измерение будет записано на магнитную ленту машины (НМЛ). Количество кодов обращения сравнительно невелико, так как имеется

возможность при обработке данных каждого эксперимента вводить редко изменяемые константы. Коды обращения в ЭВМ используются для настройки на соответствующий режим приема и обработки данных: при $N_4 \neq 0$ и $N_5 = 0$ выполняется прием указанного массива без обработки, при $N_4 \neq 0$ и $N_5 \neq 0$ - прием с обработкой принятого массива, при $N_4 = 0$ и $N_5 \neq 0$ - приема данных нет, но вызывается блок обработки хранящегося в ЭВМ массива с заданными признаками $N_1 N_2 N_3 N_4$.

Связь с ЭВМ устанавливается устройством УС после выбора и подключения одного из МЗУ и послышки сигнала "Вызов" в машину. По этому сигналу в машине происходит прерывание счета текущей задачи и осуществляется переход к программному циклу приема (выдачи) слова. Организация канала связи допускает возможность группового обмена информацией (со скоростью 125 000 слов в секунду) и обмена информацией по одному слову (со скоростью, задаваемой внешним устройством УС). Второй режим обмена используется для приема данных из многоканальных анализаторов, т.к. сравнительно велико время выборки чисел из анализатора.

Взаимодействие основных управляющих сигналов между устройствами МКС и УС осуществляется по принципу запрос - ответ. Сигналы "Основной маркер приема" (ОМП) и "Основной маркер выдачи" (ОМВ), поступающие из устройства УС, характеризуют готовность его к передаче - приему слова. Импульсы "Импульс приема кода" (ИПК) и "Импульс выдачи кода" (ИВК) поступают из МКС в ответ на соответствующие сигналы ОМП и ОМВ.

Цикл приема начинается с послышки в УС сигнала "Запрос", по которому устройство УС готовится к обмену. В это время из анализатора выводятся и записываются в регистр УС два первых 16-разряд-

ных числа, после чего (с задержкой 100 мксек) вырабатывается сигнал ОМП. В течение времени $t_1 \geq 100$ мксек в машине осуществляется задержка, после которой воспринимается сигнал ОМП, выполняется команда приема и вырабатывается ответный импульс ИПК. Задержка между сигналом ИПК и началом следующего цикла приема составляет $t_2 \geq 180$ мксек. Величины t_1 и t_2 задаются программным путем. Если по истечении времени t_1 и t_2 какое-либо устройство не готово к обмену, тогда программа работает в режиме аварийного окончания связи (фиксируется сбой: "нет управляющего сигнала"). Время приема массива, содержащего до 2048 слов, не превышает 1 секунды. Однако общее время связи значительно больше и, как показано ниже, определяется временем работы накопителя НМЛ и временем организации связи.

ЭВМ выходит из связи после завершения приема заданного массива и обработки, указанной в "обращении". В ходе установления связи и выхода из связи из машины поступают управляющие коды "Плохо", "Хорошо", формируемые для управления работой УС и подключенного МЗУ. Цикл выдачи начинается с того, что МКС посылает сигнал "Готовность" и анализирует состояние УС. После окончания подготовки УС подает сигнал ОМВ, в ответ на который МКС посылает сигнал ИВК и код. В регистре УС управляющие коды размещаются в старших разрядах (с признаком "1" в 45-м разряде). Эти коды в устройстве УС расшифровываются в соответствующие исполнительные сигналы (приказы): "Включить", "Повторить обмен", "Связь окончена", "Аварийная остановка".

Программное обеспечение системы приема, накопления и обработки данных является ее составной частью и названа системой ПОФИ 2 (прием и обработка физической информации). Система ПОФИ 2 состоит

из интерпретатора и библиотеки стандартных программ, написанных в системе ИС-2 /2/. ПОФИ 2 может быть вызвана:

- I. При выполнении заданий. В этом случае будет идти обработка ранее накопленной информации.
2. При работе системы связи. В этом случае будет идти прием, накопление данных, а если необходимо, то и обработка по заданиям, заранее занесенным на МЛ.

Используемые программные блоки (связь, обмен, обработка) являются стандартными программами в системе ПОФИ 2 /6/.

Общая организация работы ЭВМ при приеме, накоплении и обработке спектрометрической информации (рис.2) осуществляется программой "Диспетчер". "Диспетчер" открывает "маски", разрешая этим прервать работу машины.

Диспетчер допускает следующие режимы работы:

I. Ожидание (холостой ход).

В этом режиме счета на машине нет, в цикле непрерывно выполняются команды "Ожидания".

II. Счет фоновых задач.

Если программа "Диспетчер" работает в режиме ожидания, то включением специального тумблера на пульте ЭВМ можно задать режим счета задач, которые подчиняются требованиям, предъявляемым к фоновым задачам. Если в качестве фоновой задачи идет обработка по заданию системы ПОФИ 2, то "Диспетчер" вызывает систему ПОФИ 2 для обработки.

III. Связь.

В этом режиме "Диспетчер" по сигналу прерывания (3-я причина)

запоминает состояние машины и вызывает систему ПОФИ 2 для связи. После окончания работы системы ПОФИ 2 "Диспетчер" восстанавливает состояние, в котором машина находилась до прерывания, и затем продолжается работа прерванной программы.

Основные задачи блока связи: прием информации и преобразование ее к виду, удобному для обработки; организация контроля правильности прохождения связи; организация вызова блока обмена и блока обработки.

В начале работы блок связи посылает в УС приказ "Установить УС в исходное состояние" (код "Плохо") и переходит на прием "обращения", которое принимается дважды. Если "обращение" передано верно (коды совпали), блок связи расшифровывает его и осуществляет прием данных. Окончив прием, вычисляет контрольную сумму и сравнивает с последним принятым числом, которым является контрольная сумма, полученная в УС.

При совпадении контрольных сумм данные преобразуются в массив двоичных чисел с плавающей запятой и записываются на магнитную ленту блоком обмена. После записи возможно подключение блока обработки, осуществляющего оперативную математическую обработку по заданию, ранее занесенному в машину.

В конце работы блок связи посылает в УС приказ "Выключить УС" (код "Хорошо") и возвращается на программу "Диспетчер".

На всех этапах связи осуществляется контроль работы УС, МКС-I и машины БЭСМ-4. При выявлении сбоя обеспечивается автоматическое повторение соответствующего этапа. Например, в случае несовпадения принятых обращений или контрольных сумм блок связи посылает приказ "Повторить обмен" (код "Плохо") и осуществляет повторный прием.

При многократном повторении сбоя на печать выдается информация о сбое и в УС посылается приказ "Аварийная остановка". Блок связи выдает на печать "обращение" и первые 60 чисел, принятых из МЗУ анализатора, что позволяет экспериментатору убедиться в правильности приема данных в ЭВМ.

Блок обмена предназначен для осуществления обмена информацией между МОЗУ и НМЛ. Используется два типа магнитных лент (МЛ): программная МЛ (ПМЛ) и числовая МЛ (ЧМЛ).

На ПМЛ находится таблица бобин (ТБ) и паспорта числовых МЛ.

На числовые МЛ ведется накопление данных.

ТБ содержит характеристики числовых МЛ (номера бобин, номера зон паспортов и т.д.). Для каждой числовой МЛ на ПМЛ организуется паспорт, который содержит информацию о всех измерениях, записанных на данную числовую МЛ. Каждое измерение характеризуется условным числом (УЧ) измерения и номером зоны на магнитной ленте, начиная с которой записалось измерение. При каждом сеансе связи происходит регистрация массива данных в паспорте. В целях сокращения времени сеанса связи и исключения лишних прогонов МЛ паспорта ЧМЛ вынесены на ПМЛ. Для первоначальной регистрации в ТБ каждая ЧМЛ снабжается заголовком, содержащим номера начальной и конечной зон магнитной ленты и номер бобины.

Блок обмена может работать в режимах:

- 1) записи массива данных на ЧМЛ;
- 2) поиска и считывания массива данных с ЧМЛ.

Запись числовой информации на ЧМЛ производится отдельными форматами. Формат имеет длину $n_1 + n_2$, где $n_1 = 1024$ числа, а $n_2 = 4$ кода шапки, которая включает УЧ массива данных,

физические константы, полученные вместе с результатами измерения, и номер бобины ЧМЛ. В зависимости от длины массива данных число форматов может быть от I до 4. Длина зоны на ЧМЛ определяется длиной формата. Массив данных хранится на МБ в течение сеанса связи, что допускает подключение программ обработки, написанных по правилам системы ПОФИ 2.

Блок обмена сообщает (выдает на печать) о номерах зон ЧМЛ, в которые была произведена запись принятого массива данных.

Время связи для одного эксперимента (при использовании анализатора емкостью 4096 каналов) только в режиме приема и накопления составляет ≈ 40 секунд с выдачей информации на узкую печать. Если при тех же условиях используется алфавитно-цифropечатающее устройство (АЦПУ), то время связи увеличивается до 58 секунд. При сбоях аппаратуры, естественно, время связи увеличивается. Чтобы сократить при сбоях время связи, в системе допускается только один останов машины для смены ЧМЛ (в среднем один раз на 400 измерений). В остальных случаях система автоматически повторяет прием информации (до 3 раз), а затем уходит на программу "Диспетчер". Это дает возможность повторить передачу данных.

В системе связи непосредственно после записи принятой информации может подключаться программа обработки. Задержка окончания связи на время записи и обработки оправдывается возможностью немедленного повторения обмена информацией в случае сбоев (искажения исходной информации). Однако это требует определенных ограничений на длительность оперативной обработки, выполняемой в ходе связи. Оперативная обработка не должна занимать более 3-5 минут машинного времени. Это ограничение позволяет в течение часа проводить не более 10-20 сеансов связи, что в основном удовлетворяет потреб-

ности существующего измерительного центра (при общем количестве анализаторов до 10-20 и времени заполнения одного анализатора $\approx 1-2$ часа).

Как показал опыт эксплуатации, описываемая система отвечает поставленным требованиям оперативной связи многоканальных анализаторов и ЭВМ. Данная система обслуживает почти все эксперименты, проводимые в ЛНФ.

В настоящее время происходит дальнейшее наращивание системы за счет подключения к ней нового оборудования, что позволит машину ИЦ ЛНФ включить в общую систему машин ОИАИ. Тогда измерительно-вычислительный центр ИВЦ ЛНФ будет звеном многомашинного измерительно-вычислительного комплекса ОИАИ с ЭВМ БЭСМ-6.

Можно указать на следующие основные направления в развитии системы приема, накопления и обработки данных.

1. Развитие средств предварительного накопления и сортировки экспериментальных данных на основе МОЗУ ЭВМ.

2. Расширение парка внешних устройств ЭВМ, которые могут использоваться и как внешние устройства измерительно-вычислительного центра.

3. Модернизация вычислительной машины БЭСМ-4.

В машине предусматривается расширение памяти машины до 16 к и создание каналов прямого доступа к памяти, устройство канала связи МКС-1 дополняется устройством МКС-2.

Программное обеспечение (ПОФИ 2) системы предусматривает подобное расширение ИВЦ ЛНФ и является составной частью общего программного обеспечения системы машин.

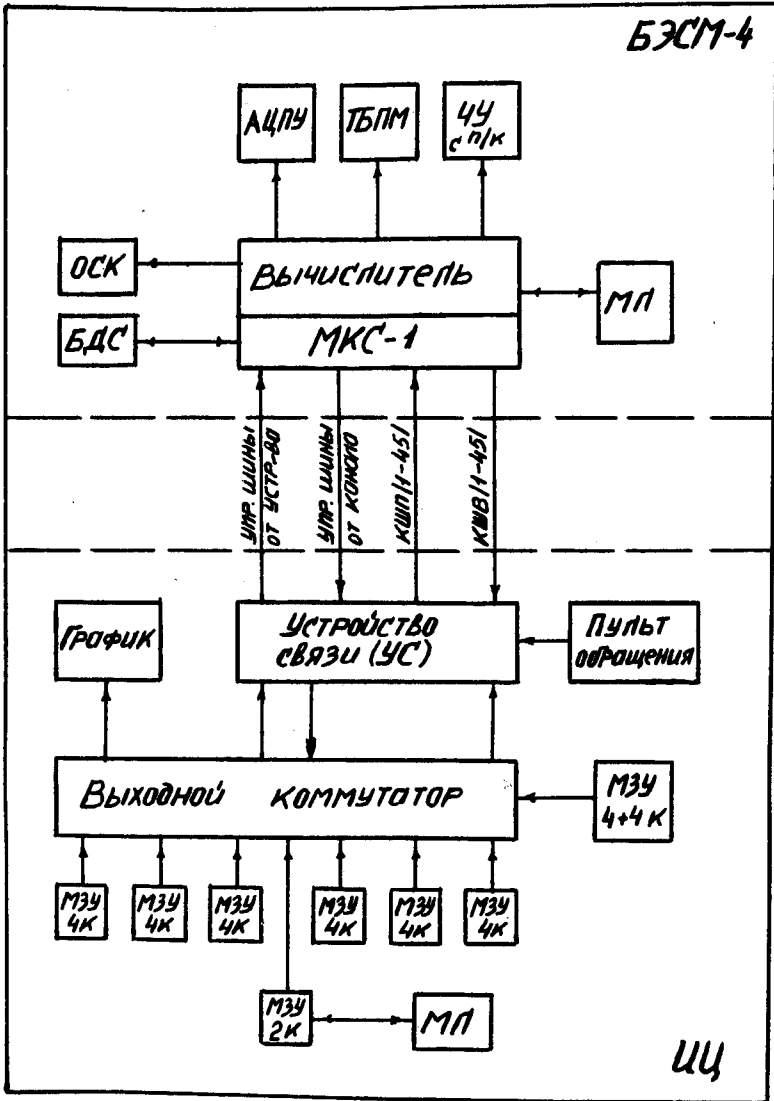
Расширение состава устройств ИЦ и необходимость более широкого использования возможностей ЭВМ в ходе физического эксперимента выдвигают ряд новых требований к организации связи с ЭВМ в форме двустороннего диалога /7/.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.И.Барановский, В.А.Владимиров, Г.П.Жуков, Б.Е.Журавлев, Г.И.Забиякин, В.Н.Замрий. Измерительный центр ЛНФ. В сборнике "IV симпозиум по радиоэлектронике". Изд. ИЯИ ЧАН. Прага, 1967.
2. В.Ф.Ляшенко. "Программирование для цифровых вычислительных машин". Изд. "Сов. радио". М., 1967.
3. Г.И.Забиякин, В.Н.Замрий, Л.С.Нефедьева, Ю.М.Останевич, В.М.Ягафарова. Двусторонняя связь измерительного центра с вычислительной машиной. ПТЭ, 1968, № 2, стр. 82.
4. Е.Д.Городничев, Г.М.Кадыков, В.Н.Садовников, Н.Н.Морозова. Реализация прерывания программ в БЭСМ-4 ОИЯИ для использования вычислительной машины в электронных экспериментах и системах обработки данных. Сообщения ОИЯИ, IO-4753, Дубна, 1969.
5. Е.Д.Городничев, Г.М.Кадыков, Н.Н.Морозова, В.Н.Садовников. Аппаратура и команды обмена информацией для работы БЭСМ-4 в режиме "on-line". Сообщение ОИЯИ, IO-4870, Дубна, 1969.
6. Н.Н.Воробьева, Б.Жаргал, Л.С.Нефедьева, Т.С.Рерих, В.Н.Тарасова, В.М.Ягафарова. Математическая система приема и обработки физической информации (ПОФИ 2). В сб. "Материалы совещания по программированию и вычислительным методам решения физических задач", II-4655, Дубна, 1969.
7. В.Н.Замрий, З.В.Лысенко. Об организации связи с ЭВМ в измерительном центре. Сообщение ОИЯИ, IO-4703, Дубна, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел

22 сентября 1970 года.



Общее построение системы приема, накопления и обработки данных