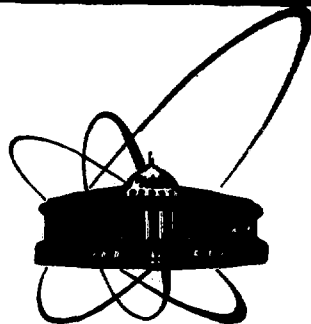


СИ8404248



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

10-83-773

И.И.Евсиков, И.М.Иванченко, Н.Н.Карпенко,  
Д.А.Кириллов, М.Ф.Лихачев, А.Н.Морозов

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ  
В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЕ ЭВМ  
НА ЛИНИИ  
С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ БИС-2**

**1983**

Усложнение современных исследований в области физики высоких энергий предопределяет увеличение вычислительной мощности, используемой для автоматизации проведения экспериментов. На очередном этапе развития методики управления экспериментами ОИЯИ нашли широкое применение однопольные системы реального времени /1-3/ на базе относительно мощной ЭВМ ЕС-1040. Дальнейшее повышение эффективности, гибкости и адаптивности процессов управления связано, в частности, с разработкой и применением распределенной ассоциации вычислительных средств. В понятиях вычислительных сетей /4/ основные компоненты рассматриваемой распределенной ассоциации функционально соответствуют рабочим и терминальным системам. Топология распределенной вычислительной системы определяется требованиями эффективного обслуживания экспериментов как в монопольном, так и в коллективном режиме в рамках приоритетной дисциплины в условиях одновременного проведения экспериментов с использованием базовой ЭВМ.

Вариант распределенной вычислительной системы, включающей базовую ЭВМ ЕС-1040 и малые ЭВМ, был использован для проведения на ускорителе ИФЭЭ цикла экспериментов на установке БИС-2. Базовая вычислительная машина расположена на значительном расстоянии от экспериментальной установки, а малые ЭВМ и терминальное оборудование - в экспериментальной зоне.

В рассматриваемой неоднородной системе функции между ЭВМ распределены следующим образом. Выдачу запросов на выполнение операций аппаратурой КАМАК, ввод/вывод информации на терминальные устройства, управление процессом обмена данными с базовой ЭВМ осуществляет малая ЭВМ. Эта вычислительная машина связана с микро-ЭВМ ТЕКТРОНИК-4051, обеспечивающей визуализацию графической информации, передаваемой с базовой ЭВМ.

На базовой ЭВМ реализуется прием, накопление и обработка массивов экспериментальных данных, генерируются результирующие файлы (включая графические) для удаленных терминалов, производится оперативная интерпретация директив пользователя.

Следует отметить, что в рамках рассматриваемого подхода к обслуживанию процесса сбора удается исключить на малой ЭВМ процесс буферизации входных экспериментальных данных за счет высокой реактивности и скорости процессов обмена на базовой ЭВМ.

Использование такого рода распределенной системы позволяет целесообразно сочетать такие, в известной степени противоречивые, требования к обеспечению управления экспериментом, как сложность и полнота обработки, гибкость и адаптивность системы к меняющимся условиям эксперимента. Распределение функций играет важную роль для унификации программного обеспечения. Так, программы сбора на базовой ЭВМ не зависят от особенностей эксперимента и представляют одно из звеньев базового комплекса реального времени.

Благодаря использованию в дополнение к каналам связи малой ЭВМ для реализации процессов обмена данными уменьшается объем микропрограммирования, применяемого в рамках канальной программы. Таким образом удается оократить затраты на создание и сопровождение программного обеспечения процессов сбора экспериментальных данных и представления результирующей информации на терминальных устройствах.

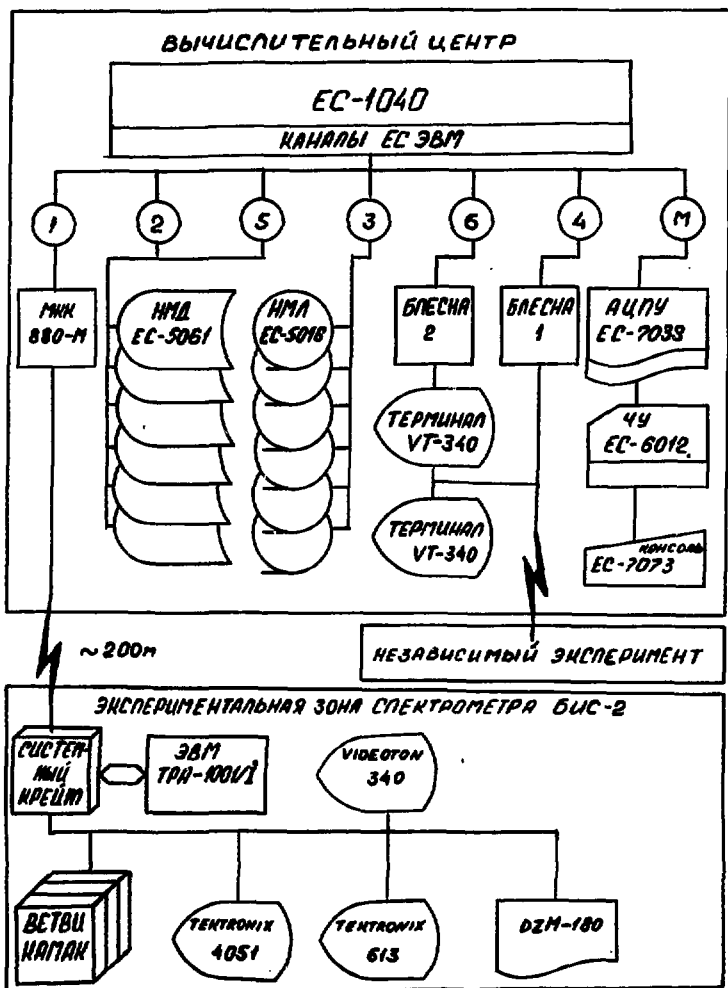
В состав технических средств системы, схема которой показана на рисунке, входят:

- ЭВМ ЕС-1040 (1 Мбайт, 400 тыс. оп./с), 6 НМД ЕС-5016, 2 АЦПУ ЕС-7033, 2 считывающих устройств (ЧУ) ЕС-6012, пультовый дисплей VT-340 и локальные дисплейные терминалы, 1 мультиплексный и 6 селекторных каналов, 6 НМД ЕС-5061;
- ЭВМ ТРА-1001/1 (8К двенадцатитбитных слов, цикл памяти - 1,5 мкс), фотосчитыватель FS-1501, телетайп DATA-DYNAMICS 390, диск DISKMON емкостью 256К слов, программный канал;
- удаленные терминалы: графическая микропроцессорная система TEKTRONIX-4051, алфавитно-цифровой дисплей VT-340, знако-печатающее устройство DZM - 180 KSR.

Связь между машинами осуществляется с помощью контроллера МКК 880М /5/ через первый селекторный канал ЭВМ ЕС-1040 и программный канал ТРА-1001/1/6/.

Параллельный спектрометр подключается через другой селекторный канал.

В состав установки БИС-2 как источники информации и объекты контроля входят пропорциональные камеры (~ 10 тыс. регистрирующих каналов), оцифровочные счетчики, черенковский спектрометр полного поглощения (140 каналов), многоканальный пороговый газовый черенковский спектрометр, детектор мюонов, аппаратура регистрации в стандарте КАМАК (31 крейт).



Структура распределенной вычислительной системы.

Параллельное решение многочисленных, качественно различающихся задач в реальном масштабе времени достигается путем распределения функций между вычислительными машинами и распараллеливания процессов, реализуемых на уровне отдельной ЭВМ.

Программное обеспечение терминальной ЭВМ организовано таким образом, что процессы, связанные со сбором экспериментальных данных, обладают более высоким приоритетом по сравнению с процессами обслуживания терминалов.

На базовой ЭВМ комплекс программ <sup>17/</sup> реализован в рамках ОС ЕС (MVT, версия 6.1) с использованием аппарата подзадач. Обмен информацией между большинством подзадач осуществляется на основе единой базы данных, обслуживаемой пакетами <sup>18/</sup> и <sup>19/</sup>, стандартными средствами операционной системы и языков программирования Фортран и ассемблер. Передача данных между процессами сбора и обработки реализуется в рамках динамически настраиваемого алгоритма <sup>10/</sup>. Информация для представления на печатающих устройствах заносится подзадачей обработки в единый файл на накопителях прямого доступа. Независимая выборка информации с этого файла для передачи на АЦПУ и терминальную систему осуществляется самостоятельной подзадачей. Асинхронная организация вывода позволяет учесть существенно различные скорости печатающих устройств.

Высокоинтенсивные потоки экспериментальной информации (сотни килобайт/с) предъявляют жесткие требования к подсистеме сбора. Для обеспечения высокой реакции базовой ЭВМ на внешние сигналы используется параллельная работа коммуникационных процессоров (каналов связи) и центрального процессора (ЦП). Реализация приема информации без привлечения ЦП играет важную роль при одновременном использовании базовой ЭВМ независимыми экспериментами. Совершенство работы процессов сбора достигается за счет применения специализированных аппаратных звеньев, включающих программируемые интерфейсные модули, а также мини- и микро-ЭВМ. Мощность распределенной вычислительной системы позволяет рационально удовлетворять такие требования, как высокая скорость и адаптивность процессов сбора информации.

Обмен между ЭВМ осуществляется сообщениями. В процессе диалога между вычислительными машинами в базовую ЭВМ передается массивы экспериментальных данных, сопровождаемые служебной информацией, и директивы пользователя. На терминальную ЭВМ передается результирующие данные и диагностическая информация.

Протокол обмена между ЭВМ разрабатывался с учетом результатов, изложенных в работах <sup>11-12/</sup>. Для организации обмена используется набор управляющих внешних сигналов: "Начало обмена", "Событие", "Собщение с терминала", "Сообщение на терминал", "Конец обмена".

При поступлении внешнего сигнала "Начало оброса" малая ЭВМ переходит из режима ожидания или обслуживания терминалов в режим интеллектуального КАМАК-контроллера, иницируя переход канальной программы в режим приема информации. Прием события (логической единицы информации) завершается по внешнему сигналу "Событие". В рамках канальной программы производится оформление принятого массива в виде элемента динамической структуры и осуществляется самонастройка программы для приема следующего события. Завершение приема событий, относящихся к одному обросу, определяется логической суммой трех условий: поступил внешний сигнал "Конец передачи", принят массив заданной длины, истекло допустимое время прохождения процесса приема. Используя механизм прерывания ввода/вывода и стандартные средства синхронизации подзадач, канальная программа переводит в активное состояние процессы накопления и обработки информации. После этого канальная программа переходит в состояние ожидания внешних сигналов.

С точки зрения распределения функций и скорости приема информации реализованный программно в распределенной системе алгоритм ввода динамических массивов (событий) близок к функционально аналогичному алгоритму ввода массивов фиксированной длины, реализованному аппаратно<sup>/12/</sup>. В рассматриваемой системе для решения задачи динамической самонастройки канальной программы использовались средства микропрограммирования интерфейсного модуля<sup>/5/</sup>.

В режиме обслуживания терминальных устройств малая ЭВМ принимает в оперативную память директиву - сообщение с терминального устройства - и генерирует для канальной программы внешний сигнал "Сообщение с терминала". По этому сигналу канальная программа переходит, при наличии свободного программного ресурса, в режим ввода сообщения, завершая прием по сигналу "Конец передачи". Анализ и интерпретация директив осуществляется на уровне соответствующей подзадачи.

Файлы для вывода на удаленные терминалы генерируются программами обработки, графическими программами и т.д. Эти программы обеспечивают также маршрутизацию и адресацию информации. На уровне канальной программы и подзадачи обмена не учитывается содержательный характер выводимой информации. Существенным является только начальный и конечный адреса сообщения.

Передача сообщений в терминальную систему происходит при условии готовности результирующих файлов и наличии свободного ресурса малой ЭВМ. По сигналу "Сообщение на терминал" канальная программа переходит в режим передачи данных.

Используя логический номер принятого сообщения, терминальная ЭВМ осуществляет коммутацию и передачу сообщения на нужное устройство представления данных. При выводе алфавитно-цифровой информации логический номер сообщения идентифицирует виртуальное устройство представления данных. В качестве реального физического устройства терминальная ЭВМ выбирает печатающее устройство или алфавитно-цифровой дисплей. Сообщение, содержащее графическую информацию, передается на дисплейный процессор микро-ЭВМ с программно-аппаратной реализацией языка высокого уровня.

Характерные особенности рассмотренной задачи сбора связаны с многокомпонентностью регистрирующей аппаратуры, сложностью структур входных данных, высокой интенсивностью информационного потока.

Принципиальными моментами решения указанной задачи на базе распределенной системы являются:

- программное управление регистрирующей аппаратурой и передачей информации при помощи малой ЭВМ;
- реализация протокола приема динамических массивов информации на базовой ЭВМ в рамках канальной программы без привлечения центрального процессора.

Применение распределенной неоднородной вычислительной системы в цикле экспериментов на многокомпонентном бесфильмовом спектрометре показало рациональность архитектуры системы и организации информационных связей между основными процессами. Включение в систему малой ЭВМ в качестве интеллектуального КАМАК-контроллера и концентратора терминалов позволило гибкость и адаптивность системы к меняющимся условиям эксперимента.

Созданное математическое обеспечение позволило увеличить скорость набора статистики, повысить качество контроля эксперимента и устойчивость работы системы.

К достоинствам системы следует отнести возможность эффективной работы в режиме использования базовой ЭВМ в реальном масштабе времени независимыми экспериментами.

Авторы выражают благодарность Н.Н.Говоруку и Э.И.Мальцеву за поддержку данной работы, В.В.Вицелу, В.Н.Садовникову, Э.Итрату за помощь при отладке программного обеспечения передачи информации, Г.Н.Старовойтовой за полезные рекомендации для повышения устойчивости работы операционной системы ОС ЕС, Н.Ф.Бурманцу за обеспечение устойчивого функционирования базовой ЭВМ ЕС-1040, всем участникам исследования, проводимым на БИС-2, за всестороннюю помощь в процессе наладки системы.

### Литература

1. Балашов В.К. и др. ОИЯИ, Ю-11357, Дубна, 1978.
2. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, Р10-12968, Дубна, 1980.
3. Иванченко И.М. и др. ОИЯИ, Ю-81-754, Дубна, 1981.
4. Якубайтис Э.А. АБГ, 1981, № 2, с.3-14.
5. Садовников В.Н. ОИЯИ, Ю-81-396, Дубна, 1981.
6. Айхнер Г. и др. ОИЯИ, I-80-224, Дубна, 1980.
7. Евкина В.Н. и др. ОИЯИ, Б1-Ю-82-862, Дубна, 1982.
8. Brun R., Ivanchenko I., Pallazzi P. JINR, D10,11-11264, 1978, p.79.
9. Brun R. et al. CERN, DD-US-73, Geneva, 1982.
10. Евсиков И.И. и др. ОИЯИ, Ю-83-503, Дубна, 1983.
11. Садовников В.Н., Штрайт Э. ОИЯИ, Ю-82-144, Дубна, 1982.
12. Водопьянов А.С. и др. ОИЯИ, Р13-82-547, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 ноября 1983 года.



## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги,  
если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
Д1,2-12036	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12450	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д4-80-271	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-385	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Евсиков И.И. и др.

10-83-773

Организация передачи информации в распределенной системе ЭВМ  
на линии с экспериментальной установкой БИС-2

Рассмотрена архитектура распределенной вычислительной системы, используемой на линии с установкой БИС-2. Обсуждаются функции ЭВМ и организация передачи информации между основными процессами в системе. Обосновывается использование малой ЭВМ в роли интеллектуального CAMAC-контроллера и концентратора терминалов. Созданное математическое обеспечение позволило увеличить скорость набора статистики, повысить качество контроля эксперимента и устойчивость работы системы.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации и Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Evsikov I. I. et al.

10-83-773

Data Transfer in Distributive Computer System  
On-Line with the BIS-2 Installation

The architecture of distributed computational system used on-line with the BIS-2 installation is considered. The computer functions and organization of information transfer between basic processes are discussed. The use of small computer as an intellectual CAMAC-terminal controller and concentrator is substantiated. The created software permitted to increase the rate of statistics collection, to improve the quality of experiment control and stability of system operation.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation and the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой

10 коп.

Редактор Т.Я.Жабицкая.

Макет Н.А.Киселевой.

Подписано в печать 23.11.83.

Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листов 0,69.

Тираж 360. Заказ 33779.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна Московской области.