

e +

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

3694 / 83

18/7-83

10-83-276

С.Н.Базылев, Л.Г.Ефимов, И.Ф.Колпаков,  
А.П.Крячко, В.Н.Садовников, А.Е.Сеннер,  
В.М.Слепнев, В.А.Смирнов, В.В.Трофимов,  
Э.Штрайт, Ф.Штрайт, Н.А.Шутова

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ  
НА ЛИНИИ С ЭВМ ЕС-1040 В ЛВЭ ОИЯИ

1983

## 1. ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ накоплен богатый опыт использования ЭВМ ЕС-1040 для сбора и обработки информации, получаемой с экспериментальных установок. В состав средств связи с ЕС-1040 входят:

- аппаратура сопряжения<sup>/1/</sup>,
- математическое обеспечение процесса сбора и накопления данных<sup>/2,3/</sup>.

Кроме того, экспериментаторам предоставляются общесистемные аппаратные и программные средства ЕС-1040, которые в значительной степени повышают эффективность использования ЭВМ на линии с экспериментом. Все аппаратные средства и большая часть рассматриваемых в статье программных средств связи были разработаны в отделе новых научных разработок ЛВЭ ОИЯИ.

## 2. АППАРАТУРА СВЯЗИ ЭВМ ЕС-1040 С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ

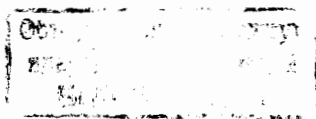
В состав аппаратуры связи входят:

- микропрограммный контроллер канала /МКК/ ЕС ЭВМ<sup>/4,5/</sup>,
- аппаратура линии связи<sup>/6,7/</sup>,
- устройство управления электронной аппаратурой физических установок<sup>/8/</sup>.

Комплекс устройств связи предназначен для обслуживания в режиме разделения времени нескольких экспериментальных установок на линии с ЭВМ ЕС-1040. При этом сбор и накопление данных с различных установок производится последовательно в различные промежутки времени.

МКК является специализированным процессором, который имеет собственный набор команд и использует в качестве памяти ОЗУ ЕС-1040. Устройство управления каналом ЕС позволяет повысить эффективность процесса сбора данных с экспериментов, проводимых на линии с ЭВМ. Максимальная скорость передачи данных через МКК составляет 1,25 Мбайт/с. Связь МКК с аппаратурой экспериментальных установок осуществляется при помощи аппаратуры линии связи, в состав которой входят:

- передатчики информации в линию,
- приемники информации с линии,
- устройство коммутации,
- кабели связи.



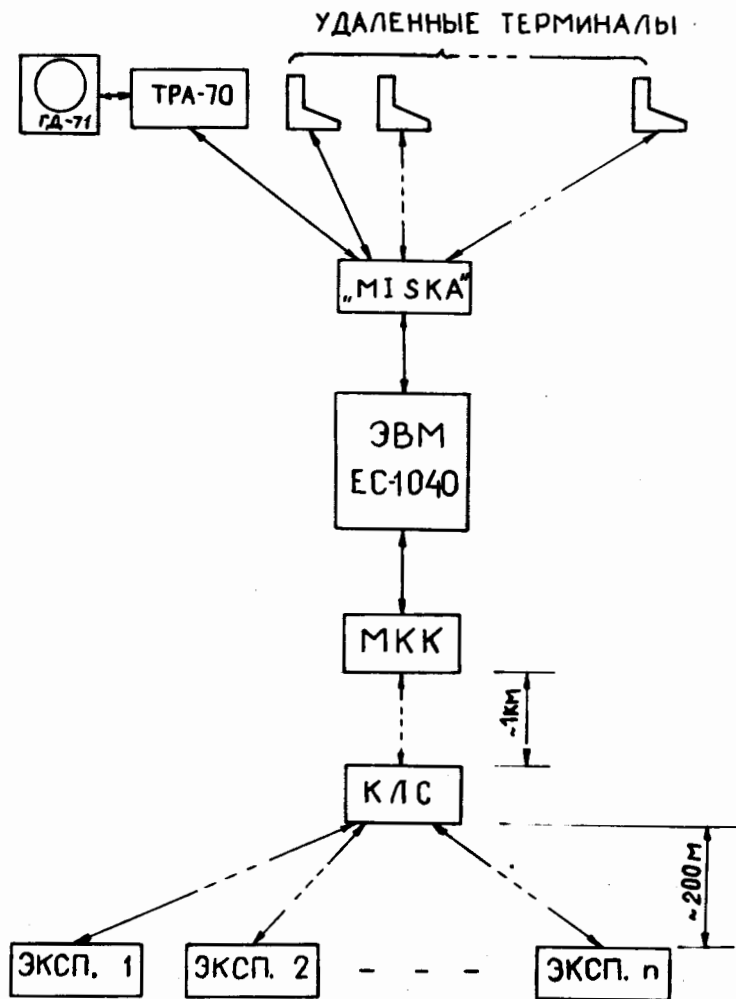


Схема соединений аппаратуры связи и общесистемных аппаратных средств эксперимента с ЭВМ ЕС-1040 ЛВЭ

Приемники и передатчики информации осуществляют обмен 18-разрядными словами, состоящими из байта управления, байта данных и двух контрольных разрядов. Для организации работ МКК с несколькими экспериментальными установками используется устройство коммутации информации. Оно выполнено на базе крейта КАМАК и включает в себя пары приемник-передатчик по числу подключаемых установок. Расстояние от устройства коммутации до МКК составляет ~ 1 км, а до установок ~ 200 м /см. рисунок/. Аппаратура линии

связи обеспечивает передачу информации со скоростью до 2 Мбайт/с при частоте ошибок  $10^{-9}/1/$ .

Электронная регистрирующая аппаратура, входящая в состав экспериментальных установок Лаборатории, выполнена в стандарте КАМАК и размещается в нескольких крейтах. Эти крейты объединяются в одну или несколько ветвей КАМАК при помощи модулей универсального драйвера ветви /УДВ/ /9/. Управление работой УДВ от МКК осуществляется при помощи специализированного модуля, входящего в состав каждой экспериментальной установки. Модуль управления выполняет следующие функции:

- принимает информацию с линии и преобразует ее в формат команды или слова данных КАМАК,
- передает информацию в линию с регистров КАМАК или регистров управления и состояния,
- организует передачу данных в групповом или одиночном режимах.

Существующая аппаратура связи позволяет обеспечить работу на линии с ЕС-1040 до 8 экспериментов.

Аналогичный комплекс аппаратуры связи ЭВМ ЕС-1040 с экспериментальными установками был установлен в ИФВЭ /Серпухов/ и обеспечивает работу спектрометра БИС-2 на линии с ЭВМ.

### 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ

Подсистема обмена данными предназначена для выполнения следующих функций:

- управления экспериментальной аппаратурой,
- сбора данных с регистрирующей аппаратуры,
- вывода графической и алфавитно-цифровой информации на удаленные периферийные устройства, расположенные на рабочем месте экспериментатора,
- ввода информации с удаленных терминалов эксперимента,
- идентификации и диагностирования отказов и сбоев регистрирующей и передающей аппаратуры.

Математическое обеспечение подсистемы обмена данными унифицировано и имеет три иерархических уровня.

На нижнем уровне находятся средства кодирования основных команд и микрокоманд МКК с помощью специализированного языка /2/. Операторы языка реализуют некоторые функционально законченные операции, например, чтение-запись в регистры КАМАК, проверка содержимого регистров МКК и т.д.

На среднем уровне осуществляется генерация полной программы канала конкретного эксперимента. С этой целью создано унифицированное математическое обеспечение /3/, позволяющее на уровне определения значений параметров сгенерировать требуемую программу канала. Оба нижних уровня реализованы на базе стандартных средств макроязыка ассемблер.

На верхнем уровне находится независимая от эксперимента программа, реализующая взаимодействие канала с другими компонентами комплекса программ.

#### 4. ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТА

Общесистемные аппаратные средства обеспечивают дополнительные возможности при проведении эксперимента. К числу таких средств относятся:

- концентратор-интеллектуальное устройство сопряжения периферийного оборудования с мультиплексным каналом ЕС /МК ЕС/,
- сеть удаленных терминалов,
- графическая дисплейная станция.

Концентратор создан на основе микро-ЭВМ "MISKA" в крейте КАМАК<sup>/10/</sup> /см. рисунок/. Связь микро-ЭВМ с МК ЕС осуществляется при помощи модуля КАМАК ИМКЕС-586<sup>/11/</sup>, который выполняет следующие функции:

- обработку запросов, поступающих от микро-ЭВМ,
- выработку сигналов и признаков прерывания для микро-ЭВМ,
- двухсторонний обмен данными между ЕС ЭВМ и микро-ЭВМ,
- контроль выполнения операций ввода-вывода.

Таким образом ЕС-1040 обменивается потоками данных с микро-ЭВМ, которая, в свою очередь, может управлять работой до 256 периферийных устройств.

Одним из примеров использования концентратора является сеть удаленных терминалов<sup>/12/</sup>. Для подключения терминалов используется модуль КАМАК двух типов: дуплексный регистр ИДВ-571 и интерфейс ИПУ-550, обеспечивающий подключение по стандарту EIA-RS-232C (CCITT-V24). Эти модули располагаются в крейте микро-ЭВМ. В ЗУ микро-ЭВМ размещаются программы обслуживания терминалов и буферные области для принимаемых и передаваемых на терминал данных. Сеть удаленных терминалов обеспечивает:

- проведение подготовки и отладки задач на ЕС-1040 во время ее работы на линии с экспериментальной установкой;
- повышение эффективности использования ЭВМ,
- повышение производительности труда разработчиков матобеспечения при отладке задач,
- сокращение времени использования устройств ввода с перфокарт и устройств подготовки данных на перфокартах.

Концентратор использован и для подключения к ЕС-1040 дисплейной графической станции, в состав которой входят ЭВМ ТРА-70, дисплей ГД-71 и крейт КАМАК со специализированным контроллером /см. рисунок/. Связь дисплейной станции с ЕС-1040 устанавливается при помощи двух дуплексных регистров ИДВ-571, располагаемых в крейте КАМАК при ТРА-70 и крейте микро-ЭВМ "MISKA".

#### 5. ОБЩЕСИСТЕМНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

К числу общесистемных средств матобеспечения, представляемых экспериментатором, относятся:

- программные средства расширения языка Фортран возможностью доступа к ряду системных компонентов ОС ЕС<sup>/13/</sup>,
- программные средства обработки файлов нестандартного для ЕС ЭВМ формата<sup>/14/</sup>,
- базовый пакет графических программ для ОС ЕС ЭВМ<sup>/15,16/</sup>,
- система программ организации автоматизированного планирования и проверки оверлейных структур в ОС ЕС,
- комплекс каталогизированных процедур, ориентированных на повышение эффективности работы с наборами данных<sup>/17,18/</sup>,
- прикладные пакеты программ общего назначения для обработки экспериментальных данных<sup>/19-21/</sup>.

Перечисленные средства широко используются при разработке, развитии и эксплуатации комплексов программ реального времени. Например, на основе базового пакета графических программ разработано математическое обеспечение графического представления результатов в комплексах программ СЯО и ДИСК-2<sup>/22/</sup>. С помощью автоматизированной системы планирования и проверки оверлейных структур оптимизировано использование ресурса ОЗУ в комплексах программ всех экспериментальных установок, работающих в режиме непосредственной связи с ЭВМ ЕС-1040 в ЛВЭ.

Очень важным с точки зрения эффективности разработки и создания комплексов программ является использование пакетов общего назначения НВООК<sup>/21/</sup>, ЗВООК<sup>/19/</sup>, библиотеки научных программ, идентичных /по именам подпрограмм и способам их вызова/ библиотекам, существующим на других базовых ЭВМ ОИЯИ /БЭСМ-6, CDC-6500, ЕС-1060/. Это упрощает процедуру транспортировки программ между различными ЭВМ ОИЯИ и унифицирует алгоритмы функционирования программ, расширяет круг специалистов, способных вести разработку комплексов программ, повышает эффективность труда программистов и снижает стоимость разработок.

#### 6. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Для обеспечения экспериментов, проводимых на линии с ЭВМ ЕС-1040, планируется разработка дополнительных аппаратных средств. К их числу относятся средства организации одновременного сбора данных с нескольких экспериментальных установок и средства вывода графической и алфавитно-цифровой информации. Предполагается разработка буферного ЗУ для хранения данных, принимаемых в течение одного цикла ускорения, и блока управления сбором данных, которые будут входить в состав каждой экспериментальной установки.

В качестве дополнительного сервисного оборудования предусматривается подключение на линию с ЕС-1040 цветного и черно-белого телевизионных мониторов с возможностью вывода на экраны алфавитно-цифровой и графической информации.

Развитие и усовершенствование математического обеспечения экспериментов, проводимых на линии с ЕС-1040, предполагается осуществлять в следующих направлениях:

- разработка средств взаимодействия заданий, выполняющихся в различных разделах,
- разработка средств оптимизации использования ресурсов ОЗУ при работе программ анализа данных,
- модификация отдельных модулей программ обработки данных с целью оптимизации использования ресурса ЦП ЕС-1040<sup>/23/</sup>,
- разработка средств выдачи результатов на графический дисплей ГД-71 на основе использования базового пакета графических программ<sup>/5,6/</sup>,
- разработка средств матобеспечения для экспериментов, подключаемых вновь на линию с ЕС-1040, на основе унифицированной подсистемы сбора данных.

## 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение 1978-1982 гг. на линии с ЭВМ ЕС-1040 ЛВЭ работали экспериментальные установки: "Кристалл", "Диск", СЯО, спектрометр Ленинградского университета. Практика эксплуатации ЕС-1040 на линии со спектрометрами показала следующие преимущества ЕС-1040 перед малыми ЭВМ:

- повышение скорости обмена данными между ЭВМ и экспериментальной установкой,
- наличие возможности приема больших массивов экспериментальных данных,
- возможность обработки данных непосредственно в ходе эксперимента по более сложным алгоритмам,
- повышение эффективности процесса создания матобеспечения за счет развитых пакетов прикладных программ общего назначения.

Существенные преимущества ЭВМ ЕС-1040 имеет перед малыми ЭВМ и в организации технического и операторского обслуживания.

В заключение авторы выражают благодарность всем сотрудникам экспериментальных установок БИС-2, "Кристалл", СЯО, "Диск", принимавшим активное участие в работах по организации и проведению экспериментов на линии с ЕС-1040.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов Л.Г., Крячко А.П., Садовников В.Н. ОИЯИ, 10-80-224, Дубна, 1980.

2. Штрайт Э. ОИЯИ, 10-82-140, Дубна, 1982.
3. Садовников В.Н., Штрайт Э. ОИЯИ, 10-82-144, Дубна, 1982.
4. Садовников В.Н. ОИЯИ, 10-81-396, Дубна, 1981.
5. Садовников В.Н. ОИЯИ, 10-81-397, Дубна, 1981.
6. Крячко А.П. ОИЯИ, 13-81-662, Дубна, 1981.
7. Крячко А.П. ОИЯИ, 13-81-663, Дубна, 1981.
8. Ефимов Л.Г. ОИЯИ, 10-80-256, Дубна, 1980.
9. Нгуен Фук, Смирнов В.А. ПТЭ, 1976, №3, с. 67.
10. Немеш Т. и др. ОИЯИ, 10-81-396, Дубна, 1981.
11. Базылев С.Н. и др. ОИЯИ, 10-82-599, Дубна, 1982.
12. Базылев С.Н. и др. ОИЯИ, 10-82-600, Дубна, 1982.
13. Дорогов В.И., Кунике М. ОИЯИ, 10-12277, Дубна, 1979.
14. Дорогов В.И., Кунике М. ОИЯИ, 10-12278, Дубна, 1979.
15. Сеннер А.Е. ОИЯИ, 10-82-141, Дубна, 1982.
16. Сеннер А.Е. ОИЯИ, 10-82-142, Дубна, 1982.
17. Балашов В.К. и др. ОИЯИ, 11-80-251, Дубна, 1980.
18. Балашов В.К., Власов Н.В. ОИЯИ, 11-80-557, Дубна, 1980.
19. Brun R. et al. CERN, DD/78/1, Geneva, 1980.
20. Brun R. et al. CERN, DD/EE/78-2, Geneva, 1978.
21. Brun R. et al. CERN, DD/77/9, Geneva, 1977.
22. Сеннер А.Е. ОИЯИ, 10-82-143, Дубна, 1982.
23. Иванченко И.М. и др. ОИЯИ, 10-82-232, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 апреля 1983 года.

### НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

D3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
D13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
D1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
D1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
D1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	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

Базылев С.Н. и др. 10-83-276  
Организация экспериментов релятивистской ядерной физики на линии с ЭВМ ЕС-1040 в ЛВЭ ОИЯИ

Рассмотрены аппаратные и программные средства ЕС-1040, используемые для проведения экспериментов на линии с ЭВМ. Дается описание аппаратуры связи ЭВМ ЕС-1040 с экспериментальными установками и математического обеспечения процесса сбора и накопления данных. Рассматриваются общесистемные аппаратные и программные средства, обеспечивающие дополнительные возможности для проведения эксперимента. Показаны перспективы развития средств эксперимента. К их числу относятся средства организации одновременного сбора данных с нескольких экспериментальных установок и средства вывода графической и алфавитно-цифровой информации. Предоставляемые экспериментаторам общесистемные аппаратные и программные средства ЕС-1040 в значительной степени обусловили эффективное использование ЭВМ на линии с экспериментом. Сформулированы основные преимущества ЕС-1040 перед малыми ЭВМ в организации их работы на линии со спектрометрами.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Basylev S.N. 10-83-276  
Organization of Relativistic Nuclear Physics Experiments On-Line with the ES-1040 Computer in the Laboratory of High Energies, JINR

Hardware and software of the ES-1040 computer used for on-line experiments are considered. Electronics for coupling the ES-1040 computer with the experimental set ups and data acquisition software are described. Hardware and software for general use providing the supplementary possibilities during experimental research are described. The perspectives of experimental means development are shown. These are means for organization of simultaneous data acquisition from several setups and devices for graphical and alpha-betical-digital data output. The system software and hardware presented permitted to use effectively computer on-line with experiment. Main advantages of the ES-1040 computer as compared with mini-computers in organization of their operation with spectrometers are formulated.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.