

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

C-322

13-85-702

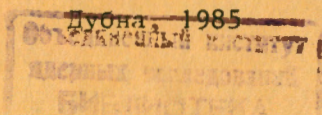
СЕРГЕЕВ

Сергей Валерьевич

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ  
ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОМ  
КОМПЛЕКСЕ "ГИПЕРОН"

Специальность: 01.04.01 – экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук



Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

чл.-корр. АН СССР, профессор

В.П. Желепов

Официальные оппоненты:

доктор технических наук

кандидат технических наук

В.М. Цупко-Ситников

А.Н. Ситин

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Научно-исследовательский институт ядерной физики Московского государственного университета (Москва).

Защита диссертации состоится "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1985 г. в \_\_\_ час на заседании Специализированного совета Д-047.01.03 при Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, г. Дубна, Московской области.

Автореферат разослан "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1985 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Специализированного совета, доктор физико-математических наук

Ю.А. Батусов

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность проблемы. Разработка и серийное освоение в течение последних лет нескольких семейств производительных и экономичных малых вычислительных машин открывает широкие возможности внедрения систем автоматизации и управления как в новых, так и в традиционных областях применения средств вычислительной техники. Ориентированные на широкий класс применений (комплексная автоматизация технологических процессов, автоматизация контроля и измерений, автоматизация научных исследований и т.д.) мини-ЭВМ становятся доступными все большему числу пользователей. В ближайшие 10-15 лет в рамках общей программы научно-технического прогресса и в более специальных программах развития и внедрения вычислительных средств перед советскими учеными и специалистами стоит грандиозная задача насыщения народного хозяйства вычислительными средствами в интересах повышения эффективности управления, уровня и темпа научных исследований и инженерных разработок, степени автоматизации производственных процессов.

Использование достижений микроэлектроники приводит к тому, что вычислительные мощности, которыми располагает сегодня ученый, инженер, за последние 20 лет возросли в 10000 раз, причем наиболее быстрые темпы роста наблюдаются в области фундаментальных исследований, в частности, в экспериментальной ядерной физике.

При достигнутом уровне распространения вычислительной техники, опережающими темпами растут количество и размеры программ и систем автоматизации эксперимента (САЭ) в исследовательских организациях. В связи с этим становятся все более актуальными разработки высокоэффективных средств и методов, обеспечивающих уменьшение затрат на создание САЭ при одновременном улучшении их эксплуатационных характеристик.

Цель работы. Целью работы являлась разработка развитой системы автоматизации эксперимента, в частности, система сбора данных (СД) на крупном спектрометрическом комплексе "Гиперон" /1/, используемом в исследованиях различных ядерных процессов на 70 ГэВ уско-

рителе ИФВЭ (Серпухов) международной коллаборацией ученых ЛЯП ОИЯИ, ИФВЭ, ЕРФИ, НИИЯФ МГУ, ИЭФ САН (Кошице, ЧССР), Университета им. Коменского (Братислава, ЧССР), Софийского университета (София, НРБ), ИЯФ (Краков, ПНР) и некоторых других.

Поскольку имевшаяся на установке мини-ЭВМ ЕС-1010 не могла быть непосредственно использована в качестве управляющей в эксперименте, перед автором были поставлены две задачи: создание необходимого оборудования для сопряжения ЭВМ со сложной экспериментальной установкой (в частности, ЭВМ ЕС-1010 не имела тогда устройства сопряжения с системой КАМАК) и разработка всего математического обеспечения САЭ, адекватного по скоростям работы темпу накопления информации на спектрометрическом комплексе "Гиперон". Таким образом, данная работа была посвящена созданию как электронных блоков, необходимых для организации работы системы сбора данных, так и пакета программ, управляющих работой ССД, проводящих экспресс-обработку части или всей принимаемой экспериментальной информации, контролирующих работу отдельных узлов установки и т.д., то есть созданию всего программно-аппаратного комплекса САЭ "Гиперон".

Научная новизна данной диссертационной работы состоит в разработке и реализации:

- Скоростного устройства сопряжения нестандартного оборудования, в частности, контроллера крейта КАМАК типа КК004, с ЭВМ ЕС-1010. Это устройство сопряжения допускает возможность обмена с контроллером в режиме непосредственного доступа в память как данными, так и командами, что резко увеличило скорость обмена (использование режима непосредственного доступа для выдачи команд контроллеру предложено и реализовано впервые).

- Автоматического мультиплексора - электронного блока, занимающего центральное место в аппаратуре ССД и предназначенного для опроса систем считывания физической аппаратуры без управления со стороны ЭВМ.

- Схемы компоновки электронной аппаратуры, обеспечивающей возможность распараллеливания работы канала непосредственного доступа в память ЭВМ и контроллера считываемой системы.

- Вспомогательных электронных блоков, контролирующих и управляющих работой аппаратуры ССД.

- Устройства для автономной отладки электронных блоков (в том числе и блоков КАМАК) на основе микро-ЭВМ SDK-85.

- Нового алгоритма обработки запросов блоков КАМАК на обслуживание (сигнал L).

- Математического обеспечения САЭ (пакета программ приема, на-

копления, экспресс-обработки информации и контроля работы установки).

- Метода программного включения в состав стандартной периферии ЭВМ ЕС-1010 внешних устройств, оснащенных нестандартными интерфейсами, в том числе интерфейсами, выполненными в стандарте КАМАК.

- Широкого набора системных и пользовательских программ общего назначения.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработанная система автоматизации для спектрометрического комплекса "Гиперон" широко использовалась в физических экспериментах. Она была применена при проведении большого ряда научно-методических работ с детектирующими системами спектрометра; отдельные элементы данной САЭ использовались в прецизионном эксперименте по изучению гиперзарядово-обменных процессов (измерение дифференциальных сечений и поляризации в процессе  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$  при энергии пионов 12 ГэВ); полностью весь комплекс разработанной САЭ был использован для проведения двух сложных экспериментов по исследованию образования векторных ( $K^{*}(870)$ ,  $\Psi$ ) и по изучению псевдоскалярных ( $\pi_0$ ,  $\eta_0$ ,  $\eta'$ ) мезонов в адрон-ядерных и адрон-нуклонных взаимодействиях при энергии 5-15 ГэВ. В общей сложности в этих экспериментах было принято и записано на магнитную ленту около 10 млн. триггеров.

Опыт эксплуатации данной САЭ во всех этих крупных экспериментах продемонстрировал её высокую надежность и эффективность.

Ряд разработанных универсальных программ автора, таких, как система обслуживания текстовых файлов на магнитном диске и пакет хандлеров дисплеев VT-340 и др., успешно используются на ряде ЭВМ ЕС-1010 и СМ-3 не только в ОИЯИ, но и в других ядерных центрах СССР.

Апробация: основные результаты работы обсуждались на научно-методических семинарах ЛЯП ОИЯИ, на XII Международном симпозиуме по ядерной электронике (Дубна, 1985) и опубликованы в виде сообщений ОИЯИ; методическая работа, выполненная с помощью созданной автором САЭ, докладывалась на методической секции XXII Международной Рочестерской конференции по физике высоких энергий (Лейпциг, 1984); разработанное с непосредственным участием автора скоростное устройство сопряжения ЭВМ ЕС-1010 с нестандартным оборудованием удостоено бронзовой медали ВДНХ СССР.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Она содержит 117 страниц машинописного текста, 9 таблиц, 27 рисунков и список литературы из 91 наименования.

## II. СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Первая глава посвящена общим вопросам построения систем автоматизации на различных по сложности ядерно-физических экспериментальных установках. В главе рассматриваются специфические проблемы, возникающие при развитии САЭ, и способы их решения, проводится сравнение аппаратуры и программного обеспечения систем, используемых в нескольких экспериментах ОИЯИ, ИФВЭ и ЦЕРНа. Для сравнения была принята классификация, подразделяющая системы на большие и малые по соотношению объема памяти используемой ЭВМ и математического обеспечения САЭ и на открытые и закрытые по способу построения.

Для больших систем также рассматриваются основные методы динамического распределения памяти ЭВМ между программами комплекса — свопинг или оверлейный алгоритм загрузки и обсуждаются их достоинства и недостатки.

В конце первой главы обосновывается выбор схемы построения системы автоматизации для спектрометрического комплекса "Гиперон" и её разделение на две подсистемы, названные нами *DASY-D* и *DASY-P*. *DASY-D* предназначена для проведения методических и отладочных работ и *DASY-P* — для выполнения основного набора статистики в эксперименте. Параметры *DASY-P*, так же как и параметры некоторых других больших систем, используемых в экспериментах, близких к "Гиперону" по объему принимаемой за сброс ускорителя информации, для сравнения приведены в таблице.

Вторая глава диссертации содержит описание аппаратуры системы сбора данных (ССД) установки "Гиперон", работающей на линии с ЭВМ ЕС-1010.

В связи с тем, что имеющаяся на "Гипероне" аппаратура такова, что подавляющая часть информации поступает только от считываемых блоков, при построении ССД было решено максимально широко использовать автоматические узлы и устройства.

Следует отметить, что при выборе конкретной схемы включения того или иного узла ССД из-за ограниченности людских и временных ресурсов важнейшее значение придавалось возможности выполнения сопряжения из серийно выпускаемых в ОИЯИ блоков КАМАК. И только в крайних случаях, когда такое сопряжение не удавалось или оказывалось слишком громоздким, приходилось идти на изменение схемы блока или изготовление нового специализированного устройства сопряжения.

Основу ССД на "Гипероне" составляют хорошо себя зарекомендовавшие автоматические контроллеры крейта КАМАК типа КК001 с блоками управления КУ002 и КУ006. Для приема информации от различных систем

Таблица  
Системы автоматизации эксперимента, используемые на некоторых крупных установках

УСТАНОВКА, ЭКСПЕРИМЕНТ	Б И С - 2 ОИЯИ - ИФВЭ	КРЕЙТАЛ ОИЯИ - ИФВЭ	ЖЕЛТОН- И Ф В Э	Н А - 4 Ц Е Р Н	ГИПЕРОН (СТ) ОИЯИ - ИФВЭ	ГИПЕРОН (НОВ) ОИЯИ - ИФВЭ
Э В М	ЕС - 1040	ЕС - 1040	ЕС - 1010	NOVD 100 NOVD 10/50	ЕС - 1010	ЕС - 1010
ОБЪЕМ ОЗУ (БАЙТ)	1 М	1 М	64 К	768К + 512К	64 К	64 К
РАЗРЯЖАЮЩАЯ БАЗОВАЯ ЭВМ	32	32	16	16/32	16	16
ВРЕМЯ ОБРАБОТКИ ТРИГГЕРА	НЕСКОЛЬКО МС	НЕСКОЛЬКО МС	1-2 МС	800 МС	5 МС	1-2 МС
СРЕДНИЙ ОБЪЕМ СОБЛЕТЫ Б А И Т	2 К	240	1-2 К	900	500	700
СРЕДНИЙ ОБЪЕМ ИНФОРМАЦИИ, ПРИНИМАЕМОЙ ЗА СБРОС УСКОРИТЕЛЯ	ОБЕРЛЕЙНИИ	ОБЕРЛЕЙНИИ	100 К	117 К	10 К	60К (200К)
АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПАМЯТЬЮ	ОБЕРЛЕЙНИИ	ОБЕРЛЕЙНИИ	СВОПИНГ	СВОПИНГ	ОБЕРЛЕЙНИИ	СВОПИНГ
ОРГАНИЗАЦИЯ АППАРАТУРЫ СЧИТЫВАНИЯ	КАМАК 5 ВЕТВЕИ	КАМАК 1 ВЕТЬ	СУММА РЕЙТИ	КАМАК 6 ВЕТВЕИ	СУММА 1 ВЕТЬ	КАМАК КОНТРОЛЕР И, С ФАКСРОВОИ ПРОГРАММАИ





2) в командном режиме интерфейса - 5,5 мкс/слово при обмене массивами и 7,5 мкс/слово при обмене одиночными словами:

Аппаратура интерфейса допускает одновременную параллельную работу двух интерфейсов в командном режиме и четырех в случае, когда командный режим не используется. Скорость обмена для каждого интерфейса при одновременной работе четырех интерфейсов составляет 200 кбайт/с.

Число интерфейсов, которые можно подключить в ЭВМ, достаточно велико (8-16) и ограничивается только наличием свободных первичных адресов внешних устройств в конфигурации ЭВМ.

Третья глава посвящена описанию подсистемы **DASY-D**, предназначенной для выполнения методических исследований и отладочных работ.

Для обслуживания контроллера крейта КК004 был разработан хандлер (драйвер), встраиваемый в состав монитора при генерации ДОС. Его особенностью является то, что обмен с контроллером хандлер выполняет в соответствии с файлом, содержащим команды **MNAF**, который, в принципе, может храниться в библиотеках ЭВМ отдельно от запрашивающей обмен программы. Подобное разделение дает два весомых преимущества по сравнению с "традиционным" подходом, при котором алгоритм обмена с блоками ССД содержится в теле самой программы. Во-первых, при изменении конфигурации аппаратуры ССД отпадает необходимость повторять достаточно трудоемкий и длительный процесс исправления программы, её трансляции, компоновки и т.д. Как правило, достаточно бывает произвести модификацию файла команд, который имеет гораздо меньшую длину, чем основная программа, и поэтому легче и читается, и исправляется. Во-вторых, значительно возрастает быстродействие системы, так как на один запрос ввода-вывода, заключающийся в "захвате" внешнего устройства, оформлении окончания обмена и освобождения устройства, может выполняться много единичных актов обмена с контроллером. Отказ же от использования стандартного хандлера для управления аппаратурой КАМАК хотя и увеличит быстродействие, но не позволит избежать конфликтных ситуаций в случае, когда несколько программ одновременно запрашивают обмен с контроллером. Это автоматически исключает возможность использования в качестве периферии ЭВМ внешние устройства, оснащенные интерфейсом в стандарте КАМАК.

Для обработки запросов блоков КАМАК на обслуживание (сигнал **L**) была использована следующая схема: программы, ожидающие **L** от блоков КАМАК, передают во внутренние таблицы диспетчера запросов, являющегося частью хандлера контроллера, некоторые коды-маски. При

появлении сигнала **D** от КК004, диспетчер считывает слово **GL** и сравнивает его с полученными масками. Если при операции дизъюнкции (логическое И) между битами **GL** и маски результат отличен от нуля - аппаратный уровень прерывания данной программы активизируется. Таким образом, одна программа может обслуживать сигналы **L** разных блоков и один сигнал **L** может запустить несколько программ.

В третьей главе описан также пакет вспомогательных программ и подпрограмм, предназначенный для создания и проверки файлов команд **MNAF**, их поиска и загрузки из библиотек и так далее. Благодаря этому развитому математическому обеспечению, при работе с **DASY-D** имеется возможность создавать различные **ON-LINE** программы с использованием языков высокого уровня в сжатые сроки и с малыми затратами.

В четвертой главе описана подсистема **DASY-P**. Для удовлетворения всем требованиям, предъявляемым к системе, используемой при выполнении основного набора статистики на эксперименте, была разработана специализированная ДОС на основе монитора РСМ, являющаяся большой системой открытого типа. **DASY-P** является развитым мультипрограммным вариантом **DASY-D** и использует все математическое обеспечение, разработанное автором для обслуживания аппаратуры КАМАК. Упрощенная схема взаимодействия программ ядра **DASY-P** показана на рис. 2.

При разработке **DASY-P** большое внимание уделялось достижению высокой степени модульности на уровне готовых программ, благодаря чему процесс её модификации сводится к исправлению и замене в библиотеках относительно небольших программных фрагментов. Компоновка ядра **DASY-P** из отдельных элементов производится в момент её загрузки в память ЭВМ.

Кроме программ ядра, обеспечивающих собственно прием и накопление данных на МЛ, в состав **DASY-P** входит большая группа программ контроля установки, которые можно разбить на четыре подгруппы:

- программы продолжительного контроля;
- разового контроля;
- отображения информации, накопленной программами контроля;
- отладочные программы.

Для распределения памяти между компонентами **DASY-P** используется свопинг с возможностью оверлейного алгоритма загрузки отдельных наиболее громоздких модулей; взаимодействие программ осуществляется через общий сегмент данных.

Управление работой **DASY-P** может выполняться с любого из подключенных к ЭВМ ЕС-1010 дисплеев.

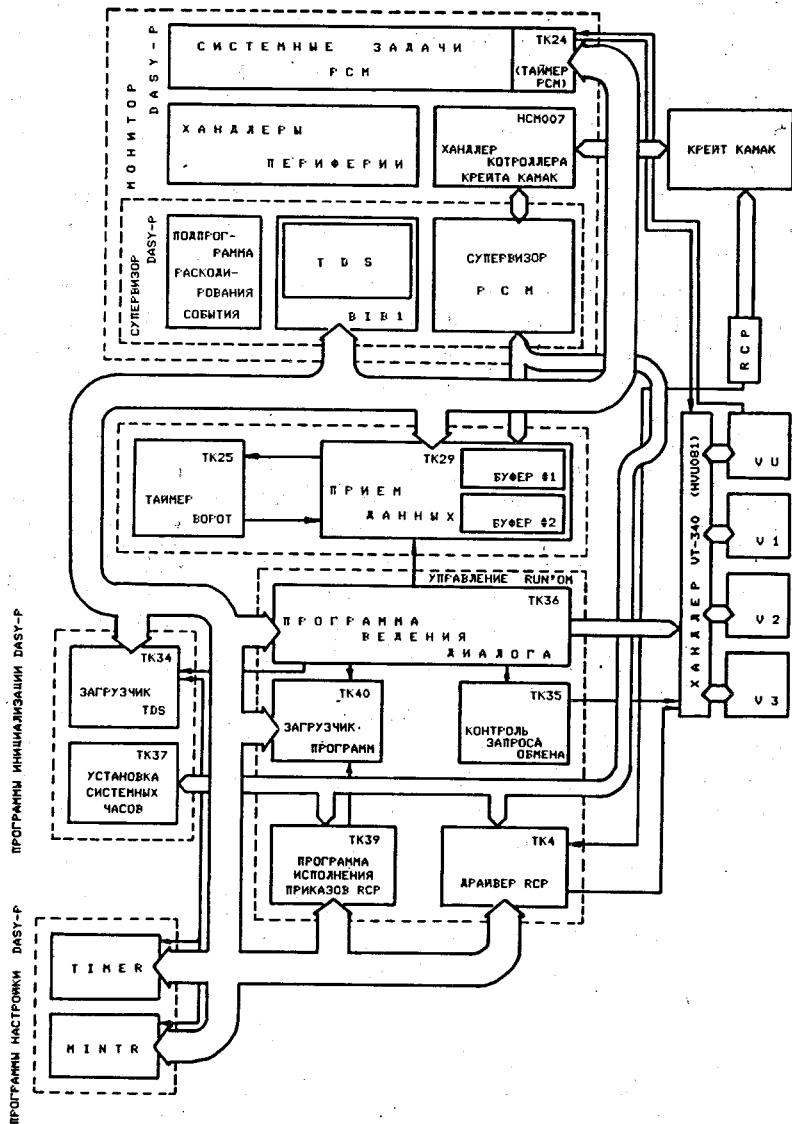


Рис. 2. Схема взаимодействия программ ядра комплекса DASY-P.

Пятая глава посвящена вспомогательному оборудованию и математическому обеспечению. В ней рассмотрены вопросы сопряжения с ЕС-1010 оборудования, имеющего нестандартные для этой ЭВМ интерфейсы (например, периферии), выполненные в стандарте КАМАК и т.п., и методы включения этой аппаратуры в набор стандартных внешних устройств ДЭС ЭВМ.

В главе также описано устройство для автономной отладки электронной аппаратуры (в том числе и блоков КАМАК) на основе расширенной микро-ЭВМ SDK-85 (микропроцессор INTEL 8085, ПЗУ с монитором, ППЗУ емкостью 1 Кбайт для загрузчика и мини-библиотек, 1 Кбайт ОЗУ, интерфейс с контроллером КК004 и более 50 входных и выходных линий ТТЛ). Разработка программ для этой микро-ЭВМ ведется на ЕС-1010 с помощью кросс-ассемблера.

К вспомогательному программному обеспечению САЭ комплекса "Гиперон" относятся:

- 1) две информационно-поисковые системы для обслуживания файлов на МЛ;
- 2) пакет графических подпрограмм для цветного ТВ-дисплея и плоттера;
- 3) набор подпрограмм гистограммирования и расширения возможностей фортрана на ЕС-1010;
- 4) пакет хандлеров мультиплексора дисплеев, допускающий независимую работу всех подключенных к ЭВМ дисплеев;
- 5) набор программ, упрощающий процесс создания нового математического обеспечения;
- 6) система обслуживания текстовых файлов на магнитном диске, включающая файл-менеджер, экранный редактор текстов и некоторые вспомогательные программы.

### III. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Проанализированы основные способы построения аппаратуры и математического обеспечения систем автоматизации эксперимента, используемые в ядерной физике высоких, средних и низких энергий.

2. На базе ЭВМ ЕС-1010 разработан программно-аппаратурный комплекс приема, накопления, экспресс-обработки информации и контроля работы одной из крупнейших прецизионных многоцелевых спектрометрических установок физики высоких энергий - установки "Гиперон". Этот комплекс включает:

- а) систему сбора данных, построенную на автоматических узлах

и устройствах и обеспечивающую прием основного объема информации со спектрометра в режиме непосредственного доступа в память ЭВМ;

б) математическое обеспечение данной САЭ, состоящее из двух специализированных дисковых операционных систем со своими *ON-LINE* программами и общим набором вспомогательных программ и подпрограмм.

Одна из этих ДОС предназначена для проведения методических и отладочных работ, вторая - для выполнения основного набора статистики в эксперименте.

Достигнутые параметры системы сбора данных следующие:

- а) время реакции на сигнал физического триггера - 600 мкс
- б) время обработки пустого триггера - 1,2 мс
- в) максимальная скорость приема информации - 360 кбайт/с
- г) максимальный объем информации, принимаемой за растяжку пучка ускорителя длительностью 1,4 с - 210 кбайт/с.

Созданная САЭ является большой системой открытого типа. Объем математического обеспечения САЭ - около 120 Кбайт, используемый метод управления распределением памяти - свопинг плюс оверлейный алгоритм загрузки отдельных наиболее крупных программ.

Использование данной системы позволило резко (примерно в пять раз по сравнению с системой, использовавшейся ранее) увеличить скорость накопления информации на эксперименте.

Благодаря высокой степени модульности разработанная САЭ обладает большой гибкостью, без труда адаптируется к различным условиям проведения эксперимента и легко наращивается при включении в состав физической аппаратуры новых детекторов, что дает возможность использовать данный программно-аппаратурный комплекс как типовой и для других подобных установок.

3. Создан набор вспомогательных электронных блоков, предназначенных для автономного контроля за работой САЭ и для наладки вновь разрабатываемых блоков.

4. Разработано вспомогательное математическое обеспечение для ЕС-1010, включающее:

- а) систему обслуживания текстовых файлов на магнитном диске;
- б) набор подпрограмм вывода гистограмм;
- в) пакет подпрограмм для вывода графической информации на цветной телевизионный дисплей и плоттер;
- г) широкий набор системных программ, в том числе пакет хендлеров мультиплексора дисплеев VT-340 и система обслуживания файлов на магнитной ленте.

Использование данного вспомогательного обеспечения позволяет

с минимальными затратами и в сжатые сроки создавать программы, необходимые для проведения научно-методических работ и для осуществления контроля за работой аппаратуры установки при проведении эксперимента.

5. Ряд разработанных автором универсальных программ общего назначения уже успешно используются на ЭВМ ЕС-1010 и СМ-3, как работающих в ОИЯИ, так и в других городах нашей страны; некоторые программы были переданы программистам сервис-бюро фирмы ВИДЕОТОН (ВНР).

Работы, опубликованные по теме диссертации:

1. Антхков В.А., Бицадзе Г.С., Будагов Ю.А., Будяшов Ю.Г., Виноградов В.Б., Володько А.Г., Гребенюк В.М., Джелепов В.П., Ерин С.В., Журавлев Н.И., Зинов В.Г., Королев В.М., Ломакин Ю.Ф., Одинцов В.Г., Русакович Н.А., Семенов А.А., Сергеев С.В., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Фещенко А.А., Флягин В.Б., Чириков-Зорин И.Е., Чуринов И.Н., Харжеев Ю.Н., Акименко С.А., Белоусов В.И., Блик А.М., Бушнин Ю.Б., Дунайцев А.Ф., Зелепукин С.А., Карпеков Ю.Д., Колосов В.Н., Кутыин В.Н., Ломов А.П., Макаров Г.П., Мельник Ю.М., Павлинов А.И., Петров В.С., Сенько В.А., Сергеев В.А., Симонов Ю.Н., Соловьев А.С., Чураков А.Е., Якутин А.Е., Абдинов О.Б., Маниев В.М., Глинка В., Пишут Я., Пишутова Н., Повинец П., Ситар Б., Стрмень П., Худы М., Черны В., Яник Р., Максименко Н.В., Антош Я., Семан М., Шандор Л., Шпалек Й., Рнбицки К., Турала М., Хайдук Л., Янчур В., Богущ А.А., Кульчицкий Ю.А., Курилин А.С., Мороз Л.Г. Омеляненко М.Н., Артыков А.М., Бончев Ц., Йорданов А.Б., Ценов Р.В., Амаглобели Н.С., Минашвили И.А., Салуквадзе Р.Г.  
Спектрометр "Гиперон" - установка для исследования процессов образования и распадов частиц высоких энергий на 76 ГэВ протонном синхротроне. ОИЯИ, РГЗ-83-562, Дубна, 1984, 16 с.
2. Сергеев С.В. Расширение возможностей языка ФОРТРАН IV ЕС-1010. ОИЯИ, IO-12358, Дубна, 1979, 8с.
3. Сергеев С.В. Математическое обеспечение устройства сопряжения ЭВМ ЕС-1010 с контроллером крейта КК004 (часть I). ОИЯИ, РГО-80-372, Дубна, 1980, II с.
4. Семенов А.А., Сергеев С.В., Фещенко А.А. Пакет хендлеров для мультиплексора дисплеев VT-50 на ЭВМ ЕС-1010. ОИЯИ, II-81-55, Дубна, 1981, 5 с.
5. Семенов А.А., Сергеев С.В. Устройство сопряжения с микропрограммным управлением на ЭВМ ЕС-1010 для контроллера крейта КК004. ОИЯИ, I3-82-5, Дубна, 1982, IO с.



6. Сергеев С.В. Программное обеспечение устройства сопряжения ЭВМ ЕС-1010 с контроллером крейта КК004. ОИЯИ, 10-82-225, Дубна, 1982, 7 с.
7. Семенов А.А., Сергеев С.В. Использование фиктивных внешних устройств для преобразования протокола обмена на ЭВМ ЕС-1010. ОИЯИ, 11-82-697, Дубна, 1982, 8 с.
8. Сергеев С.В. Дисковая система обслуживания текстовых файлов на ЭВМ ЕС-1010. ОИЯИ, 11-83-241, Дубна, 1983, 8 с.
9. Асмолов А.Г., Будагов Ю.А., Семенов А.А., Сергеев С.В., Флягин В.Б., Семан М., Шпалек Й., Система накопления и экспресс-обработки информации спектрометра "Гиперон". Тезисы докладов XII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Дубна, Д13-85-359, 1985, с.25.

Рукопись поступила в издательский отдел  
I октября 1985 года.