

К-13

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

УДК 681.3.06

11-85-53

**КАДАНЦЕВ**

**Сергей Георгиевич**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
СРЕДСТВ СВЯЗИ И ТЕЛЕОБРАБОТКИ  
ДЛЯ БАЗОВОЙ ЭВМ**

**В МНОГОМАШИННОМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ**

**Специальность: 05.13.11 - математическое  
и программное обеспечение вычислительных машин  
и систем**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук**

Дубна 1985

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук

ШИРИКОВ  
Владислав Павлович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук

ТКРИН  
Владимир Федорович

кандидат технических наук

БРЯБРИН  
Виктор Михайлович

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1985 года.

Защита диссертации состоится " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 19\_\_ года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Специализированного совета Д047.01.04 при Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, г. Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических наук *Иван* З.М.Иванченко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Широкое применение ЭВМ в научных исследованиях, управлении, производстве предъявляет высокие требования к эффективности использования вычислительных средств, к обеспечению удобной формы доступа пользователей к ЭВМ. В условиях крупных научных центров, где применяются зачастую десятки ЭВМ разных типов и мощностей, эффективным путем реализации этих требований является создание многомашинных вычислительных систем (ММС).

С появлением технических и программных средств организации дистанционного доступа стало возможным существенно повысить эффективность использования ЭВМ путем организации режима непосредственного общения человека с вычислительной машиной. Однако непосредственное подключение терминалов к разнотипным универсальным ЭВМ, входящим в состав ММС, приводит к уменьшению эффективности использования их центральных процессоров, затрудняет организацию единой терминальной сети ММС и применение единого входного языка для систем подготовки и управления заданиями базовых ЭВМ.

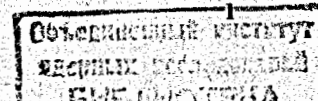
Одним из путей повышения эффективности использования вычислительных средств является функциональная ориентация отдельных элементов ММС, в частности, подключение к базовым ЭВМ периферийных машин, выполняющих специальные функции.

Базовые ЭВМ БЭСМ-6, срс-6500 и ЕС-1060 в составе центрального вычислительного комплекса (ЦВК) ОИЯИ ориентированы на выполнение сложных расчетов и решение математических задач, связанных с научными исследованиями, проводимыми в лабораториях института, а также на обработку большого объема экспериментальной информации, получаемой на ускорителях и импульсных реакторах. Периферийные машины, подключенные или подлежащие подключению к базовым ЭВМ, в ОИЯИ ориентированы на выполнение функций:

- машин, непосредственно занятых в эксперименте;
- концентраторов терминалов;
- дисплейных станций с графическими дисплеями и других.

В связи с разнообразием типов периферийных ЭВМ и режимов их использования в ОИЯИ, актуальной является задача создания единого математического обеспечения средств межмашинной связи и телеобработки в рамках многомашинного вычислительного комплекса, которое он в максимальной степени учитывало следующие требования:

- предоставление пользователям широкого набора режимов дистанционной работы с базовыми ЭВМ;



- организация единой терминальной сети вычислительного комплекса - предоставление возможности выхода с одного набора терминалов на все базовые ЭВМ ОИЯИ - БЭСМ-6, СДС-6500, ЕС-1060 и ЕС-1061;

- предоставление единого входного языка для работы с терминалов с БЭСМ-6, СДС-6500 и ЕС ЭВМ;

- отделение от базовых ЭВМ функций по управлению терминалами на нижнем уровне, редактированию текстовой информации, ведению архива текстовых файлов;

- обеспечение эффективного обмена большими (несколько мегабайтов) массивами данных с периферийными машинами, занятыми в физических экспериментах;

- обеспечение надежной межмашинной связи, устойчивой к сбоям аппаратуры; компактности и высокого быстродействия математического обеспечения средств связи и телеобработки для получения хороших эксплуатационных характеристик; в том числе обеспечение среднего времени ответа при работе в интерактивном режиме - 1-2 секунды.

Эффективным путем реализации этих требований является построение терминальной сети базовых ЭВМ на основе подключения терминалов через малые ЭВМ, выполняющие функции интеллектуальных концентраторов терминалов для БЭСМ-6, СДС-6500 и ЕС ЭВМ, и на основе реализации единого входного командного языка для пользователей терминалов базовых ЭВМ. В связи с этим актуальной является задача построения системы телеобработки базовой ЭВМ БЭСМ-6 в многомашинном вычислительном комплексе с концентратором терминалов, создание эффективных средств обмена данными с терминалами, подключенными к концентратору.

При проектировании и реализации систем телеобработки важной является задача оценки эффективности системы и прежде всего ее производительности.

Цель работы. Целью диссертационной работы является исследование и обобщение опыта создания математического обеспечения средств межмашинной связи и телеобработки базовой ЭВМ в многомашинном вычислительном комплексе, разработка алгоритмов и реализация в рамках операционной системы "Дубна" системного математического обеспечения средств связи и телеобработки БЭСМ-6, позволяющих эффективно и гибко организовать связь с периферийными машинами и их терминальным оборудованием и предоставляющих возможно более полный набор услуг для пользователей ЭВМ, работающих в режиме дистанционного доступа.

В соответствии с главной целью в диссертационной работе ставятся и решаются следующие задачи:

- исследование принципов построения математического обеспечения средств связи и телеобработки базовой ЭВМ, входящей в состав многомашинного комплекса в крупном исследовательском центре;

- разработка принципов подключения терминалов к базовым ЭВМ через концентратор и определение его функций;

- разработка протоколов и базовых программных средств для обмена информацией между БЭСМ-6 и периферийными ЭВМ и базовых средств обмена информацией с терминалами, подключенными через концентратор;

- определение возможно более полного набора функций, которые должна предоставлять система телеобработки, и с учетом этого построение системы телеобработки базовой ЭВМ БЭСМ-6;

- разработка программных средств для составления на языках высокого уровня эффективных диалоговых программ;

- разработка методики построения и реализация отладочных и сервисных средств в системе дистанционной обработки;

- исследование производительности системы дистанционного обслуживания БЭСМ-6.

Архитектура и общая идеология построения описываемой многомашинной системы складывалась и развивалась в результате работ /I-I//. В практической реализации системы автор диссертации выполнил все, что было предусмотрено в рамках этого проекта на БЭСМ-6 в части математического обеспечения.

Научная новизна. Предложенный подход к построению математического обеспечения средств связи и телеобработки базовой ЭВМ в многомашинном вычислительном комплексе отличается от известных ранее комплексностью решения проблемы в целом.

Впервые для разнотипных вычислительных машин общего назначения построена многомашинная система телеобработки, отличающаяся тем, что:

- предоставлен доступ с одного набора терминалов к разнотипным базовым машинам ЦВК ОИЯИ: БЭСМ-6 и СДС-6500;

- предложен и реализован развитый язык диалоговой подготовки и управления заданиями, общий для БЭСМ-6, СДС-6500 и ЕС ЭВМ;

- в качестве терминальной машины в многомашинной системе использован концентратор терминалов на базе ЭВМ ЕС-1010, на который возложены все функции управления терминалами на нижнем уровне, редактирования текстовой информации и ведения архива файлов, что позволило существенно разгрузить базовые ЭВМ БЭСМ-6 и СДС-6500 от несвойственных им функций, повысив эффективность работы вычислительного комплекса в целом.

При практической реализации компонент системы телеобработки для БЭСМ-6 автором найден ряд новых оригинальных решений, расширяющих возможности систем подобного типа: в части организации обмена данными с терминалами из прикладных программ, управления выходными файлами заданий, реализации средств наладки межмашинной связи, средств сбора статистических данных о производительности системы телеобработки.

Практическая ценность. Разработанное математическое обеспечение средств связи и телеобработки базовой ЭВМ внедрено и успешно эксплуатируется. В ОИИИ с 1979 года эксплуатируется система коллективного пользования на базе БЭСМ-6 и концентратора терминалов. В 1982 году в систему включена базовая ЭВМ ОИИИ сс-6500. Система круглосуточно обслуживает более ста зарегистрированных групп и отдельных пользователей с 16 линий, распределенных по лабораториям Института.

Математическое обеспечение средств связи и телеобработки БЭСМ-6 внедрено также в Институте математики и кибернетики АН Литовской ССР (Вильнюс)<sup>X/</sup> для обеспечения взаимодействия терминалов с БЭСМ-6 через концентратор на базе ЕС-1010, а также в Казахском государственном университете (Алма-Ата)<sup>XX/</sup>, где в роли концентратора терминалов для БЭСМ-6 используется минимашинка СМ-4.

Созданное математическое обеспечение средств связи БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ включено в стандартное обеспечение, поставляемое с ОС "Дубна", и использовано в ряде организаций СССР. В ОИИИ созданное математическое обеспечение использовано также для организации взаимодействия с интеллектуальными графическими терминалами на базе мини- и микро-ЭВМ.

Область применения полученных результатов. Результаты исследований и разработок, выполненных для ЭВМ класса БЭСМ-6; могут быть эффективно использованы для обеспечения терминальной поддержки программно-совместимых с БЭСМ-6 машин в системе "Эльбрус", а также в системах коллективного пользования с разнотипными концентраторами терминалов, например, на базе машин серии СМ, и при создании математического обеспечения других многомашинных систем.

Апробация работ. Результаты диссертационной работы были доложены на Международном совещании по программированию и математическим методам решения физических задач (Дубна, 1977), на Втором всесоюзном совещании "Диалоговые вычислительные комплексы" (Протвино, 1979),

<sup>X/</sup> Микшаускас Р.К. В кн.: Программирование ЭВМ. ИМК АН ЛитССР, Вильнюс, 1981, вып.5, с.125-136.

<sup>XX/</sup> Юрченко В.В., Файн В.Э. Тезисы докладов I республиканской конференции по автоматизации научных исследований. Изд-во ИФВЭ АН КазССР, Алма-Ата, 1982.

на X Дальневосточной математической школе-семинаре (Находка, 1978), на Международной конференции по актуальным проблемам вычислительной техники (Дрезден, ГДР, 1979), на Международной конференции по применению средств вычислительной техники (Котбус, ГДР, 1979), на III Всесоюзной конференции по мини-ЭВМ А/О ВИДЕОТОН (Рига, 1980), на первом всесоюзном семинаре по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях (Душанбе, 1980), на III Венгерской конференции по вычислительной науке (Будапешт, 1981), на Всесоюзной конференции "Диалог человек - ЭВМ" (Ленинград, 1982), на V Международном Совещании по проблемам математического моделирования, программирования и математическим методам решения физических задач (Дубна, 1983).

Цикл работ "Система коллективного пользования центрального вычислительного комплекса ОИИИ на базе ЭВМ БЭСМ-6, сс-6500 и концентратора терминалов", в который, в частности, вошли основные результаты диссертационной работы, отмечен первой премией ОИИИ (1982). Все результаты подробно докладывались на научных семинарах Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИИИ.

Публикации. По результатам исследований, составившим основу диссертации, опубликовано 17 работ. Эти результаты получены автором в период 1976-1984 г.г.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации - 167 страниц, из которых основной текст занимает 138 страниц, включая 18 рисунков и 3 таблицы. Список литературы - 104 наименования.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность проведенного автором исследования, ставятся цели и задачи исследования, приводится краткое содержание диссертации по главам.

В первой главе проводится краткий обзор подходов к построению ММС и анализируется опыт применения ММС в крупных исследовательских центрах. Обсуждается функциональное назначение отдельных ЭВМ в рассматриваемых ММС, режимы их работы. Анализируется программное обеспечение средств межмашинной связи и телеобработки. Основное внимание при этом уделено анализу применения ММС в крупных физических исследовательских центрах, использованию в ММС ЭВМ класса БЭСМ-6 и вспомогательных мини-ЭВМ.

Формулируются и обсуждаются требования, которые должны быть положены в основу построения эффективных средств связи и телеобработки в ММС крупных исследовательских центров:

I. Построение единой терминальной сети ММС.

2. Предоставление единого входного языка для терминальных систем ММС.

3. Функциональная ориентация ЭВМ, входящих в состав ММС.

4. Обеспечение многообразия выполняемых функций телеобработки и возможности работы в различных режимах — дистанционном пакетном, интерактивном и др.

5. Обеспечение средств спасения и восстановления информации при сбоях аппаратуры.

Рассмотрены особенности построения средств связи и телеобработки в многомашинном вычислительном комплексе ОИЯИ.

Разработка технических и программных средств связи БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ была начата в ОИЯИ более пятнадцати лет назад. К середине семидесятых годов был завершен первый этап создания многомашинной системы обработки информации. ЭВМ БЭСМ-6 была соединена линиями связи с измерительно-вычислительными центрами лабораторий, были установлены удаленные станции ввода/вывода на базе машин ТРА.

За последние годы системное программное обеспечение средств связи и телеобработки БЭСМ-6 значительно развито. Это обусловлено следующими основными причинами:

1. Увеличилось общее число и разнообразие типов периферийных ЭВМ, подлежащих включению в сеть с базовыми ЭВМ. В настоящее время БЭСМ-6 может обслуживать 8 линий связи. В разное время к ней были подключены машины БЭСМ-4, Минск-2, ТРА, М-6000, ЕС-1010, микромашина на базе процессора INTEL-8080.

2. Произошел переход от использования периферийных машин в качестве станций ввода/вывода к режиму интерактивного взаимодействия с базовыми ЭВМ с помощью терминалов, в основном алфавитно-цифровых и графических дисплеев, подключенных к периферийным ЭВМ.

3. К БЭСМ-6 подключена машина ЕС-1010, выполняющая функции интеллектуального концентратора терминалов. Система телеобработки на базе БЭСМ-6 и ЕС-1010 обеспечивает режим дистанционной пакетной и интерактивной обработки заданий, предоставляет широкий набор отладочных и сервисных средств для дистанционной работы.

4. Создана локальная сеть на базе БЭСМ-6, сс-6500 и концентратора терминалов, в которой предоставлены возможности выхода на эти базовые ЭВМ с одного набора терминалов, передачи текстовых файлов между БЭСМ-6 и сс-6500.

Рассматривается структура системы телеобработки для базовых ЭВМ ОИЯИ на основе применения концентратора терминалов — ЕС-1010 и реализации единого языка команд для пользователей терминалов БЭСМ-6, сс-6500 и ЕС ЭВМ. За основу языка взят входной язык терминальной системы ИНТЕРКОМ<sup>х/</sup> сс-6500, обладающий развитыми средствами редак-

<sup>х/</sup> INTERCOM Reference Manual. Control Data Corp., Publ. 60307100, USA, 1974.

рования текстовой информации и дистанционного управления заданиями. На ЕС ЭВМ он применяется в рамках системы ТЕРМ<sup>х/</sup> для терминалов, непосредственно подключенных к машине. В настоящее время ведутся работы по подключению концентратора к ЕС-1060 и ЕС-1061.

Обсуждаются недостатки прямого подключения терминалов к базовым ЭВМ. Обосновывается эффективность реализованного решения о применении интеллектуального концентратора терминалов для БЭСМ-6 и сс-6500, определяются основные функции концентратора:

- управление терминалами при вводе и выводе информации;
- организация ввода и редактирования текстовых файлов;
- выполнение функций архиваруса для файлов некоторых типов, в том числе общих для БЭСМ-6 и сс-6500;
- преобразование языка команд ИНТЕРКОМ в язык мониторной системы "Дубна" БЭСМ-6;

- организация по командам пользователя с любого терминала, подключенного к концентратору, связь с той или иной машиной для передачи на трансляцию и счет накопленного и отредактированного программного файла и данных, для организации диалога с задачей, получения на терминал результатов счета и различной служебной информации, для обмена сообщениями с операторами базовых ЭВМ.

В последние годы стало возможным построение концентраторов терминалов не только на базе малых машин, но и на базе микропроцессорной техники. В ОИЯИ введен в эксплуатацию концентратор на базе микро-ЭВМ КМ-001<sup>хх/</sup> для сс-6500; разработан концентратор на основе микро-ЭВМ с процессором серии К580, общий для БЭСМ-6 и сс-6500.

Во второй главе рассматриваются протокол и базовые системные программные средства БЭСМ-6 для межмашинного обмена информацией в измерительно-вычислительном комплексе ОИЯИ.

Разработанный в рамках ОС "Дубна" протокол межмашинного обмена является протоколом нижнего уровня, определяющим процедурные правила взаимодействия БЭСМ-6 и периферийных ЭВМ в процессе передачи данных по 7-му направлению УВУ БЭСМ-6. Он реализует основные функции по синхронизации и проводке блоков данных, контролю правильности передачи информации.

В структуре базового системного программного обеспечения средств связи и телеобработки БЭСМ-6 можно выделить три уровня.

<sup>х/</sup> Гончаков В.С., Кореньков В.В., Шириков В.П. Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Диалог человек-ЭВМ". ЛИАП, Л., 1982.

<sup>хх/</sup> Лебедев Н.И., Мазепа Е.Ю., Фарисеев В.Я., Щинов Б.Г. ОИЯИ, ПИ-84-867, Дубна, 1984.

На первом (нижнем) уровне располагаются системные программы экстракода обмена данными с периферийными ЭВМ и с подключенными к ним терминалами. Экстракод обмена с периферийными ЭВМ устанавливает связь между абонентами, контролирует работу линий связи и осуществляет передачу данных между ЭВМ. В функции экстракода обмена сообщениями с терминалами периферийных ЭВМ входит синхронизация обмена сообщениями между программами и терминалами, адресация и буферизация сообщений.

На втором уровне находится управляющая программа связи, реализующая функции, связанные с обеспечением дистанционного доступа к БЭСМ-6 (режим дистанционной пакетной обработки, интерактивный режим и др.).

На третьем (верхнем) уровне находятся системные программы обмена данными между прикладными программами и периферийными ЭВМ (READ7A, WRITE7A) и системные программы обмена данными с терминалами периферийных ЭВМ (RTERM, WTERM).

Рассматриваются созданные программные средства для повышения эффективности наладки и тестирования средств межмашинной связи на основе накопления в циклическом буфере управляющих сигналов и кодов, которыми обмениваются машины в сеансе связи.

Обсуждаются структура и особенности реализации экстракода обмена информацией с терминалами, подключенными к БЭСМ-6 через концентратор. Отмечается важная особенность реализации. Экстракод обмена данными с терминалами, подключенными через концентратор, оформлен в одном программном блоке с экстракодом обмена с терминалами, подключенными непосредственно к БЭСМ-6. В общей программе экстракода определяется, с каким реальным терминалом следует вести обмен. Это решение позволило использовать без изменений диалоговые программы как с терминалов концентратора, так и с терминалов, подключенных к БЭСМ-6 непосредственно.

В заключение главы рассматриваются вопросы применения аппарата семафоров для организации эффективного взаимодействия процессов при обмене с терминалами.

В третьей главе рассматриваются вопросы построения и реализации подсистемы дистанционной пакетной и интерактивной обработки заданий на БЭСМ-6 с использованием концентратора терминалов.

Проводится краткий обзор наиболее известных диалоговых систем подготовки и управления заданиями для БЭСМ-6.

Рассматриваются основные режимы работы системы телеобработки на базе БЭСМ-6 и концентратора терминалов: подготовка заданий для выполнения на БЭСМ-6; передача заданий во входную очередь БЭСМ-6;

опрос состояния заданий, находящихся в очередях БЭСМ-6; передача результатов счета задач (листингов) из выходной очереди БЭСМ-6 на концентратор, вывод листингов на печатающих устройствах БЭСМ-6, на печатающих устройствах, подключенных к терминалам; двухсторонняя связь с операторами ЭВМ.

Особое внимание уделяется организации диалоговой работы прикладных программ, составленных на языках высокого уровня.

В настоящее время для различных ЭВМ реализовано достаточно большое число программных средств диалогового ввода-вывода для фортрана. Типичные пакеты для БЭСМ-6 содержат наборы подпрограмм диалогового ввода-вывода, вызываемых операторами CALL. Этот способ обмена с терминалами имеет существенные недостатки:

1. Преобразование вводимых текстовых строк во внутреннее представление и обратное преобразование выходят за рамки этих подпрограмм и выполняются пользователем.

2. При переходе на выполнение в режиме диалога программы, "рассчитанной" на пакетный режим обработки, требуется менять текст исходной программы.

В некоторых системах для обмена с терминалами используются операторы READ и WRITE, но при каждом обращении к этим операторам, когда предполагается обмен данными с терминалом, необходимо вставлять обращения к специальным подпрограммам, организующим перехват ввода/вывода.

При разработке диалогового режима работы с прикладными программами в рассматриваемой системе телеобработки был учтен опыт подобных разработок, были сформулированы и выполнены следующие требования:

- переход на выполнение в режиме диалога программы, "рассчитанной" на пакетный способ обработки, не должен требовать изменения программы;

- пользователь, работающий за терминалом, должен иметь возможность подключаться к диалоговой программе и отключаться от нее в любое время; отключившись от задачи, он должен иметь возможность, находясь в сеансе работы с системой, выполнять другие работы (редактирование, дистанционную пакетную обработку и т.д.);

- необходим аппарат динамического (во время выполнения программы) переключения передач сообщений от прикладной программы: либо на терминал, либо в выходной файл задачи, либо на терминал и в выходной файл одновременно;

- пользователю необходимо предоставить возможность прервать вывод информации на терминал, закончить задачу, а также подключиться к ней с отладчиком, не выходя из сеанса работы;

- пользователь должен иметь возможность взять на себя контроль за правильностью обмена сообщениями в процессе диалога со своей программой;

- пользователь должен оперативно получать на терминал информацию об ошибках в трансляции и счете задачи;

- при запуске для выполнения в диалоговом режиме "простой" задачи, в которой предусмотрены, например, только трансляция и счет, пользователь может не указывать образов стандартных управляющих карт (\*NAME, \*TIME, \*END FILE и т.д.) - концентратор сам добавит их к указанному тексту программы.

В условиях ОИЯИ, где наиболее распространенным языком программирования является фортран, естественным способом выполнения первого требования стала интерпретация операторов READ и PRINT в диалоговых программах, как операторов обмена с терминалами. При реализации режима диалога выполнены все перечисленные требования, в частности, введен простой аппарат динамического переключения вывода по оператору PRINT, как из фортрانا, так и при помощи внешних языковых средств.

Рассматриваются структура программного обеспечения системы телеобработки и алгоритмы работы ее отдельных блоков. Обсуждаются программные средства для построения многотерминальных программ в рамках прикладных программ.

Особое внимание уделяется оценке производительности системы в режимах дистанционной пакетной и интерактивной обработки заданий. Обсуждаются методика и результаты проведенных измерений и моделирования системы и описывается метод сбора статистических данных. Проведенная оценка производительности показывает, что при существующей рабочей нагрузке система удовлетворительно справляется с выполнением дистанционных запросов, при этом среднее время ответа не превосходит 1,4 секунды. Анализ результатов моделирования показывает, что система устойчива по отношению к изменению рабочей нагрузки. В частности, удвоение нагрузки, например, путем увеличения числа терминалов или подключения дополнительного концентратора, не вызовет значительного увеличения времени ответа. При увеличении рабочей нагрузки вдвое (до 1700 запросов в час) среднее время ответа на дистанционные команды (в соответствии с моделью) будет составлять 2,061 секунды, что вполне приемлемо и соответствует увеличению среднего времени ответа приблизительно на 48%.

В четвертой главе обсуждаются вопросы построения и реализации интерактивных подсистем отладки и сервиса в системе коллективного пользования на базе БЭСМ-6 и концентратора терминалов.

Анализируются методы и системы отладки. Обсуждаются особенности реализации подсистемы отладки в описываемой системе коллективного пользования. За основу подсистемы отладки взята интерактивная система отладки ОС "Дубна"<sup>X/</sup>, работающая в рамках системы МУЛЬТИТАИП<sup>XX/</sup>. Использовать ее в существующем виде было невозможно из-за особенностей построения системы МУЛЬТИТАИП.

Сформулированы требования, которым должна удовлетворять подсистема отладки в системе коллективного пользования крупного исследовательского физического центра, основными из которых являются следующие:

- обеспечить возможность применения отладчика при создании широкого класса программ - от системных до больших прикладных программ;

- предоставить единый набор отладочных средств для языков программирования высокого уровня и ассемблера;

- исключить необходимость изменения программы и обеспечить неизменность распределения ее математической памяти при переходе к выполнению программы в режиме отладки;

- обеспечить возможность перевести в режим отладки любую считываемую задачу;

- подсистема отладки должна обладать хорошими эксплуатационными характеристиками, т.е. быть достаточно эффективной и обеспечивать приемлемое время ответа на дистанционные запросы.

Дается общая характеристика подсистемы отладки, обсуждаются предоставляемые ей средства отладки, в том числе покомандное выполнение программы, прерывание программы с выводом ее текущего состояния и др.

Испытанным приемом отладки является анализ результатов работы программы, находящихся в выходном файле задачи. При работе с отладчиком, используя механизм динамического переключения вывода, можно выводить результаты как в выходной файл задачи, так и на экран дисплея и анализировать их в процессе отладки.

Описывается структура программного обеспечения подсистемы отладки, обосновываются выбранные пути реализации.

Определяются назначение и функции сервисной системы для операторов ЭВМ и пользователей терминалов. Обосновывается необходимость разработки сервисных средств для операторов базовой ЭВМ и пользователей, работающих за удаленными терминалами в системе коллективного пользования.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

<sup>X/</sup> Дюмидзе О.Н., Силян И.Н. ОИЯИ, ПИ-10616, Дубна, 1977.

<sup>XX/</sup> Веретеннов В.Ю., Гуревич М.И., Федосеев В.А. ИАЭ-2409, М., 1974.

Приложения к диссертации содержат пример сеанса работы в системе коллективного пользования на базе БЭСМ-6, сдс-6500 и концентратора терминалов и акты о сдаче созданного математического обеспечения средств связи и телеобработки БЭСМ-6 в эксплуатацию в Казахском государственном университете и в Институте математики и кибернетики АН Литовской ССР.

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные результаты, полученные в диссертации и выносимые на защиту, состоят в следующем:

1. Проведен анализ и сформулированы требования, предъявляемые к структуре и математическому обеспечению средств связи и телеобработки базовой ЭВМ в многомашинном вычислительном комплексе.

2. На базе разработок, выполненных с участием автора диссертации, предложен и реализован комплексный подход к построению многомашинной системы коллективного пользования, предоставляющей следующие основные возможности:

- широкий набор режимов телеобработки (дистанционный пакетный, интерактивный, отладочный и др.);
- возможность подключения с одного набора терминалов за счет использования интеллектуального концентратора терминалов ко всем базовым машинам ОИЯИ (БЭСМ-6, сдс-6500, ЕС-1060);
- единый входной язык для работы с разнотипными ЭВМ (БЭСМ-6, сдс-6500, ЕС ЭВМ);
- отделение от базовых ЭВМ функций по управлению терминалами на нижнем уровне, редактированию текстовой информации, ведению архива текстовых файлов.

3. В рамках указанного подхода автором разработана и реализована для ЭВМ класса БЭСМ-6 система телеобработки с применением концентратора терминалов, предоставляющая пользователям:

- средства для дистанционной пакетной и интерактивной обработки заданий, интерактивные отладочные и сервисные средства;
- программные средства для составления на языках высокого уровня эффективных диалоговых программ, отличающиеся тем, что:  
а) переход от исполнения программы в пакетном режиме к диалоговому не требует изменения программы; б) пользователю представлен простой аппарат для управления выводом диалоговой программы в процессе ее выполнения;
- средства для составления на языке высокого уровня многотерминальных программ в рамках прикладных программ.

4. Разработаны и реализованы для ЭВМ класса БЭСМ-6 алгоритмы программной системы межмашинной связи с разнотипными ЭВМ комплекса.

5. Решена задача создания простого и эффективного аппарата взаимодействия БЭСМ-6 с терминалами через концентратор.

6. Проведены измерения и моделирование системы телеобработки БЭСМ-6, показавшие, что система обладает хорошими эксплуатационными характеристиками (среднее время ответа на дистанционные команды приблизительно равно 1,4 секунды) и устойчива к изменениям рабочей нагрузки.

#### Результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Шириков В.П. О входном языке и общих принципах построения матобеспечения для концентратора терминалов ЭВМ БЭСМ-6. В кн.: Сопровождение по программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1977. ОИЯИ, ДПО, II-II264, Дубна, 1978, с.51-58.
2. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Мазепа Е.М., Шириков В.П. Концентратор терминалов для БЭСМ-6. Режим дистанционной пакетной обработки задач. В кн.: Материалы Второго Всесоюзного совещания "Диалоговые вычислительные комплексы". Серпухов, 1979. Изд. ИВВЭ, Серпухов, 1980, с. 66-69.
3. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Шириков В.П. Концентратор терминалов БЭСМ-6. Режим интерактивной работы с задачами. Там же, с. 70-74.
4. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Шириков В.П. Математическое обеспечение ЭВМ БЭСМ-6 для управления концентратором терминалов на базе малой ЭВМ, Wiss. Z. Techn. Univers. Dresden 29(1980) n2, pp.351-354.
5. Залаторжс Ю.П., Каданцев С.Г. Программное обеспечение ЭВМ БЭСМ-6 для обмена информацией между задачей пользователя и терминалом через концентратор. Дубна, 1980, 6 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: РИИ-80-290).
6. Городничева Л.И., Каданцев С.Г. Протокол обмена БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ. Дубна, 1979, 16 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: РИИ-12588).
7. Каданцев С.Г., Семашко Г.Л., Шириков В.П. О расширении возможностей сервиса оператора в операционной системе ДУБНА на БЭСМ-6. Дубна, 1980, 8 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: РИИ-80-90).
8. Галактионов В.В., Городничева Л.И., Каданцев С.Г., Невская Н.А., Шириков В.П. Фортранная станция на базе ЭВМ М-6000 ОИЯИ. Дубна, 1978. (Депонированное сообщение/Объед. ин-т ядер. исслед.: БЭ-11-12196).



9. Аниховский В.Е., Афанасьев С.А., Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Семенов А.А., Шириков В.П., Щелев С.А. Система коллективного пользования на базе ЭВМ БЭСМ-6 и концентратора терминалов. Перспективы ее развития. Дубна, 1979, 8 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед.: ПИ-12809).
10. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Мазепа Е.Ю., Микушаускас Р.К., Шириков В.П. Математическое обеспечение системы коллективного пользования на базе ЭВМ БЭСМ-6 и концентратора терминалов. В кн.: Third Hungarian computer science conference. III. Poster Papers. Budapest, Hungary, 1981. SZAMKI, Budapest, 1981, p.55-61.
11. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Мазепа Е.Ю., Микушаускас Р.К., Шириков В.П. Концентратор терминалов на базе ЭВМ ЕС-1010 для БЭСМ-6. Программное обеспечение и основные возможности системы. В кн.: Опыт применения ЭВМ ЕС-1010. Тезисы докладов Ш Всесоюзной конференции по мини-ЭВМ, А/О ВИДЕСТОН. Изд. ИЭВТ, Рига, 1980, с. 56-58.
12. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Мазепа Е.Ю., Микушаускас Р.К., Шириков В.П. Математическое обеспечение концентратора терминалов для локальной сети коллективного пользования. В кн.: Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Диалог человек - ЭВМ". Изд. ЛИАП, Ленинград, 1982, с. 90-92.
13. Каданцев С.Г. Базовое системное программное обеспечение средств связи БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ и их терминальным оборудованием в ОС "Дубна". Дубна, 1982, 17 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед.: ПИ-82-826).
14. Каданцев С.Г. Программные средства для организации многотерминальных задач в системе коллективного пользования на базе БЭСМ-6 и концентратора терминалов. Дубна, 1982, 4 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед.: ПИ-82-796).
15. Каданцев С.Г. Подсистемы отладки и специального обслуживания в терминальной системе на базе БЭСМ-6 и концентратора терминалов. Дубна, 1982, 9 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед.: ПИ-82-797).
16. Заикин Н.С., Каданцев С.Г., Мазный Г.Л. Система сбора статистических данных об использовании БЭСМ-6. Дубна, 1984, 6 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед.: ПИ-82-709).
17. Каданцев С.Г. Оценка производительности системы дистанционного обслуживания на базе БЭСМ-6 и концентратора терминалов. Дубна, 1984, 10 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед.: ПИ-84-710).

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 января 1985 года.

Редактор Б.Б.Колесова.

Макет Н.А.Киселевой.

Подписано в печать 31.01.85.

Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листов 1,19.

Тираж 140. Заказ 35780.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна Московской области.