

М-599

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

На правах рукописи

МИКУШАУСКАС РОМАС КАЗЕВИЧ

УДК 681.3.06

**СИСТЕМНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЭВМ-КОНЦЕНТРАТОРА И ЕЕ ТЕРМИНАЛЬНЫХ
СРЕДСТВ ДОСТУПА К БАЗОВЫМ МАШИНАМ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

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

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

ДУБНА-1985

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований и Институте математики и кибернетики АН Литовской ССР.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук

ГАЛАКТИОНОВ
Виктор Викторович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук

ТЮРИН
Владимир Федорович

кандидат технических наук

КАРЛОВ
Александр Андреевич

Ведущая научно-исследовательская организация:

Институт физики высоких энергий, п. Протвино Серпуховского района.

Автореферат разослан "22" января 1986 года.

Защита диссертации состоится "27" февраля 1986 года в 13 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

Иваз З.М. Иванченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Достижения в науке, повышение уровня производства и возрастающий поток информации в значительной степени влияют на развитие вычислительной техники. В свою очередь, это расширяет возможные области применения ЭВМ. При этом все большее внимание уделяется созданию методов и средств, обеспечивающих пользователям удобные способы доступа к вычислительным мощностям и эффективное их использование. Именно потребность в обеспечении удобного доступа стала одной из причин, которая способствовала появлению и развитию телеобработки, интерактивных систем и, наконец, сетей ЭВМ.

В связи с общей тенденцией создания терминально-ориентированных систем и повышения их производительности, подобные проблемы возникли в развитии измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ. В условиях такого крупного научного центра эти проблемы были вызваны возрастающим применением ЭВМ для управления работой измерительных установок в физических исследованиях, необходимостью хранения и обработки в центральном вычислительном комплексе (ЦВК) больших объемов информации, решением различных сложных научно-теоретических задач и многими другими причинами. При этом обязательно нужно учитывать распределение функций между отдельными компонентами сложной вычислительной системы и приемлемые аппаратно-программные способы решения поставленных задач.

Один из возможных вариантов преодоления таких проблем является разработка терминальной сети ЦВК, обеспечивающей пользователям оперативное взаимодействие с вычислительными машинами. В процессе решения этих задач необходимо учитывать следующие требования:

- возможность применения терминалов разных моделей;
- возможность доступа с одного и того же терминала к разным базовым ЭВМ многомашиного вычислительного комплекса;
- использование единого входного языка для общения пользователей со всеми ЭВМ;
- обеспечение гибкости при расширении терминальной сети или замены некоторых ее узлов, а также возможность их подключения к (локальной) сет: ЭВМ;

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

дисплеев, а также персональных ЭВМ различных типов; подключение к другим базовым машинам ЦВК (CDC-6500, ЕС-1060) и развертывание работ для функционирования в составе локальной сети ОИЯИ.

В 1983 году модифицированная система ЭВМ-концентратора использована для расширения терминальной сети двух базовых ЭВМ БЭСМ-6 в ВЦ ИМК, которые функционируют под управлением ОС ДИСПАК. В настоящее время эта система посредством нескольких удаленных терминалов, расположенных на расстоянии от десятков метров до 12 километров, обслуживает более 80-ти пользователей из разных институтов АН Дитовской ССР. Кроме того, опробована возможность программной реализации обмена информацией по терминальному каналу ЭВМ-концентратора с централизованной системой автоматизированного доступа к международным сетям ЭВМ и данных, терминал от которой установлен в ВЦ ИМК.

Разработанные автором программные средства используются для организации надежной межмашинной связи, обслуживания разнотипных терминальных мультиплексоров и терминалов, сопровождения программного обеспечения системы и ее функционирования, а также оценки эффективности ее работы, применяя методы моделирования, сбор и обработку статистических данных.

Область применения полученных результатов. Результаты исследований и разработок для ЭВМ-концентратора могут быть эффективно использованы при создании многомашинных комплексов, терминально-ориентированных систем и различных узлов сетей ЭВМ с применением широкого класса микро- и мини-машин, машин серий СМ и ЕС, а также типа "Эльбрус".

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались на III всесоюзной конференции по мини-ЭВМ О/А Видеотон (Рига, 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, программированию и математическим методам решения физических задач (Дубна, 1983), на республиканских семинарах и координационных совещаниях по программному обеспечению ЭВМ (Вильнюс, 1981; Молетай, 1983), на III международной конференции "Автоматизация и научное приборострое-

ние" (Пловдив, НРБ, 1984), а также на научных семинарах ЛВТА ОИЯИ и ИМК АН Дитовской ССР.

Публикации. По материалам диссертации за период 1979-1985 гг. опубликовано 16 работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации 148 страниц, из которых основной текст занимает 126 страниц, включая 18 рисунков и 4 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлен краткий обзор некоторых отечественных и зарубежных терминальных систем по их описаниям в публикациях. Рассмотрены архитектура систем телеобработки, их развитие с точки зрения удаленного подсоединения и концентрации терминалов, а также структуры устройств управления передачей данных. Описаны основные характеристики нескольких терминальных систем, использующих концентраторы, буферные процессоры и связные ЭВМ. Также приводится краткое описание содержания диссертации по главам.

В первой главе рассмотрены конфигурации ЭВМ-концентраторов в ЦВК ОИЯИ и ВЦ ИМК, предоставляемые ими возможности пользователям, общая структура математического обеспечения и иерархическая модель программного обеспечения диалоговой системы концентратора. Эти вопросы помогают более полно представить тот объем работ, который выполнен в ЛВТА ОИЯИ и ВЦ ИМК при разработке соответствующих концентраторов, показать особенности их реализации и вклад автора в эти системы.

Приводится описание технических средств, использованных для подключения терминалов непосредственно к базовым машинам и программного обеспечения для управления их работой.

Отмечается, что у такого подхода организации терминальных систем в центральной ЭВМ, несмотря на предоставляемые преимущества, имеется ряд проблем. Например, программные системы тесно взаимосвязаны с ОС, в которой они функционируют, и ориентированы на обслуживание конкретных типов терминалов сети с ограниченными режимами работы. Это не позволяет достичь гибкости в расширении возможностей терминальной сети, а также затрудняет

ее дополнение разными их типами и переход к другим версиям ОС. Кроме того, на обслуживание терминалов, подсоединенных таким способом, тратится значительная часть дорогостоящих ресурсов больших ЭВМ.

Приводится один из возможных путей решения этих проблем, применяя в многомашином комплексе ЭВМ-концентратор. Описываются конкретные варианты конфигураций таких систем с использованием ЭВМ ЕС-1010 в качестве концентратора для базовых машин ЦВК ОМЯИ и ВЦ ИМК и их развитие.

Перечисляются и кратко описываются основные возможности, предоставляемые пользователям математическим обеспечением ЭВМ-концентраторов.

Рассматривается структура общего системного программного обеспечения ЭВМ-концентратора, которое разработано на базе модифицированного монитора и стандартного программного обеспечения.

Разработанное программное обеспечение представлено и описано по отдельным его составляющим компонентам, указывая их назначение и некоторые выполняемые ими функции. В частности, использована иерархическая модель диалоговой системы концентратора для представления и описания ее структуры и взаимосвязей ее элементов как наиболее сложной его программной компоненты.

Во второй главе рассматриваются общие принципы организации межмашинной связи и обменов с другими внешними устройствами (ВУ) концентратора на уровне транспортной службы. Она обеспечивает базовые возможности для организации обменов физической единицей информации (строкой, сектором, записью, пакетом) с ВУ или между несколькими ВУ. В качестве одного из них может быть аппаратура сопряжения для управления новым ВУ (в том числе нестандартным для данной ЭВМ) или для подсоединения другой ЭВМ.

Отмечается, что при организации обменов транспортная служба преобразует определенные программные структуры данных (физическую единицу информации и контрольный блок управления устройством) в нужные форматы.

Приводится описание аппаратуры межмашинной связи, разработанной в ЛВТА ОМЯИ. Подробно перечисляются воспринимаемые этой аппаратурой сигналы и их назначение.

Используя соответствующие сигналы, байты управления, их структуру и последовательность поступления, рассматриваются

протокол нижнего уровня для межмашинного обмена информационным пакетом и его реализация управляющей программой связи.

Протокол обмена пакетом предоставляет услуги для реализации протоколов связи более высокого уровня (удаленная пакетная обработка задач, передача файлов, терминальный доступ в интерактивном режиме работы). Так как эти протоколы ориентированы на применение ОС ДУБНА или ОС ДИСПАК, то далее приводятся соответствующие форматы пакетов, используемые для межмашинной связи в ЦВК ОМЯИ и ВЦ ИМК. Также отмечаются другие особенности и отличия в организации межмашинной связи верхнего уровня.

На основе рассмотренных ЭВМ-концентраторов в ЦВК ОМЯИ и ВЦ ИМК показана возможность их функционирования с однотипными базовыми ЭВМ, но использующими разные ОС. Для этого необходима модификация и/или разработка лишь некоторых уровней программного обеспечения в каждой из взаимодействующих сторон. При соответствующих аппаратных и программных средствах связи, возможно применение любой другой мощной ЭВМ (например, ЕС-1060, "Эльбрус") в качестве базовой. Аналогично ЭВМ-концентраторы также могут быть разработаны на различных машинах.

В третьей главе рассматриваются типы терминалов и мультиплексоров, применяемых в концентраторах ЦВК ОМЯИ и ВЦ ИМК. Описываются такие характеристики как интерфейсы подключения, режимы работы, способы передачи данных, системы кодов, команды программирования мультиплексоров.

На примере этих характеристик и их сравнении отмечаются имеющиеся отличия не только в терминалах, но и мультиплексорах. Указываются проблемы по обеспечению единого аппаратного и программного интерфейсов, возникающие в связи с подключением разнотипных дисплеев к концентратору и их управлением.

Для решения этих проблем применена концепция виртуального терминала (ВТ). Основной его функцией является эффективное преобразование структур данных одновременно в двух направлениях — от всех параллельно работающих разнотипных реальных терминалов к единому формату, используемому в системе и наоборот. Соответственно выделяются два интерфейса ВТ: один — с верхними уровнями диалоговой системы; другой — с реальными терминалами.

Формулируются требования, предъявляемые к межинтерфейсным протоколам для управления взаимодействием между вычислительной системой и ВТ, а также между реальными терминалами и ВТ.

Описываются основные программные структуры данных ВТ, представляющие собой контрольный блок управления устройством, некоторые шкалы состояний процессов и буфер для обмена сообщениями (строкой от 1-го до 80-ти байтов).

Перечисляется набор функций и им соответствующих команд, выполняемых ВТ согласно требованиям, предъявляемым к диалоговой системе концентратора. При этом отмечается, что со стороны системы, использующей разные структуры данных (сектор, пакет, запись, упакованная строка), входные и выходные сообщения ВТ всегда имеют формат распакованной строки.

Приводится описание управляющей программы мультиплексора, реализующей часть функций взаимодействия терминал - виртуальный терминал. При этом выполняется динамическое преобразование структур данных с учетом характеристик терминалов конкретных типов, а также возможных режимов их работы (перекодировка строки, OM-LINE редактирование строки, "внимание", "эхо", "секретный ввод", вставка фильтрующих символов для временной задержки, обработка символов LF, прозрачный режим работы в случае графической информации, приостановка обмена).

Описывается программное обеспечение на уровне драйверов для управления другими ВУ концентратора. В частности, учитывая функции, возложенные на диалоговую систему концентратора, отмечаются недостатки стандартных системных управляющих программ для консоли оператора и устройства накопителя на магнитной ленте. Списываются особенности модифицирования или разработки соответствующих управляющих программ для обслуживания этих устройств и достигнутые при этом преимущества.

Рассматривается модульная структура комплекса программ для генерирования и использования нерезидентных таблиц системы. Указывается назначение таблиц, перечисляются их типы и им соответствующие модули и кратко описываются выполняемые ими функции.

В четвертой главе рассматриваются основные методы оценки производительности вычислительных систем, вводятся основные индексы производительности. Для этого описывается взаимодействие пользователя с системой. Далее рассматриваются возможные маршруты заявок в системе, поступающих в нее от пользователей.

Упрощенная модель поступления заявок в диалоговую систему концентратора представлена в виде замкнутой сети с одним центром обслуживания. Изменение количества активных пользователей

при этом описано посредством процесса "размножения-гибели".

Рассмотренная модель использована для исследования и анализа некоторых параметров, характеризующих эффективность работы ЭВМ-концентратора. Наиболее важными из них являются: среднее время реакции пользователя, среднее время реакции системы при обслуживании одного терминала и среднее время реакции системы в зависимости от количества обслуживаемых терминалов, без учета конкретного типа команды.

Приводятся результаты измерений и моделирования диалоговой системы концентратора терминалов.

Измерения и сбор информации проводились в OM-LINE режиме с последующей обработкой данных на ЭВМ ЕС-1010 и БЭСМ-6. Соответственно описываются процесс измерения, сбора и накопления информации и применяемые при этом структуры записей.

На основе измерений реально существующей системы получены статистические оценки среднего времени реакции пользователя и среднего времени реакции системы при взаимодействии с ней одного пользователя, которые необходимы для калибровки модели. От точности выполнения этой процедуры в значительной степени зависят результаты моделирования. Поэтому, для указанных параметров, кроме среднего, медианы, дисперсии и стандартного отклонения, вычислены эмпирические значения функции плотности вероятности и составлены соответствующие гистограммы.

Приводится описание результатов моделирования с использованием полученных оценок в качестве входных данных. Построены и показаны графики, представляющие зависимость среднего времени реакции системы от количества обслуживаемых терминалов. Моделированные значения сравниваются с соответствующими эмпирическими значениями, вычисленными при обработке статистических данных о функционировании системы.

На основе полученных результатов определено максимальное количество терминалов, работу которых система в состоянии обеспечить, не превышая при этом некоторого среднего времени ответа.

Приводится описание также результатов статистического исследования по функционированию диалоговой системы концентратора (относительные частоты использования команд входного языка системы, среднее время сеанса работы пользователя, стандартное отклонение этого времени, изменение полезного времени работы системы на протяжении год).

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

В приложениях к диссертации содержатся описания форматов команд входного языка диалоговой системы и алгоритма управляющей программы концентратора для связи с ЭВМ БЭСМ-6.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные результаты диссертации состоят в следующем:

1. На базе разработок для ЭВМ-концентратора, выполненных с участием автора диссертации, впервые решена задача создания сложного узла многомашиной системы ЦВК ОИЯИ, которому свойственны многие функции телеобработки, интерактивных систем и интерфейсно-коммуникационных машин сетей ЭВМ.
2. Разработанный ЭВМ-концентратор, посредством терминалов, обеспечивает пользователю следующие основные возможности:
 - надежную автономную работу по формированию, редактированию текстовой информации и ведению архива файлов;
 - оперативный доступ к программным и физическим ресурсам нескольких базовых ЭВМ многомашиного комплекса;
 - дистанционную пакетную обработку, интерактивный и отладочный режимы работы с базовыми ЭВМ.
3. Для ЭВМ-концентратора, при участии автора ил. с определяющим его вкладом, выполнены следующие работы:
 - 1) Модифицирован протокол межмашинной связи и разработаны программы, реализующие различные его уровни, обеспечивающие надежный обмен информацией с ЭВМ БЭСМ-6, на которой используются ОС ДУБНА или ДИСПАК;
 - 2) Применяя концепцию виртуального терминала, на уровне драйвера разработаны программы, реализующие часть его функций и обеспечивающие обслуживание и управление терминальными мультиплексорами и реальными терминалами различных типов (алфавитно-цифровые и графические дисплеи, персональные ЭВМ) с учетом возможности их работы в нескольких режимах;
 - 3) Разработаны программы организующие обмена с консолью оператора и НМЛ типа ИЗОТ-5003, позволившие расширить возможности концентратора;
 - 4) Созданы модульные комплексы программ для генерирования и использования нерезидентных таблиц, а также измерения, сбора,

накопления и обработки статистических данных о функционировании системы;

5) Разработана иерархическая модель системы для представления ее структуры, выполняемых функций, взаимодействия и взаимосвязи отдельных ее компонент;

6) На основе статистических данных, накопленных программами сбора и первичной обработки, получены эмпирические оценки параметров, которые являются наиболее важными для диалоговых систем. Проведено исследование системы с использованием модели массового обслуживания и эмпирических оценок этих параметров, анализ результатов которого показывает, что система удовлетворительно справляется с возложенными на нее функциями и устойчива к изменениям нагрузки;

7) Модифицирована часть программного обеспечения диалоговой системы ЭВМ-концентратора, позволившая использовать его для расширения терминальной сети двух базовых ЭВМ БЭСМ-6 в ЦИ ИМК, которые функционируют под управлением ОС ДИСПАК.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Микушаускас Р.К. Хандлер связи для концентратора терминалов. - В сб.: Программирование ЭВМ. - Вильнюс: ИМК АН ЛитССР, 1979, вып. 2, с. 151-157.
2. Галактионов В.В., Микушаускас Р.К. Концентратор терминалов. Управляющая программа связи ЭВМ ЕС-1010 и БЭСМ-6. - Дубна, 1979. - 16 с. - (Сообщение / Объед. ин-т ядер. исслед.; РИИ-12871).
3. 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: Тез. докл. III всесоюзной конф. по мини-ЭВМ О/А Видеотон. - Рига: ИЭВТ АН ЛатвССР, 1980, с. 56-58.
4. 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 SZAMKI, Budapest, 1981.

5. Галактионов В.В., Микушаускас Р.К. Концентратор терминалов. Управляющая программа для мультиплексора телеграфных адаптеров. — Дубна, 1981. — 10 с. — (Сообщение / Объед. ин-т ядер. исслед.; П-81-790).
6. Микушаускас Р.К. Генерация и использование нерезидентных таблиц в системе концентратора терминалов. — В сб.: Программирование ЭВМ. — Вильнюс: ИМК АН ЛитССР, 1981, вып. 5, с. 125-136.
7. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Мазепа Е.Ю., Широков В.П., Микушаускас Р.К. Математическое обеспечение концентратора терминалов для локальной сети коллективного пользования. — В кн.: Тез. докл. Всесоюзной конф. "Диалог человек-ЭВМ". — Л.: изд-во ЛИАП, 1982, с. 90-92.
8. Галактионов В.В., Микушаускас Р.К. Сбор, накопление и обработка статистических данных о работе системы концентратора терминалов. — Дубна, 1982. — 12 с. — (Сообщение / Объед. ин-т ядер. исслед.; Р10-82-319).
9. Микушаускас Р.К. Управляющая программа для НМД типа ИЗОТ-5003. — В сб.: Программирование ЭВМ. — Вильнюс: ИМК АН ЛитССР, 1982, вып. 6, с. 14-20.
10. Микушаускас Р.К. Управляющая программа связи ЭВМ ЕС-1010 и БЭСМ-6. Структура и описание алгоритма. — В сб.: Программирование ЭВМ. — Вильнюс: ИМК АН ЛитССР, 1982, вып. 6, с. 21-35.
11. Бурокене Д., Масплене Г., Микушаускас Р., Руйтас П., Шичкус В. Программное обеспечение для расширения терминальной сети БЭСМ-6, используя мини-ЭВМ ЕС-1010 в качестве концентратора. — В сб.: Тез. докл. республиканского координационного совещания "Программное обеспечение ЭВМ". — (сентябрь, Молетай, 1983). — Вильнюс: изд-во центра услуг технической информации, ротапринт, с. 20-21.
12. Галактионов В.В., Каданцев С.Г., Мазепа Е.Ю., Микушаускас Р.К., Широков В.П. О программном обеспечении средств общего доступа к базовым ЭВМ ОИЯИ для пользователей терминалов. — В кн.: У международного совещания по проблемам математического моделирования, программирования и математических методов решения физических задач. — ОИЯИ, ДЮ, П-84-818, Дубна, 1984.

13. Микушаускас Р., Бурокене Д., Масплене Г. Использование концентратора для расширения терминальной сети ЕЦ ИМК АН ЛитССР. — В сб.: Программирование ЭВМ. — Вильнюс: ИМК АН ЛитССР, 1984, вып. 8, с. 9-25.
14. Микушаускас Р. Подключение концентратора терминалов к узлу сети ЭВМ. — В сб.: Программирование ЭВМ. — Вильнюс: ИМК АН ЛитССР, 1984, вып. 8, с. 26-32.
15. Микушаускас Р. Применение локального концентратора терминалов в АН Литовской ССР для доступа к зарубежным сетям ЭВМ и базам данных. — В сб.: Сборник трудов международной конференции на тему "Автоматизация научных исследований" (15-20 октября, Пловдив, 1984). — София, 1985, т. 2, с. 372-375.
16. Микушаускас Р. Исследование и анализ производительности концентратора терминалов для базовой ЭВМ БЭСМ-6. — Вильнюс: ИМК АН ЛитССР, 1985, 13 с. — Деп. в ЛитНИИТИ, № 1522-Ли.

928637

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
 МИКУШАУСКАС РОМАС КАЗЕВИЧ
 СИСТЕМНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ- КОНЦЕНТРАТОРА
 И ЕЕ ТЕРМИНАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДОСТУПА К БАЗОВЫМ МАШИНАМ
 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
 БУМАГА ТИПОГРАФСКАЯ 60x84 1/16. ТИРАЖ 100 ЭКЗ. ЛВ 16561. ЗАКАЗ 2115.
 УСД. ПЕЧ. Л. 1.00. ОТПЕЧАТАНО РОТАПРИНТОМ ЦЕНТРА УСЛУГ ТЕХНИЧЕСКОЙ
 ИНФОРМАЦИИ. 232 000. ВИЛЬНЮС, Ю. ПАЛЕЦКИСА 27.