

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б-133

11-90-467

БАВИЖЕВ
Амин Данильевич

УДК 681.3.06

**АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА
ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО
УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ НА ЕС ЭВМ**

Специальность: 05.13.11 - математическое
и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов,
систем и сетей

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1990

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

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук

КОРЕНЬКОВ
Владимир Васильевич

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук

КЛИМЕНКО
Станислав Владимирович

кандидат физико-математических наук

СЕННЕР
Александр Евгеньевич

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Ленинградский научно-исследовательский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова, г. Ленинград.

Автореферат разослан "26" ноября 1990 года

Защита диссертации состоится "27" декабря 1990 года в 10³⁰ 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

З.М. Иванченко

Актуальность проблемы. Интенсивное внедрение электронных вычислительных машин во все сферы человеческой деятельности, разработка и применение автоматизированных систем управления тесно связано с общим ростом количества производимой и перерабатываемой в мире информации. Наряду с количественным увеличением информации растет также жизненная важность этого продукта человеческой деятельности. В этих условиях все большее значение приобретают проблемы обеспечения надежного хранения информации, защиты ее от несанкционированного доступа, эффективного использования дефицитных носителей информации, совместного использования общих файлов несколькими ЭВМ в многомашином комплексе и др.

Поэтому задача анализа и разработки программных средств, обеспечивающих эффективное управление данными является исключительно актуальной. Для достижения максимальной эффективности эти средства должны наилучшим образом учитывать возможности и особенности конкретного вычислительного комплекса ЭВМ, всей программно-аппаратной среды.

Особенно актуальна проблема эффективного управления информацией в крупных организациях, где ЭВМ (или комплексы из нескольких ЭВМ) применяются в многопользовательском режиме с использованием современных дисков, допускающих одновременное хранение нескольких тысяч файлов. К таким организациям относится ОИЯИ, Центральный вычислительный комплекс (ЦВК) которого представлен, в частности, рядом базовых ЭВМ серии ЕС, функционирующих в среде операционной системы типа ОС ЕС и системы виртуальных машин (СВМ). Все эти ЭВМ объединены в многомашиный комплекс на основе общей дисковой памяти, объемом около 15 Гбайт.

Цель работы. Целью диссертационной работы является исследование и разработка методов построения эффективных средств управления данными на ЕС ЭВМ. В соответствии с этой целью в диссертационной работе ставятся и решаются следующие задачи:

- анализ и формулировка требований, предъявляемых к математическому обеспечению современных файловых систем;
- разработка файловой подсистемы, расширяющей возможности

ОИЯИ
Библиотека

базовой системы управления данными в ОС ЕС;

- разработка программных средств для исследования и повышения эффективности файловой системы ОС ЕС и операционной системы в целом;

- исследование и разработка аппарата для совместного использования изменяемых файловых ресурсов несколькими ЭВМ, использующими общую дисковую подсистему в среде операционных систем СВМ и ОС ЕС.

Научная новизна. Научная новизна исследования заключается в том, что в нем:

- исследованы различные способы повышения эффективности управления данными на ЕС ЭВМ;

- выработана единая концепция комплекса средств для эффективного управления данными на ЕС ЭВМ в условиях крупного вычислительного центра. На ее основе разработаны программные средства, обеспечивающие гибкое и эффективное управление файловыми ресурсами. Отличительной особенностью этого комплекса является то, что его использование не накладывает никаких ограничений на файловые системы, используемые на ЕС ЭВМ. Впервые для операционной системы СВМ разработаны программные средства, обеспечивающие совместное использование изменяемых минидисков в многомашинном комплексе ЕС ЭВМ.

Разработки, представленные в диссертации, хотя и были ориентированы на определенные условия, могут оказаться полезными широкому кругу специалистов, занимающихся проблемами математического обеспечения вычислительных машин.

Практическая ценность. Рассматриваемый в диссертации комплекс программных средств успешно эксплуатируется и развивается в настоящее время на машинах серии ЕС в ОИЯИ и в ряде других организаций СССР и ГДР. Предложенные в процессе его разработки средства могут быть использованы при построении различных архивных и сервисных систем.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы были доложены на 9-ом семинаре специалистов АН СССР и ГДР по проблемам повышения эффективности использования ЭВМ большой производительности (Ташкент, 1984), а также на научных семинарах Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ и ЦИЯИ (Россендорф, ГДР).

Цикл работ "Расширение возможностей системного программного обеспечения на ЕС ЭВМ", положенный в основу

диссертации, был отмечен первой премией на конкурсе научных и научно-методических работ молодых ученых ОИЯИ в 1985 году.

Публикации. Основные результаты исследований, вошедших в основу диссертации, опубликованы в работах [1-8]. Эти результаты получены автором в период 1984 - 1989 г.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений. Изложена на 120 страницах машинописного текста. Список литературы включает 102 наименования.

Общий объем реализованного программного обеспечения составляет около 20000 операторов на языке Ассемблер ЕС ЭВМ.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранного направления исследований, ставятся цели и задачи, приводится краткое содержание диссертации по главам.

В первой главе показана важность разработок программных средств, обеспечивающих эффективное управление файловыми ресурсами в крупных вычислительных центрах. Отличительной чертой таких центров является наличие большого количества пользователей, ведущих разработку различных программных комплексов, направленных, например, на выполнение сложных вычислений или обработку большого объема экспериментальной информации. Выполнение подобных работ предполагает наличие большого числа файлов, постоянное их обновление, непрерывное появление новых и деактивизация старых файлов. На примере ЦВК ОИЯИ показан круг проблем, касающихся управления данными на ЕС ЭВМ в условиях крупного вычислительного центра. Приводится краткий обзор существующих в настоящее время программных средств, решающих некоторые проблемы, связанные с управлением информацией на ЕС ЭВМ.

В результате исследований современных развитых систем сформулированы общие требования, предъявляемые к файловым системам, выявлены основные тенденции в развитии и определены принципы, необходимые при реализации целостной концепции комплекса средств для эффективного управления данными на ЕС ЭВМ в наиболее распространенных на сегодняшний день операционных системах ОС ЕС и СВМ.

Вторая глава посвящена описанию файловой подсистемы,

которая позволяет планировать и учитывать файловые ресурсы ЭВМ в операционной системе типа ОС ЕС (MVT, SVS, TKS, БОС). Формулируются цели проектирования файловой подсистемы, определяется ее место в операционной системе ОС ЕС, рассматриваются ее функциональные возможности.

Основной целью создания файловой подсистемы является повышение эффективности управления данными в операционной системе ОС ЕС. Такая необходимость объясняется тем, что базовая файловая система в ОС ЕС не в полной мере удовлетворяет требованиям, предъявляемым к развитым системам управления данными и имеет ряд существенных недостатков.

Файловая подсистема по сути дела является надстройкой над базовой файловой системой ОС ЕС и дополняет ее новыми возможностями. Выбор именно такого способа реализации сделан в результате анализа и сопоставления различных подходов.

Файловая подсистема позволяет :

- динамически выделять и освобождать дисковую память с учетом бюджетных ограничений для различных структурных подразделений;

- повысить надежность хранения информации на дисках благодаря созданию архива файлов, обеспечить контроль и поддержание целостности информации;

- организовать эффективное использование дисковой памяти за счет хранения неактивных файлов в нерезидентной части архива;

- получать справочную информацию об использовании дисковых наборов данных (частота использования, дата последнего обращения, дата последней модификации);

- предоставить персоналу вычислительного центра и администраторам структурных подразделений информацию о распределении дисковой памяти;

- удалять с дисков ненужные файлы;

- осуществлять защиту файлов от несанкционированного доступа.

Кроме того, файловая подсистема уменьшает количество замен пакетов магнитных дисков (в случае использования съемных пакетов), что в свою очередь упрощает работу операторской службы.

Файловой подсистемой поддерживаются постоянно установленные диски для пользовательских наборов данных. Вся

дисковая память делится между группами пользователей в соответствии с установленными лимитами. Организуется динамический контроль соблюдения этих лимитов. Ведется файл системной регистрации (SRF), содержащий имена поддерживаемых дисков, имена и характеристики наборов данных и др.

Любому набору данных, включенному в файловую подсистему, соответствует одна запись в SRF, которая содержит характеристики этого набора (имя дискового пакета; личный шифр пользователя ЭВМ; частота использования; дата последнего использования и модификации и др.). Всякое обращение к зарегистрированному набору данных сопровождается изменением соответствующей записи в SRF. Обновление записи в файле системной регистрации производится во время выполнения системной программы CLOSE, завершающей обработку набора данных.

Файловая подсистема организует архивное пространство, состоящее из резидентной и нерезидентной (вторичной) частей. В качестве резидентной части архива используются магнитные диски. Нерезидентная часть может располагаться на магнитных лентах, устройствах типа CARTRIDGE или дисках в зависимости от технической оснащенности вычислительной системы. Ведение архива позволяет активные файлы хранить в резидентной ее части, а остальные во вторичной. Рассматриваются процессы перемещения файлов между резидентной и нерезидентной частями архива. Файл, находящийся во вторичной части архива, в случае необходимости автоматически подгружается на дисковое пространство. Вся нужная для этого информация имеется в SRF.

Обеспечение средств защиты информации от несанкционированного доступа являлось одной из задач при разработке файловой подсистемы. Реализованный механизм защиты файлов обеспечивает:

- контроль доступа к файлу;

- прекращение выполнения задания после отказа в доступе;

- регистрацию всех незаконных попыток получения доступа к файлу.

Механизм защиты обеспечивает контроль обращения к файлу по чтению и записи. По отношению к файлу аппарат защиты различает три категории пользователей, каждая из которых имеет свои собственные ограничения по любому из типов доступа к файлу. Этими категориями являются: ВЛАДЕЛЕЦ (владелец файла), ЧЛЕНЫ ГРУППЫ (члены группы, к которой принадлежит владелец файла) и

ПРОЧИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛИ (все остальные пользователи). Групповое владение файлами позволяет обеспечить каждому члену группы, работающей над общими задачами, возможность осуществлять доступ к файлам других членов группы.

Рассматриваются наиболее важные и интересные, с точки зрения автора, аспекты внутренней реализации файловой подсистемы. Так, например, достаточно детально рассматривается структура файла системной регистрации и алгоритмы программ, обеспечивающих доступ к записям этого файла. Показано, что выбранная структура SRF и метод доступа к нему обеспечивает выполнение таких важных требований, как надежность и высокая скорость доступа. Эти требования направлены на обеспечение целостности SRF (он должен быть устойчив к программным и аппаратным сбоям), а также на минимизацию влияния системных компонентов файловой подсистемы на производительность операционной системы.

Рассмотрены сервисные средства (в виде набора процедур), предназначенные для пользователя и обслуживающего персонала. Пользователю предоставляются процедуры для создания и регистрации набора данных; уничтожения зарегистрированного набора данных; переименования зарегистрированного набора данных; восстановления на диск набора данных из нерезидентной части архива; защиты набора данных от несанкционированного доступа. Процедуры операторского обслуживания предназначены для создания копий полных пакетов дисков; сброса с дисков в нерезидентную часть архива всех наборов данных, к которым не было обращений в течение заданного периода времени; переписи всех модифицированных наборов данных с дисков в нерезидентную часть архива; перемещения отдельных наборов данных или полного пакета из вторичной части архива на дисковое пространство; удаления с дисков всех наборов данных, не поддерживаемых (незарегистрированных) файловой подсистемой. Кроме того, для изменений некоторых характеристик файловой подсистемы и перераспределения лимитов дисковой памяти между группами пользователей имеются процедуры, предназначенные для администратора файловой подсистемы.

В третьей главе обсуждаются принципы построения программных средств TRACE и FIND, реализующих дополнительные возможности повышения эффективности файловой системы ОС ЕС.

Программный комплекс FIND предназначен для сбора и

обработки информации о динамике использования разделов библиотечных наборов данных, которые являются одними из наиболее распространенных в операционной системе типа ОС ЕС. Информация о разделах (число обращений, дата последнего обращения, фамилия и телефон пользователя и др.) позволяет эффективно поддерживать пакеты прикладных программ и библиотеки общего назначения. Например, такая информация необходима при замене реально используемых программ на более эффективные, исключении устаревших и неиспользуемых программ, при переносе больших программных комплексов на другие ЭВМ с меньшими дисковыми ресурсами, при обмене информацией между пользователями об особенностях и результатах применения конкретных программ.

Подробно рассматривается структура программного комплекса FIND, состоящего из системной программы SEARCH, программы реорганизации библиотечного набора данных REORG и программы обработки статистики DISTR. FIND позволяет постоянно накапливать статистическую информацию непосредственно в элементах справочника библиотеки. Поэтому справочник библиотеки, для которой необходимо собирать статистику, должен быть реорганизован программой REORG. Показано, что использование программного средства FIND практически не вносит накладных расходов в работу операционной системы.

Эффективность функционирования вычислительной системы во многом зависит от качества эксплуатируемой операционной системы. Оптимальный подбор значений параметров системы является задачей непростой, так как он сильно зависит от конкретных условий применения. Поэтому важно иметь специальные средства, позволяющие получать характеристики того или иного варианта операционной системы. В связи с этим был спроектирован измерительный монитор TRACE, позволяющий оценить качество эксплуатируемой системы ОС ЕС. Предоставляемая монитором информация может быть использована для оптимизации параметров операционной системы и ее базовой файловой системы в частности.

Показано, что TRACE удовлетворяет общим требованиям, предъявляемым к измерительным мониторам, основными из которых являются следующие:

- максимально возможная независимость от исследуемой системы;
- точность собираемых данных, простота их анализа и

интерпретации;

- минимальность использования ресурсов исследуемой системы и минимальность искажений, вносимых в ее работу в процессе измерений;

- простота включения в систему, возможности модификации и расширения.

Монитор TRACE предназначен для : трассировки системных наборов данных, содержащих программы операционной системы; получения статистической картины использования всех SVC-программ; предоставления информации об активности обменов с магнитными дисками.

Показано, как может быть использована эта информация для: перераспределения наборов данных по дискам с целью достижения равномерной их загруженности; упорядочения разделов системных наборов данных в соответствии с их активностью; изменения состава резидентных модулей и таблиц операционной системы (на основе данных об активности программ).

Обсуждаются процессы запуска и останова монитора TRACE. Подчеркивается, что работу монитора можно прерывать в любой момент, а потом запускать для продолжения накопления статистики в режиме RESTART. Принципы реализации монитора TRACE позволили свести к минимуму собственное потребление ресурсов системы.

В четвертой главе обсуждаются вопросы создания многомашиных комплексов. Формулируются цели создания многомашиного комплекса ЕС ЭВМ в ОИЯИ, основанного на использовании общей дисковой памяти. Предлагается конкретное решение проблемы создания математического обеспечения, позволяющего совместное использование общих минидисков несколькими ЭВМ в среде операционных систем СВМ и ОС ЕС.

Рассмотрена структура многомашиного комплекса ЕС ЭВМ в ЦВК ОИЯИ, состоящего из двух ЭВМ ЕС-1066, двух ЭВМ ЕС-1037 и одной ЭВМ ЕС-1061, скомплексированных друг с другом через дисковую подсистему типа "винчестер" объемом около 15 Гбайт (48 пакетов дисков по 317 Мбайт). В качестве операционной системы верхнего уровня на всех этих машинах используется система СВМ. На отдельных виртуальных машинах под управлением СВМ могут использоваться любые версии операционной системы ОС ЕС (MVT, SVS, TKS, MVS, БОС). В ОИЯИ на одной из ЭВМ используется операционная система БОС в качестве отдельной виртуальной машины. Показано, что такая организация связей между машинами,

а также выбор операционных систем продиктованы целями создания многомашиного комплекса ЕС ЭВМ в ОИЯИ.

Одной из основных целей такого объединения ЭВМ является эффективное использование дисковой памяти. Достижение этой цели стало возможным благодаря тому, что для всех ЭВМ комплекса создано и используется общее оглавление несмотря на то, что каждая из машин управляется собственной операционной системой СВМ. Так как все используемые минидиски описываются в оглавлении, то они являются общими и доступны всем ЭВМ комплекса. Такая организация программного обеспечения устраняет дублирование данных, а также избавляет от необходимости приведения их в соответствие при использовании на разных ЭВМ.

Но при этом возникает проблема корректного использования минидисков при возможной одновременной работе с ними нескольких реальных машин. Параллельное использование минидиска в режиме чтения не вызовет нарушений в структуре минидиска. Однако, одновременный доступ на запись к одному и тому же минидиску несколькими ЭВМ приведет к разрушению структуры минидиска, а следовательно к порче файлов. Поэтому для обеспечения корректного использования общей дисковой памяти необходимо исключить параллельный доступ на запись к минидиску с нескольких реальных машин. Все ЭВМ комплекса должны согласовывать свои действия так, чтобы в любой момент времени доступ на запись к определенному минидиску осуществляла бы лишь одна из машин.

Предоставление одной из ЭВМ исключительного доступа к минидиску на запись обеспечивается разработанным механизмом резервирования и освобождения, который позволяет последовательно осуществлять доступ на запись к минидискам нескольким ЭВМ, использующим общую дисковую подсистему. Механизм резервирования и освобождения минидиска является программным обеспечением, расширяющим систему управления данными СВМ.

Резервирование минидиска выполняется одной из ЭВМ (если он не зарезервирован на этот момент другой ЭВМ) во время открытия доступа к минидиску на запись (команда ACCESS), а освобождение - при закрытии доступа к минидиску (команда RELEASE). Каждой ЭВМ комплекса во время открытия доступа к определенному минидиску должна быть известна информация о состоянии этого минидиска с точки зрения использования его на запись другими

ЭВМ. Для хранения такой информации используется один байт в метке минидиска. Назовем его байтом состояния минидиска.

Для выполнения резервирования и освобождения минидисков использован семафорный механизм. Предоставление *i*-той ЭВМ доступа на запись к минидиску сопровождается установкой в единицу *i*-го разряда байта состояния. При освобождении минидиска, соответствующий разряд в байте состояния выставляется в ноль. Если произошел сбой той ЭВМ, которая осуществляла доступ на запись к минидиску (или нескольким минидискам), то ни одна из остальных ЭВМ не сможет осуществить доступ на запись к этому минидиску (минидискам). Для обработки такой аварийной ситуации предусмотрены соответствующие программные средства, которые позволяют:

- с пульта оператора работающей машины освобождать все минидиски (или минидиски определенной виртуальной машины), захваченные на запись любой ЭВМ комплекса;

- с любой ЭВМ открыть доступ на запись к захваченному другой ЭВМ минидиску; доступ в этом случае предоставляется посредством задания специального параметра;

- получить оперативную информацию о состоянии зарезервированных на запись минидисков в многомашинном комплексе.

В заключении формулируются основные результаты диссертационной работы.

В приложении дается информация о сдаче в эксплуатацию разработанных программных средств в других организациях СССР и за рубежом.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные результаты диссертации состоят в следующем:

1. Проведен анализ и сформулированы требования, предъявляемые к математическому обеспечению современных файловых систем. Исследованы различные подходы и методы построения программных средств, обеспечивающих эффективное управление данными на ЕС ЭВМ в условиях крупного вычислительного центра.

2. На основе единого подхода для операционной системы типа ОС ЕС разработана файловая подсистема, в которой:

- предоставляются средства, обеспечивающие надежность долговременного хранения файлов путем создания архива, контроль и поддержание целостности информации;

- эффективно используется дисковое пространство за счет хранения неактивных файлов в нерезидентной части архива;

- осуществляется динамическое распределение дисковой памяти с учетом бюджетных ограничений для групп пользователей и (или) отдельных пользователей;

- реализованы средства защиты информации от несанкционированного доступа.

3. Исследованы и разработаны методы оптимизации файловой системы и операционной системы ОС ЕС в целом на основе информации, предоставляемой разработанным измерительным монитором TRACE.

4. Разработано программное средство FIND, дополняющее операционную систему ОС ЕС возможностью сбора и обработки информации о динамике использования разделов библиотечных наборов данных. Использование FIND позволяет эффективно поддерживать пакеты прикладных программ и библиотеки общего назначения.

5. Исследованы возможности совместного использования общих файлов в многомашинном комплексе ЕС ЭВМ, функционирующем в среде операционных систем СВМ и ОС ЕС. В результате разработан и программно реализован механизм резервирования и освобождения изменяемых файловых ресурсов, обеспечивающий корректное совместное использование общих файлов разными ЭВМ комплекса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ:

1. Бавижев А.Д., Кореньков В.В. Средство трассировки системных модулей в ОС ЕС. ОИЯИ, 11-84-344, Дубна, 1984.
2. Бавижев А.Д., Галактионов В.В., Кореньков В.В. Система регистрации и сопровождения файлов в ОС ЕС. Назначение, основные функции и процедуры для пользователя, оператора и системного программиста. ОИЯИ, 11-84-558, Дубна, 1984.
3. Бавижев А.Д. Структура и алгоритмы работы программ, входящих в состав системы регистрации и сопровождения файлов в ОС ЕС. ОИЯИ, 11-84-559, Дубна, 1984.
4. Галактионов В.В., Кореньков В.В., Бавижев А.Д., Коробова Г.А., Семашко С.В., Хайндрава М.Н. Расширение возможностей

- системного программного обеспечения на ЕС ЭВМ. В кн.: Проблемы повышения эффективности использования ЭВМ большой производительности. ВЦ АН СССР, М., 1987, - с.65-67.
5. Бавижев А.Д. Сбор и обработка статистической информации об использовании пакетов прикладных программ в ОС ЕС. ОИЯИ, P11-87-715, Дубна, 1987.
 6. Бавижев А.Д., Кореньков В.В. Защита файлов от несанкционированного доступа в ОС ЕС. ОИЯИ, P11-88-314, Дубна, 1988.
 7. Бавижев А.Д., Кореньков В.В. Файловая подсистема в ОС ЕС. ОИЯИ, P11-88-425, Дубна, 1988.
 8. Бавижев А.Д., Кореньков В.В. Система учета и планирования файловых ресурсов ЭВМ в ОС ЕС. // Программирование, 1989, т.1, с.52-54.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 октября 1990 года.