

Л-945

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

11 - 11376

ЛОМИДЗЕ
Ольга Николаевна

СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ОС "ДУБНА"

Специальность 01.01.10 - математическое обеспечение
вычислительных машин и систем

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна, 1978

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

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук И.Н.СИЛИН.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук Д.Б.ПОДШИВАЛОВ,

кандидат физико-математических наук А.С.МАРКОВ.

Ведущее предприятие - Институт кибернетики АН УССР, г. Киев

Защита диссертации состоится " " 1978 г.

в часов на заседании Ученого совета Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, г. Дубна, Московской обл.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан " " 1978 г.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

Т.П. Пузынина

Т.П.ПУЗЫНИНА

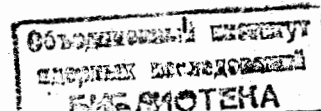
Вычислительная техника, проникнув во все области человеческой деятельности, стала сейчас важнейшим фактором научно-технического прогресса. Одним из решающих условий успешного применения современных ЭВМ для научно-технических расчетов, в управлении производством, медицине и т.д. является создание и развитие средств математического обеспечения^{/1/}. Совокупность обязательных средств математического обеспечения ЭВМ принято называть операционной системой (ОС).

Все движение потоков информации на пути от человека к машине и опять к человеку протекает под управлением программ, входящих в состав ОС.

Организуя потоки информации внутри вычислительной системы, современные ОС обеспечивают передачу информации между ЭВМ и человеком с помощью терминальных устройств, а также между различными компонентами, образующими машинную конфигурацию: между оперативной и внешней памятью (дисками, лентами, барабанами), между оперативной памятью и медленными устройствами ввода-вывода (АЦПУ, перфораторы и т.д.). Задачи, стоящие перед разработчиками современных ОС при создании программных средств обеспечения передачи информации, разнообразны. Одна из задач состоит в обеспечении наиболее полного и эффективного использования ресурсов ЭВМ и повышении общей производительности вычислительной системы. Это особенно важно в современных условиях, когда для решения разнообразных задач науки и производства требуются все большие вычислительные мощности.

Другое важное требование, которое должно учитываться при создании современных ОС, состоит в повышении производительности труда пользователей. При этом важным является обеспечение разумного времени ответа на запросы в режиме диалога с ЭВМ.

Один из аспектов использования ЭВМ в качестве надежного и квалифицированного помощника человека связан с обеспечением отладки программ в диалоговом режиме. Как известно, 50-60% временных и материальных затрат в период разработки программ приходится на отладку. Поэтому создание средств математического обеспечения, позволяющих облегчить и ускорить поиск ошибок при создании программ, имеет очень большое значение. Появление за последние 10 лет у нас в стране и за рубежом целого ряда



систем отладки, реализованных для различных ЭВМ и обеспечивающих разные способы ведения отладки, показывает возросший интерес к решению этой проблемы и ее актуальность.

Операционная система должна развиваться с учетом развития конфигурации машины, оснащения ее новыми стандартными и нестандартными устройствами и т.д. Так, в ОИЯИ ЭВМ БЭСМ-6 последовательно оснащалась графопостроителем, дисками ЕС-5052, девятидорожечными магнитофонами ЕС-5012, Видеотонами-340. В этих условиях стало актуальным создание математического обеспечения для эффективной эксплуатации новых устройств. При этом, в частности, возникала проблема сохранения преемственности математического обеспечения.

Целью работ, вошедших в диссертацию, и было повышение производительности вычислительной системы, повышение производительности труда пользователей на основе эффективного использования новых внешних устройств БЭСМ-6. Название же диссертации отражает тот факт, что все проведенные работы связаны с организацией передачи информации между ЭВМ и ее внешними устройствами.

Эти работы включают в себя:

- организацию передачи информации между человеком и вычислительной машиной в процессе решения задачи в диалоговом режиме при помощи терминальных устройств;
- организацию интерактивной отладки программ с использованием как конкретных адресов, так и символических обозначений;
- буферизацию на магнитных дисках информации от задач, предназначенной для вывода на медленные внешние устройства вывода (АЦПУ, перфораторы, графопостроители);
- обеспечение использования магнитофонов ЕС-5012 в режиме имитации накопителей на магнитных лентах БЭСМ-6 (ИМЛ БЭСМ-6).

Научная новизна работы состоит в том, что при создании перечисленных выше средств математического обеспечения были разработаны и реализованы оригинальные алгоритмы, вошедшие в состав ОС "Дубна" и обеспечившие этой ОС преимущества в некоторых аспектах перед другими ОС. Обоснованность алгоритмов подтверждена опытом успешной эксплуатации, а также в ряде случаев исследованием и строгим математическим анализом оптимальности и эффективности.

Представленные в диссертации разработки широко используются при решении разнообразных научно-технических и производственных задач. В течение нескольких лет рассматриваемые в работе средства математического обеспечения эксплуатируются в ОИЯИ и целом ряде других организаций.

Одновременно с развитием ОС "Дубна"^{2,3/} создавались и развивались другие операционные системы для ЭВМ БЭСМ-6: ОС ИПМ^{4/}, НД-70^{5/}, программа-диспетчер "ДИСПАК"^{6/}, ВАКОС^{7/} и др., разной степени универсальности и эффективности.

Существенным является тот факт, что при разработке ОС "Дубна" в максимальной степени учитывалась специфика конкретных условий использования ЭВМ для решения задач крупного научного центра типа Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ).

Проведение научных исследований в крупном физическом центре связано с обработкой большого количества экспериментальных данных на ЭВМ. Задачи обработки физических данных - это очень большие программы (десятки и сотни тысяч команд). Поэтому с самого начала создания в ОИЯИ ОС "Дубна" она была ориентирована на эффективное решение больших задач даже при скромных ресурсах вычислительной машины. Размер программ, выполняемых вычислительной системой, является одним из важнейших эксплуатационных параметров. В связи с этим хотелось бы привести одно замечание, сделанное в работе^{8/}:

"Распространенная привычка недооценивать специфические трудности при больших размерах программ представляется одной из основных причин недостатков программного обеспечения". Стремление преодолеть эти специфические трудности во многом определяло выбор того или другого способа реализации при создании систем, предлагаемых в настоящей диссертации.

Современные ОС отличаются большим разнообразием возможностей, степенью универсальности, структурой организации, алгоритмами функционирования. Однако каждый раз создание математического обеспечения для конкретной ЭВМ, даже с учетом опыта предшествующих разработок, ставит перед системными программистами проблемы создания оригинальных алгоритмов и разработки собственных способов их реализации в зависимости от схемных особенностей и конкретных условий эксплуатации вычислительной системы. Программное обеспечение средств передачи информации

внутри вычислительной системы и между ЭВМ и внешним миром является предметом, формальная разработка которого еще далека от завершения. Поэтому решения, предлагаемые в диссертации, могут оказаться интересными широкому кругу специалистов по проектированию и анализу ОС.

Диспетчер ОС "Дубна" занимает достаточно ограниченный объем памяти. Даже в самой развитой версии требуется менее одного магнитного барабана для его хранения и не более 10000 слов в оперативной памяти (ОП) для размещения резидентных блоков. Сохранение этого качества для обеспечения эффективной работы при различных конфигурациях БЭСМ-6 входило в задачу диссертанта.

Диссертация состоит из введения, 4-х глав и заключения.

В первой главе рассматриваются вопросы проектирования и реализации систем передачи информации с помощью терминальных устройств, позволяющих многочисленным пользователям одновременно общаться с ЭВМ в диалоговом режиме и параллельно использовать ресурсы вычислительной системы /9,10,11/.

Далее приводится краткий обзор реализации программного обеспечения работы с терминалами и режимов их использования в некоторых зарубежных и отечественных ОС /12,13,14/. Основное содержание главы составляет описание организации работы с терминалами в ОС "Дубна".

Уже в 1974 году в рамках ОС "Дубна" была создана система "Мультитайп" /15/, которая позволяла обслуживать все активные терминалы в режимах, не связанных с запуском задачи с "неощутимым" временем реакции. Обеспечение взаимодействия пользователя со своей программой по ходу счета было задачей диссертанта /16,17/. Средства диалогового общения были реализованы с использованием возможностей системы "Мультитайп", что позволило, в частности, эффективно сочетать этапы составления, редактирования и отладки программ в процессе их создания. В диссертации описаны способы установления и прекращения связи диалоговой задачи с терминалом, а также возможные режимы диалоговой работы. Особенностью рассматриваемой системы является возможность установления связи между задачей и терминалом не только по инициативе задачи, но и по запросу пользователя, причем во вто-

ром случае запрос может быть выдан уже в момент выполнения программы. Это позволяет организовать работу с терминалами в режимах как зависимого, так и свободного диалога. Далее, в I главе приводится описание структуры программного обеспечения и алгоритма обслуживания терминалов в режиме диалога с задачей. Рассматривается также динамическое взаимодействие различных процессов, обеспечивающих передачу информации в режиме диалога и применение аппарата семафоров /18/ для их синхронизации.

В настоящее время в ОС "Дубна" разделение времени реализовано между тремя задачами пользователей с практически неощутимым временем реакции за счет динамического пересчета приоритета задач /19/. На машинах малой конфигурации большего не требовалось. В диссертации указывается на то, что увеличение числа счетных каналов в рамках последней версии ОС "Дубна" достигается без изменения реализованных алгоритмов, путем увеличения в блоках ОС, оформленных в виде "чистых процедур", числа рабочих областей, соответствующих счетным каналам.

Во второй главе рассматриваются вопросы, связанные с созданием программных средств обеспечения интерактивной отладки. Представлен краткий обзор наиболее характерных способов реализации различных систем отладки, разработанных у нас в стране и за рубежом /20,21,22,23,24/. Затем описывается организация интерактивной отладки в ОС "Дубна" /25,26/.

Задачей диссертанта явилось создание такой системы отладки, которая отвечала бы требованиям, выработанным с учетом конкретных условий эксплуатации и специфики задач в ОИИИ. Реализованный с учетом этих требований отладчик ОС "Дубна" имеет следующие особенности, отличающие его от других разработок в этой области:

- выполнение программы в отладочном режиме не требует никаких изменений в этой программе по сравнению с режимом нормального выполнения;
- работа отладчика не только не меняет распределения адресуемой математической памяти отлаживаемой задачи, но и не накладывает дополнительных ограничений на объем этой памяти;
- имеется возможность подключиться с терминала к уже считающейся задаче и перевести ее в режим отладки, даже если зараннее задача на это не рассчитана.

В диссертации приводится сравнение временных соотношений для нормального режима выполнения программы и режима отладки, рассматривается влияние работы отладчика на эффективность ЭВМ.

Отладчик ОС "Дубна" позволяет вести отладку как на внутреннем языке машины БЭСМ-6, так и в терминах автокода "Madlet" и языков высокого уровня с использованием всех символических обозначений (меток, переменных и т.д.) Таблица соответствия идентификаторов истинным адресам формируется на барабане модифицированным загрузчиком. В этой же главе рассматриваются синтаксис и основные возможности языка отладки. Реализованный язык отладки включает в себя директивы установки точек прерывания, директивы выдачи на терминал состояния элементов адресуемой виртуальной памяти задачи, регистров задачи, информации о режиме выполнения программы и т.д.; директивы, позволяющие изменить состояние элементов математической памяти задачи, директивы управления прохождением задачи. Кроме "традиционных" директив отладки описаны некоторые специальные возможности, реализации которых позволяет пользователю сочетать ведение отладки в терминах языка высокого уровня с приемами пультовой отладки в условиях мультипрограммной работы ЭВМ. Так, например, возможен покомандный режим выполнения программы.

Далее приводится описание функционирования и структуры программного обеспечения интерактивной отладки. Проведен тщательный анализ всех особых ситуаций, в которых нужно принимать специальные меры по защите ОС и программ пользователя при работе отладчика.

Третья глава содержит описание организации выходных потоков информации. Устройства вывода (АЦПУ, перфораторы и т.д.), предназначенные для передачи внешнему миру результатов выполнения задач, до сих пор остаются наиболее медленно действующими узлами ЭВМ. Поэтому эффективное использование устройств вывода с целью повышения пропускной способности систем остается одной из наиболее важных задач, стоящих перед разработчиками современных ОС.

В диссертации приводятся общие принципы организации выходных потоков информации в современных ОС, использующих внешнюю память с произвольным доступом в качестве буфера для хранения данных перед выдачей их на периферийные устройства с низким быстродействием. Обсуждаются проблемы, связанные с организацией

выводимой информации на внешней памяти. С учетом конкретных условий эксплуатации и конфигурации ЭВМ БЭСМ-6 формулируются требования к разработке системы буферизации и обсуждается выбранный способ реализации. Описываются отличительные особенности функционирования системы и организации области вывода, позволившие удовлетворить поставленным требованиям и повысить общую производительность системы.

При создании системы вывода нашей задачей было обеспечение не только буферизации выходной информации, но и возможности надежного хранения результатов счета, в особенности для задач, требующих продолжительного времени счета. Опыт эксплуатации ЭВМ в ОИИИ позволил нам сформулировать следующие конкретные требования к разработке системы вывода:

1. Возможность повторения вывода результатов счета, в том числе и через достаточно длительное время после первого вывода. Чаще всего это нужно, если уже по окончании вывода выяснилось, что устройства вывода работали плохо.
2. Сохранение выводимых результатов счета при аварийных перезапусках системы.
3. Полностью автоматическая разгрузка файла вывода.
4. Сведение числа обменов с диском и барабаном до минимально необходимого.

В нашей системе файл вывода, как правило, общий для всех задач, локализованный на одном из системных дисков^{/27/}.

В то же время для пользователей, работающих с выносных терминалов, обеспечена возможность направлять выводимую их задачами информацию на указанный с терминала личный файл вывода с последующей распечаткой этой информации на АЦПУ либо на терминале.

Единицей обмена информацией между программой и файлом, расположенным на периферийном устройстве, выбран блок длиной 1024 слова БЭСМ-6. Файл вывода имеет зонную структуру с длиной зоны, равной выбранной единице информации.

Буферизации на диске предшествует двойная буферизация в оперативной памяти^{/27/}. Приведено исследование оптимальности размера буферов в оперативной памяти. В нашей системе двойная буферизация позволяет минимизировать число дополнительных замещений страниц, связанных с дополнительными затратами оперативной памяти под буферы вывода.

Запись результатов счета задач в общий файл вывода происходит одновременно с выводом на реальные устройства результатов уже закончившихся задач. Такое совмещение позволяет повысить производительность ЭВМ, однако при этом возникает необходимость программной синхронизации задач, работающих с одним и тем же файлом вывода. Синхронизация реализована с использованием аппарата семафоров^{/18/}.

Чтобы сохранить уже распечатанную информацию возможно дольше (для повторной ее выдачи в случае необходимости), алгоритм заполнения и разгрузки файла вывода построен так, что поиск свободных зон и строк каталога осуществляется циклически. Мы ищем очередную свободную зону среди зон с номерами, большими, чем номер последней захваченной зоны. И только в том случае, если среди таких зон нет свободных, переходим к поиску свободной зоны в начале файла вывода. Время сохранности информации после первого вывода $T = \frac{L}{V} - t$ (при $\frac{L}{V} - t > 0$); здесь L - длина буфера, V - средняя скорость заполнения буфера, t - время от запуска задачи до конца первого вывода ее результатов.

Подробное сравнение нашей системы буферизации вывода с соответствующими системами в других ОС затруднительно, так как детальное описание систем буферизации редко публикуется. Однако известно, что в подавляющем большинстве ОС (в том числе, например, в ОС на ЭВМ СДС-6500^{/28/}, в операционных системах для машин серии ЕС^{/29/}, в ОС ДИСПАК для ЭВМ БЭСМ-6^{/6/}) невозможно повторно выдать результаты счета, если пользователь заранее об этом не позаботился. В доступной нам литературе не встречалось также описания разработок с применением двойной буферизации в оперативной памяти.

Четвертая глава посвящена программному обеспечению ввода-вывода информации при работе с накопителями на магнитных лентах. Стимулировало эту разработку оснащение ЭВМ БЭСМ-6 новыми устройствами внешней памяти - девятидорожечными магнитофонами ЕС-5012. В задачу диссертанта входило обеспечение работы этих магнитофонов в режиме имитации НМЛ БЭСМ-6^{/30/}. Магнитофоны ЕС-5012 оказались более надежными в эксплуатации, чем НМЛ БЭСМ-6, а применение к ним программных и схемных способов контроля передачи и коррекции информации, используемых в ОС

"Дубна" при работе с НМЛ БЭСМ-6, еще больше повысило уровень надежности. Кроме того, возможность эксплуатации ЕС-5012 в режиме имитации БЭСМ-6 позволила пользователям перейти на работу с более надежными накопителями информации без переделки ранее созданных программ.

В диссертации рассматриваются вопросы, связанные с программным обеспечением эффективного использования носителей на магнитных лентах. Затем описывается организация работы с магнитными лентами в ОС "Дубна". Указывается на то, что схемное решение контроллера ЕС-5012 имеет некоторые особенности по сравнению с НМЛ БЭСМ-6, в частности, невозможен одновременный подвод нескольких лент одним контроллером, в связи с чем основные усилия были направлены на создание нового алгоритма обслуживания магнитофонов, который бы не снижал общей эффективности вычислительной системы^{/30/}. Это, в свою очередь, привело к необходимости радикально изменить логику ранее созданных блоков ОС, обслуживающих работу с внешней памятью на магнитных лентах. Описана дисциплина обслуживания очереди запросов на ввод-вывод.

Алгоритм обслуживания очереди запросов, относящихся к данному направлению, построен как циклический просмотр всех запросов на обмен и последовательное выполнение для каждого запроса по одному допустимому физическому действию. Другими словами, мы программно реализуем квазипараллельное выполнение запросов, относящихся к одному направлению. Проведены аналитические оценки пропускной способности системы при квазипараллельной и при последовательной обработках запросов на обмен.

В диссертации приводится описание структуры и функционирования блоков системы, управляющих работой магнитофонов и реализующих процедуры ввода-вывода.

В системе был выделен единый центр, активизирующий все виды физических действий с лентой и выясняющий, что и когда можно сделать по обслуживанию заказов на обмен. Остальные программные блоки после отработки возвращают управление этому центру.

Разработки, представленные в диссертации, привели к следующим основным результатам:

1. Реализованная система буферизации на магнитных дисках результатов счета задач позволила обеспечить в ОИЯИ загрузку процессора при мультипрограммной работе на 98-99%. Кроме того, система обеспечивает повторный вывод информации на реальные устройства через длительное время после первого вывода и сохранение информации при аварийных перезапусках системы.

2. Разработанное программное обеспечение диалогового общения пользователя с задачей при помощи терминальных устройств существенно расширило класс задач (АСУ, ИПС и т.д.), решаемых на ЭВМ БЭСМ-6 в ОИЯИ.

3. Создание системы интерактивной отладки существенно облегчило поиск сложных ошибок, а также позволило осуществлять интерактивный контроль промежуточных результатов в процессе решения больших задач, даже если эти задачи не рассчитаны заранее на работу в режиме диалога.

К отличительным особенностям предлагаемой системы относятся отсутствие дополнительных ограничений на виртуальную память отлаживаемой программы и возможность вести отладку с использованием всех символических обозначений языка, на котором написана отлаживаемая программа.

4. Реализация системы обмена информацией с магнитофонами типа ЕС-5012 при их использовании в режиме имитации НМЛ БЭСМ-6 предоставила пользователям возможность эффективно работать с новыми, более надежными носителями информации без переделки созданных ранее программ. В других ОС, реализованных для ЭВМ БЭСМ-6, использование НМЛ ЕС-5012 в режиме имитации НМЛ БЭСМ-6 не встречается.

Результаты диссертации докладывались на Международной конференции по программированию и математическим методам решения физических задач (Дубна, октябрь 1977 г.), семинарах и конференциях ассоциации пользователей БЭСМ-6, семинаре специалистов СССР и ГДР (Иркутск, 1975 г.), семинарах ЛВТА ОИЯИ.

Основное содержание диссертации изложено в работах ^{13,17,} 26,27,30/.

Диссертант глубоко благодарен своему руководителю доктору физико-математических наук И.Н.Силину за постоянное внимание и помощь в работе. Диссертант глубоко признателен всем разработчикам ОС "Дубна", а также всем тем, с кем в течение нескольких лет довелось работать и обсуждать различные проблемы.

Л и т е р а т у р а

1. Л.Н.Королев. Современные ЭВМ и структуры математического обеспечения. "Наука", Москва, 1974.
2. В.Д.Веретенев, И.И.Гуревич, А.В.Гусев, В.З.Житенев, П.С.Заикин, Л.Р.Каминский, О.Н.Ломидзе, И.Н.Силин, В.И.Шириков. Новый диспетчер для ЭВМ БЭСМ-6, ОИЯИ, ИИ-7059, Дубна, 1973.
3. А.В.Гусев, О.Н.Ломидзе, А.П.Соловников, И.Н.Силин. Новые возможности ОС "Дубна", материалы семинара "Проблемы повышения эффективности БЭСМ-6" (июнь 1975, Иркутск). Изд. ВЦ АН СССР и СВИ СО АН СССР, Иркутск, 1976, стр. 29-33.
4. И.Б.Задыхайло, С.С.Каманин, Э.З.Львовский, И.Р.Шура-Бура. Операционная система ИПМ АН СССР для БЭСМ-6 (ОС ИПМ). Труды II Всесоюзной конференции по программированию. Изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1970 г.
5. В.И.Иванников, Э.А.Канашникова, Н.В.Карабутова, Л.Н.Королев, В.И.Максаков, Т.М.Суслова. Операционная система ИД-69 для БЭСМ-6. Труды II Всесоюзной конференции по программированию. Изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1970 г.
6. С.А.Зельдинова, Л.В.Кошкина, Ю.В.Озорнин, В.Ф.Турин, Н.И.Шулупов. Структура и функционирование ОС ДИСПАК. Сборник научных трудов № 136, изд. ЧПИ, Челябинск, 1973.
7. Д.Карл. Диспетчер операционной системы ВАМО для БЭСМ-6. В сб. "Материалы семинара: Проблемы повышения эффективности БЭСМ-6". Вильнюс, 1974, стр. 19-27.
8. У.Дэл, Э.Дейкстра, К.Хоор. Структурное программирование. Изд. "Мир", Москва, 1975.
9. Колин. Введение в операционные системы. Изд. "Мир", Москва, 1975.
10. Э.Бертэн, М.Риту, Ж.Ружие. Работа ЭВМ с разделением времени. Изд. "Наука", Москва, 1970.
11. Г.Кэтцэн. Операционные системы. Изд. "Мир", Москва, 1976.
12. И.А.Бахарев. Некоторые вопросы организации работы терминалов в ОС ИПМ. Журнал "Управляющие системы и машины", № 1, Киев, 1974.
13. Р.М.Фэно. Система МАС. Проект МАС. В сб.: Мультипрограммирование и разделение времени. "Мир", М., 1970, стр. 293-314.
14. Гибсон (Gibson C.T.) 1966. Time Sharing in the IBM System/360 Model 67, Proceeding of the 1966 Spring Joint Computer Conference, AFIPS, v. 28.

15. В.Ю.Веретенев, М.И.Гуревич, В.А.Федосеев. Мультидоступная система "Мультигайт" на БЭСМ-6. ИАЗ-2409, Москва, 1974.
16. О.Н.Ломидзе. Программное обеспечение диалоговой работы пользователя с задачей в ОС "Дубна", ОИЯИ Б-II-I-II260, Дубна, 1978.
17. О.Н.Ломидзе, И.Н.Силин. Обмен информацией задачи пользователя с терминалом в ОС "Дубна". Материалы VI конференции по эксплуатации вычислительной машины БЭСМ-6 (Тбилиси, 1976). Изд. ВЦ АН СССР и ИПМ ТГУ (Тбилиси, 1977).
18. Э.Дейкстра. Взаимодействие последовательных процессов.
19. И.Н.Силин. Операционная система "Дубна" и проблема создания математического обеспечения мощных ЭВМ. Автореферат диссертации доктора физико-математических наук, ОИЯИ II-9428, Дубна, 1975.
20. Н.Н.Топалов. Системы и методы отладки программ. ИПМ АН СССР, № 81, Москва, 1976.
21. Эшби и др. (Ashby G., et al.) Design of a interactive debugging for FORTRAN. MANIIS. Software-Practices and Experience 3(1973). 65-74.
22. XDS SIGMA 5/7 Fortran Debug Package (FDP) reference manual. Xerox Data Systems, 1970.
23. Кулсруд (Kulsrud H.E.) An interactive extensible debugging system MEEPER. Second Symposium on Operating Systems Principles, 1969, 165-111.
24. В.И.Конозенко. Диалоговая система автоматизации проектирования и отладки машинно-ориентированных программ. Журнал "УСим", 1977, № 1.
25. Ломидзе О.Н. Интерактивная система отладки с использованием символических обозначений в рамках ОС "Дубна". ОИЯИ, Б2-II-II259, Дубна, 1978.
26. Ломидзе О.Н., Силин И.Н. Обмен информацией задачи пользователя с терминалом в ОС "Дубна". Работа с отладчиком. ОИЯИ, PII-10617, Дубна, 1977.
27. Ломидзе О.Н., Силин И.Н. Автоматизированная система буферизации результатов счета задач на магнитных дисках в ОС "Дубна" на ЭВМ БЭСМ-6. ОИЯИ, PII-10633, Дубна, 1977.
28. NOS/BZ 1 sistem programmer's reference manual. Control Data Corporation 60494100, 1977.

29. В.Г.Лескк, А.С.Марков, З.В.Пеледов, Л.Д.Райков. "Системы математического обеспечения ЕС ЭВМ", Изд. "Статистика", Москва, 1974.
30. О.Н.Ломидзе, А.Н.Сапожников, И.Н.Силин. Математическое обеспечение работы магнитофонов ЕС-5012 в режиме имитации НМЛ БЭСМ-6. Материалы 5 конференции ассоциации пользователей БЭСМ-6. Изд. ВЦ АН СССР, Москва, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 марта 1978 года.