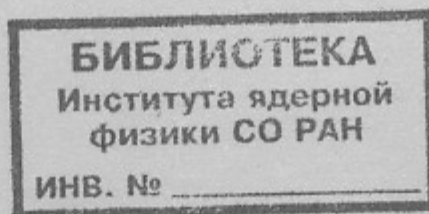


7.86
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
СО АН СССР

А.Г.Зоркольец, Б.Н.Шувалов

МНОГОТЕРМИНАЛЬНАЯ ИНТЕРАКТИВ-
НАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЭВМ - 6000

ПРЕПРИНТ 81- 24



А.Г.Зоркольец, Б.Н.Шувалов

МНОГОТЕРМИНАЛЬНАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЭВМ М-6000

А Н Н О Т А Ц И Я

Описывается многотерминальная интерактивная система, обслуживающая в режиме разделения времени более 32 пользователей. Система реализована на ЭВМ М-6000 с использованием расширителя оперативной памяти и терминалов на базе алфавитно-цифровых дисплеев Видеотон-340 и Мера-7953. Система ориентирована на подготовку текстов, но также успешно может применяться для обслуживания различного рода интерактивных задач.

Архитектурные возможности первых мини-ЭВМ и, в частности, М-6000 не позволяют создавать многофункциональные системы, обеспечивающие одновременное использование машинных ресурсов в различных режимах: разделения времени, реального времени и пакетном. Эти трудности связаны, в основном, с небольшим объемом оперативной памяти, малым числом регистров, отсутствием быстрой внешней памяти. Но для некоторых проблемных задач, например, организации банка данных или системы подготовки данных, возможностей мини-ЭВМ вполне достаточно.

В настоящее время остается по-прежнему актуальной проблема подготовки заданий для больших вычислительных машин, работающих в пакетном режиме. В последнее время для этих целей все чаще стали применять специализированные автономные системы на базе мини-ЭВМ, позволяющие готовить задания с дисплейных терминалов и записывать их на магнитную ленту /1/.

В многомашинном комплексе, состоящем из больших и мини-ЭВМ, эта задача может быть решена более эффективным способом: подготовленные задания могут непосредственно по линии связи передаваться на обработку. Еще более существенный экономический эффект дает использование общего архива текстовых данных. В этом случае на мини-ЭВМ может быть целиком переложена задача редактирования исходных программ и возложена задача просмотра результатов выполнения заданий. Помимо этого мини-ЭВМ может играть роль концентратора терминалов для задач, работающих в режиме диалога на больших машинах.

Для решения на мини-ЭВМ задач подобного рода необходима система коллективного пользования, обеспечивающая работу в диалоговом режиме. Большое значение при этом имеет время реакции системы на активный запрос, которое играет не только психологическую роль, но и позволяет расширить функциональные возможности системы.

Существенной проблемой для эффективной организации работы мини-ЭВМ является планирование памяти в режиме мультипрограммирования. Недостаточный объем оперативной памяти требует организации свопинга, который при отсутствии быстрой внешней памяти приводит к значительным задержкам (в некоторых случаях время реакции увеличивается сразу на порядок).

Первая версия многотерминальной интерактивной системы (МИСС) была реализована на ЭВМ М-6000, не имеющей никакой дополнительной памяти /2/. Для организации файловых структур использовался централизованный банк данных системы РАДИУС /3/. Все программные модули такой системы постоянно находятся в оперативной памяти и позволяют повторное вхождение. Число обслуживаемых терминалов при таком подходе зависит от размера оставшейся оперативной памяти, которая делится между пользователями и служит рабочим полем для реентерабельных модулей.

Кроме ограничения на число терминалов и набор возможностей еще одним критичным местом такой системы является время доступа к файлам, заметно возрастающее при больших нагрузках центральной ЭВМ. В данной работе описывается вторая версия системы, реализованная на М-6000 с дополнительным оборудованием: расширителем оперативной памяти и внешней памятью на магнитных дисках с небольшим временем доступа.

С появлением дешевой полупроводниковой памяти стало реальным ее применение в качестве быстрой буферной памяти для мини-ЭВМ. В Институте ядерной физики СО АН СССР разработано устройство, позволяющее подключить к М-6000 до 4 мегабайт подобной памяти. Устройство позволяет адресоваться к сегменту определенного размера, не превышающего максимальный объем памяти М-6000, как к оперативной памяти. При этом есть возможность параллельного доступа к различным сегментам процессором и каналами. Время переключения сегментов несравнимо меньше времени доступа к самому быстрому диску. Это устройство получило название расширителя оперативной памяти (РОП).

Память РОП разбивается на несколько сегментов в соответствии с числом обслуживаемых терминалов и используется в качестве рабочего поля для резидентных реентерабельных модулей или для загрузки и исполнения нереентерабельных модулей, хранящихся во внешней памяти на магнитных дисках. Такая архитектура системы позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на переключение процессов, и расширить число обслуживаемых терминалов до 256 (при размере сегмента 16 килобайт). Реальное число подключаемых терминалов зависит от типа задач и их требований к скорости реакции системы. В

системе с 32 терминалами время ответа не превышает одной секунды при максимальных нагрузках процессора. Общее время переключения процессов составляет порядка 1 миллисекунды.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МИСС

Система МИСС является системой с разделением времени, работающей в интерактивном режиме, который предусматривает разделение машинных ресурсов между конечным числом пользователей, имеющих прямой доступ к машине через терминалы. Метод реализации системы МИСС - разделение времени на равные отрезки (квантование времени). При этом квантование сочетается с классическим мультипрограммированием /4/.

Под управлением системы МИСС могут работать программы двух типов: реентерабельные и обычные. Реентерабельные программы постоянно хранятся в оперативной памяти и обслуживают параллельно несколько пользователей. Для рабочей области таких программ отводится на каждого пользователя один сегмент памяти РОП. Эта область разбита на две части: область рабочих ячеек и буферную область. К рабочим ячейкам возможен доступ с помощью косвенной адресации. Адреса рабочих ячеек одни и те же для всех пользователей и постоянно хранятся в базовой странице оперативной памяти.

Реентерабельные программы могут использовать два типа подпрограмм: привилегированные и реентерабельные. Привилегированные подпрограммы работают при выключенной системе прерываний и используют собственные рабочие ячейки. К реентерабельным подпрограммам могут обращаться несколько процессов одновременно, при этом для каждого процесса должен быть свой набор рабочих ячеек. Для сохранения адреса возврата из такой подпрограммы организуется программный стек.

Программы обычного типа, в которых команды и рабочие ячейки перемешаны, хранятся во внешней памяти системы и загружаются в соответствующий сегмент памяти РОП диспетчером при поступлении с терминала команды. При этом часть сегмента отводится под рабочую область супервизора и системы управления файлами. Область связи обычных программ также хранится в

памяти РОП и переписывается в базовую страницу оперативной памяти при получении процессом кванта времени. Обычные программы могут использовать области перекрытия, в которые загружаются процедуры, хранящиеся на диске.

Все устройства в системе МИСС разбиты на несколько классов по методу доступа (устройства прямого и последовательного доступа) и кругу пользования (устройства общего и ограниченного пользования). К устройствам прямого доступа возможно параллельное обращение нескольких процессов и к ним в системе организованы очереди ожидания. Устройства последовательного доступа очередей не имеют и, если устройство занято, то на терминал выводится диагностическое сообщение. К устройствам общего пользования относятся устройства, не требующие непосредственного контакта с пользователем. К таким устройствам можно обращаться со всех терминалов. Доступ к устройствам ограниченного пользования возможен только с терминалов, расположенных в непосредственной близости от них. Эти устройства распределяются по группам терминалов на этапе генерации системы.

После запуска системы все терминалы находятся в состоянии готовности. При любой попытке работы с терминалом активизируется соответствующий процесс, то есть, число процессов в системе соответствует числу активных терминалов. Между процессами существует только информационная связь, используемая для передачи сообщений на терминал. При выполнении процессов система МИСС обеспечивает распределение ресурсов системы и синхронизацию доступа к критическим участкам системы. Для этих целей используются двоичные и общие семафоры Дейкстры. Семафор с начальным значением больше 1 используется, например, для распределения каналов связи с централизованным банком данных. Все семафоры, за исключением семафора каталогов, организованы по одинаковому принципу, описанному в /5,6/.

Семафор каталогов представляет собой вектор, длина которого равна числу каталогов в главном справочнике файловой системы МИСС. Операции над таким семафором выглядят как $P(S,K)$ и $V(S,K)$, где K - номер каталога в главном справочнике. Процесс, стоящий в очереди к семафору каталогов, также характеризуется номером каталога. При выполнении операции

$V(S,K)$ из очереди выбирается первый процесс с соответствующим номером

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Система МИСС построена по модульному принципу. Компоновка системы из перемещаемых программных модулей и настройка ее на определенную конфигурацию выполняется в ДОС М-6000 с помощью универсального перемещающего загрузчика и программы генерации. В результате генерации создается файл, который затем переписывается на системный диск МИСС. Загрузка и запуск системы осуществляется с помощью автономной программы-загрузчика. Во время запуска с диска загружается резидентная часть системы и выполняется инициализация рабочих сегментов памяти РОП.

Резидентная часть системы состоит из супервизора, драйверов устройств, системы управления файлами и реентерабельных программных модулей (текстовый редактор и т.п.). Основной управляющей программой системы МИСС является супервизор, который выполняет следующие функции:

- организует совместную работу нескольких программ,
- обеспечивает средства синхронизации процессов,
- занимается распределением ресурсов и организацией очередей к ним,
- выполняет запуск и завершение операций ввода-вывода,
- обрабатывает прерывания от устройств,
- организует службу времени,
- обеспечивает загрузку и запуск программных модулей и их сегментов,
- выполняет обработку ошибочных ситуаций,
- обеспечивает вход и выход из системы,
- обрабатывает запросы оператора.

Функционально супервизор разбит на несколько частей: супервизор прерываний, супервизор ввода-вывода, монитор, инициатор и диспетчер.

Супервизор ввода-вывода обрабатывает все программные запросы к внешним устройствам: сброс, чтение, запись, управление, занятие и освобождение. Устройство в системе характеризуется порядковым номером, логическим номером, типом и именем. Порядковый номер используется для системных обращений к устройствам, а программы работают с логическим номером. Тип устройства определяет его функциональные и технические возможности. Пользователь, работающий за терминалом, общается с устройствами только по их именам. Любая программа по имени устройства может получить его логический номер и тип.

Если устройство свободно, то супервизор ввода-вывода обращается к драйверу, обслуживающему данное устройство. При этом устройства одного типа обслуживаются одним драйвером. Если устройство или канал заняты, то запрос ставится в соответствующую очередь. После инициализации операции ввода-вывода управление передается монитору. Дальнейшую работу с устройством и завершение операции обеспечивает супервизор прерываний. Все операции при этом таймируются, и, если устройство не отвечает за определенное время, то операция прекращается, а устройство объявляется неработоспособным.

Монитор системы запускается по истечении кванта времени или перехода процесса в пассивное состояние по одной из следующих причин:

- процесс находится в очереди к устройству,
- находится в очереди к каналу,
- ожидает завершения операции ввода-вывода,
- ожидает истечения интервала времени,
- находится в очереди к семафору.

Монитор выбирает из очереди первый готовый процесс, а текущий ставит в конец очереди. Если модуль нерезидентный, то после переключения сегментов переписывается в базовую страницу его область связи. Если очередь пуста, то система переходит в состояние динамического останова - ожидания завершения операции ввода-вывода.

В качестве алгоритма планирования используется круговорот, ориентированный на цикл обслуживания /6/. Величина

кванта вычисляется при каждом обращении к монитору по следующей формуле:

$$q = \max(T/n, t)$$

где: T - гарантированный цикл обслуживания,
 n - число активных процессов, находящихся в очереди к процессору,
 t - минимальная величина кванта.

Цикл обслуживания выбирается с таким расчетом, чтобы обеспечить достаточную для данного типа задач реакцию системы. При больших загрузках системы, когда величина T/n слишком мала, чтобы уменьшить системные расходы на переключение процессов, выделяемый квант ограничивается минимальной величиной t . Хотя при этом время ответа увеличивается, но издержки на переключение остаются на одном уровне.

После запуска системы управление передается инициатору, который переводит все терминалы в состояние ожидания ввода идентификатора пользователя. Для защиты от неавторизованного доступа к файлам, хранящимся в системе, и неуполномоченного вызова системных программ используются личные пароли, которые проверяются при входе в систему. После успешного входа пользователь может получить достаточно полную информацию о возможностях системы и ее текущем состоянии.

Язык управления системы имеет форму команд, которые состоят из имени и позиционных параметров, разделенных запятыми. В командах допускается использование параметров "по умолчанию", которым присваиваются стандартные значения. Неверно набранную команду повторно вводить необязательно, для этого имеются удобные средства редактирования команд.

Диспетчер принимает очередную команду пользователя и обращается к соответствующему модулю для ее обработки. Если модуль находится на диске, то он предварительно загружается в память РОП. Во время работы модуля диспетчер обеспечивает средства получения параметров команды, загрузку процедур в область перекрытия и т.д. По нормальному или аварийному завершению модуля управление возвращается обратно к диспетче-

ру. При этом выполняется обработка ошибок, вывод диагностики, освобождение устройств, закрытие и удаление временных файлов. Работу модуля можно в любой момент приостановить, закончить или продолжить.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ФАЙЛАМИ

Внешняя память в системе МИСС используется как для хранения нерезидентных программных модулей, так и для оперативной работы с файлами данных. Вся внешняя память системы представлена в виде единого логического диска максимальной емкостью 12 мегабайт. Физически системный диск может быть разбит на 8 дисков двух типов: ЕС-5060 и Изот-1370.

При выборе структуры файловой системы кроме общих соображений, рассмотренных в /7/, учитывалась определенная ориентация системы МИСС на оперативный доступ к информации. По этим соображениям каталог системных программных модулей выделен в отдельную компоненту. Он создается в процессе генерации системы и во время работы не модифицируется. Для уменьшения времени считывания программ с диска они располагаются на диске в виде непрерывных кусков.

Файлы данных в системе МИСС идентифицируются именем пользователя, именем файла и типом. Каждый пользователь может работать только со своими файлами. Доступ к файлам другого пользователя возможен только при соответствующем значении ключа доступа к файлу. Тип определяет внутреннюю структуру файла. Например, текстовые файлы разбиты на записи переменной длины, и система обеспечивает последовательный доступ к таким записям. Прямой доступ возможен к файлу любого типа, но только на физическом уровне. Структуры файловой системы МИСС показаны на рис.1.

В процессе генерации системы на диске отводится место под главный справочник, который хранит указатели на каталоги файлов пользователей. Остальная внешняя память разбивается на блоки и распределяется динамически под каталоги пользователей, карты файлов и блоки данных. В качестве справочника свободного места на диске используется поразрядная таблица,

определяющая расположение свободных блоков. Главный справочник и таблица распределения диска во время запуска системы копируются в основную память.

Каталог пользователя создается во время входа в систему. По выходу из системы если каталог пуст, то он удаляется из главного справочника. Каталог может состоять из нескольких блоков, объединенных в цепочку. В одном блоке содержится до 18 дескрипторов файлов, в которых указаны имя файла, тип, ключ доступа, длина файла в блоках и указатель на первый блок карты файла. Карта файла, также как и каталог, может состоять из цепочки блоков. В одном блоке карты файла содержится до 63 указателей на сегменты непрерывных блоков данных. Во время работы любого программного модуля в памяти РОП отводится место под один блок каталога и два блока карт открытых файлов. Таблица открытых файлов содержится в основной памяти.

Все модули файловой системы реентерабельны и позволяют параллельную работу с одним или несколькими каталогами. Для синхронизации доступа к каталогам используются описанные выше семафоры. Такая организация файловой системы позволяет эффективно использовать внешнюю память и минимизировать время доступа к файлу и число обращений к диску для большинства применений.

ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ МИСС

С точки зрения пользователя возможности системы представлены в виде набора команд. Реализованные команды системы МИСС ориентированы, в основном, на работу с текстами, но, так как система легко расширяема, она может быть дополнена различными программными модулями, работающими в интерактивном режиме. При существующем на данный момент наборе команд пользователь может:

- получить список доступных команд и подробное описание каждой команды,
- получить информацию об устройствах, доступных с данного

терминала,

- посмотреть текущее состояние системы,
- передать сообщение другому пользователю,
- создать пустой текстовый файл для подготовки,
- посмотреть список файлов в каталоге пользователя,
- удалить файл из каталога,
- вызвать текстовый редактор,
- подготовить библиотеку макроопераций редактирования с использованием структурированных языковых средств,
- подготовить текстовый файл для печати (оформить абзацы с использованием автоматического переноса слов),
- напечатать текст с автоматическим разбиением и нумерацией страниц,
- вывести файл на перфоленду и ввести с перфоленды,
- выполнить контекстную выборку файла,
- скопировать свой файл или файл другого пользователя,
- выполнить операции с банком данных: прочесть файл, записать, удалить, передать задание в пакет и т.п.,
- выполнить арифметические действия.

Бесшумные и достаточно быстрые алфавитно-цифровые дисплеи позволили перейти от традиционного построчного редактирования к более удобному и естественному процессу - перемещению подсвечиваемого указателя в определенное место файла и последующей замены, вставки или удаления символа или строки. Указатель можно перемещать по файлу в любом направлении построчно, по кадрам или указывая номер нужной строки или ее контекст. Программная интерпретация функциональной клавиатуры позволяет получить массу дополнительных возможностей: от самых простых, как движение по предварительно размеченному табулятору или размножение и наложение строк, до максимально сложных, заготавливаемых в виде макросов самим пользователем.

(Данный текст подготовлен в системе МИСС.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.Г.Кузьминок, А.И.Магид, В.А.Паньков. Система автоматизированной подготовки данных СПД-9000.- "Приборы и системы управления", 1976, №5.
2. В.Н.Шувалов. МИСС - многотерминальная система с разделением времени для подготовки и редактирования текстов. - Препринт ИЯФ 78-60, Новосибирск, 1978.
3. В.А.Сидоров, В.Л.Сысолетин, В.Н.Шувалов. Программное обеспечение системы РАДИУС. - "Управляющие системы и машины", 1978, №1.
4. Ж.Бертэн, М.Риту, Ж.Ружие. Работа ЭВМ с разделением времени. - Изд. "Наука", Москва, 1972.
5. Э.Дейкстра. Взаимодействие последовательных процессов.- В книге "Языки программирования", изд. "Мир", Москва, 1972, стр. 9-86.
6. Д.Цикритвис, Ф.Бернстайн. Операционные системы. - Изд. "Мир", Москва, 1977.
7. С.Мэдник, Дж.Донован. Операционные системы. - Изд. "Мир", Москва, 1978.

ГЛАВНЫЙ СПРАВОЧНИК

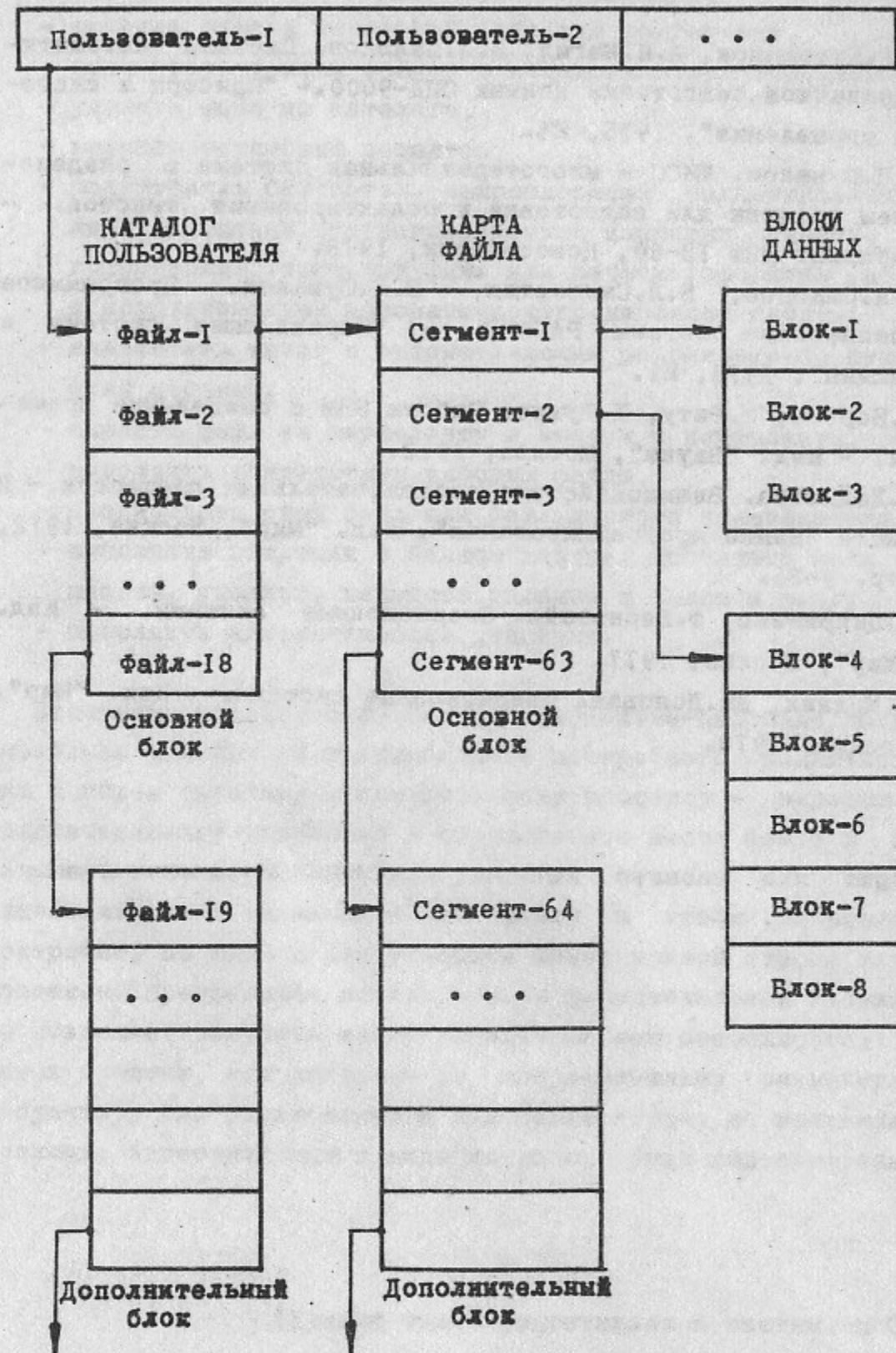


Рис.1. Структуры файловой системы МИСС

Работа поступила - 12 февраля 1981 г.

Ответственный за выпуск - С.Г.Попов
 Подписано к печати 27.11-1981 г. МН 05992
 Усл.0,8 печ.л., 0,6 учетно-изд.л.
 Тираж 200 экз. Бесплатно
 Заказ № 24.

Отпечатано на ротатристе ИЯФ СО АН СССР