

Provided for non-commercial research and educational use.  
Not for reproduction, distribution or commercial use.

# Serdica

Bulgariacae mathematicae  
publicationes

---

# Сердика

Българско математическо  
списание

---

The attached copy is furnished for non-commercial research and education use only.  
Authors are permitted to post this version of the article to their personal websites or institutional repositories and to share with other researchers in the form of electronic reprints.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to third party websites are prohibited.

For further information on  
Serdica Bulgaricae Mathematicae Publicationes  
and its new series Serdica Mathematical Journal  
visit the website of the journal <http://www.math.bas.bg/~serdica>  
or contact: Editorial Office  
Serdica Mathematical Journal  
Institute of Mathematics and Informatics  
Bulgarian Academy of Sciences  
Telephone: (+359-2)9792818, FAX:(+359-2)971-36-49  
e-mail: [serdica@math.bas.bg](mailto:serdica@math.bas.bg)

## ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СИСТЕМА МИД-2

ПЕТР Х. БАРНЕВ

Рассматриваются общие принципы диспетчерской системы МИД-2, ее структура и функционирование. Приводятся результаты анализа эксплуатации системы.

Диспетчерская система МИД-2 представляет собой программную систему, созданную с целью повышения производительности ЭВМ *Минск-2*, упрощения деятельности эксплуатационного персонала, облегчения работы пользователей при отладке и выполнении программ и сокращении времени подготовки программистов, операторов и перфораторов.

Система МИД-2 создана в 1967 году в Математическом институте с Вычислительным центром Болгарской АН и эксплуатировалась в 1968 — 1972 гг. Автору неизвестно создание аналогичных систем для ЭВМ *Минск-2*.

Проект системы МИД-2 создан автором. Автор руководил коллективом, которой разработал, внедрил и сопровождал систему.

Итак, эта публикация относится к системе, которая создана более десяти лет тому назад и сейчас не эксплуатируется. Несмотря на это автор считает, что система имеет не только историческое значение — ряд ее особенностей имеют оригинальный характер, представляющих интерес для специалистов.

**1. Характерные особенности ЭВМ *Минск-2* и ее математического обеспечения.** Комплектовка машины *Минск-2*, для которой была реализована система *МИД-2*, включает центральный процессор с оперативной памятью объемом 8К 37-ми разрядных ячеек, внешнюю память, состоящую из 4 механизмов для адресируемых по ячейкам магнитных лент, каждая объемом 128К ячеек, устройство ввода с 5-дорожковой перфолентой со скоростью ввода — 800 символов в секунду, два устройства вывода на перфоленту со скоростью вывода 20 символов в секунду и устройство строчной печати цифровой информации БПМ-20 — каждая строка соответствует содержанию одной ячейки памяти; скорость вывода — 20 строк в секунду. В конце 1972 г. к машине было подключено устройство линейной печати алфавитно-цифровой информации.

Скорость выполнения команд в среднем — 5000 команд в секунду, а скорость обмена с внешней памятью — 2,5К ячеек в секунду. Устройство ввода имеет протяжки со сложной конструкцией, что требует специальной подготовки концов перфолент и продолжительные манипуляции при их установке. Позже устройства ввода и вывода перфолент были заменены устройствами типа *FACIT*. Установка перфолент на устройство ввода стала намного проще и быстрее, а скорость вывода перфолент увеличилась в несколько раз.

Система прерывания *Минск-2* развита слабо. Она реагирует только при освобождении устройства вывода. Аппаратные средства защиты памяти не

предусмотрены. При возникновении аварийных ситуаций (неправильный обмен с внешней памятью, выполнение недопустимых команд, переполнение разрядной сетки и др.) процессор останавливается, а в некоторых случаях операция обмена с магнитными лентами выполняется неограниченное число раз.

Более детальные и точные сведения о *Минск-32* даны в [6].

Плохо сбалансированные возможности аппаратуры *Минск-2* и, в частности, неудобные и медленно работающие периферийные устройства и связанные с этим ручные операции являются серьезной помехой для полноценного использования производительности процессора.

Для нужд системы МИД-2 З. Заревым и В. Василевым были созданы внутренние часы простого типа. Часы представляют собой расширение системы прерывания по новой причине — прерывание по истечению каждой минуты. Наличие внутренних часов обеспечивает возможность автоматического выхода из бесконечных циклов.

Математическое обеспечение ЭВМ *Минск-2*, представляемое в то время заводом-производителем, включало только библиотеку из нескольких десятков стандартных подпрограмм и соответствующую расстановочную программу [7]. В СССР и в некоторых других социалистических странах проводились работы по реализации трансляторов с языка *АЛГОЛ-60* и с некоторых других алгоритмических языков [9—13]. Эти трансляторы разрабатывались изолированно, не имея в виду их включение в некоторую операционную систему.

В Математическом институте Болгарской АН в 1965 г. был создан транслятор с языка *МИКОД* [8], а в 1966 была реализована и внедрена (с 26 сентября 1966 г.) полуавтоматическая диспетчерская система МИД-1 [14].

Система МИД-1 была предназначена для частичной автоматизации работы оператора на пульте машины, для обеспечения надежного ввода информации и для облегчения работы программистов. Основные особенности системы МИД-1 были следующие: применение специального формального языка, при помощи которого программисты сообщали оператору свои задания; использование мнемонических индикаций на пульте машины для обеспечения быстрой реакции оператора; обеспечение надежного ввода информации путем двойной перфорации и сравнение двух экземпляров при помощи машины; организация своеобразной базы данных и программ для сохранения введенной информации на внешней памяти; автоматическая отчетность проводимых работ и выдача ежедневных и ежемесячных отчетов; применение специальной компилирующей системы для использования библиотеки стандартных подпрограмм.

Математическое обеспечение *Минск-2* в то время отличалось изолированностью отдельных разработок, незначительной автоматизацией при эксплуатации машины, активное использование пульта для ручных манипуляций.

Все эти обстоятельства вносили серьезные затруднения при эксплуатации *Минск-2*. Автоматизированная система для эксплуатации машины не была создана ни заводом-производителем, ни в других организациях. В некоторых странах были созданы только системы с ограниченным назначением — обслуживанием определенного транслятора и библиотеки программ, связанных с ним.

**2. Анализ деятельности при эксплуатации машины *Минск-2*.** Проектирование системы математического обеспечения для данной ЭВМ требует тщательного анализа возможностей машины и всех работ, связанных с ее

эксплуатацией и обслуживанием. Без проведения анализа и без учета сделанных выводов разработка практически полезной системы немислима.

Для каждой ЭВМ характерно то, что она имеет множество пользователей.



Рис. 1

К услугам пользователей ЭВМ *Минск-2* предоставляются две категории лиц — перфораторы и операторы. Перфораторы получают бланки с подготовленной пользователями информацией и переносят эту информацию на перфоленты. Операторы получают перфоленты и соответствующие инструкции и заботятся о выполнении программ пользователей.

Деятельность пользователя при решении данной задачи показана схематично на рис. 1.

Обозначенный на рисунке обмен информацией, как правило, проводится многократно, при решении одной задачи. Это связано главным образом со следующими тремя обстоятельствами: допущением ошибок при оформлении; неправильной перфорацией; решением различных вариантов задачи.

Суть работы с перфолентой требует, чтобы исправление ошибок производилось при помощи новой перфоленты, т. е. для ввода скорректированной информации необходим ввод первоначальной перфоленты и перфоленты с коррекциями. Новые ошибки требуют новых перфолент и т. д. При каждом выполнении программы необходимо передавать оператору соответствующие перфоленты и инструкцию, определяющую порядок ввода перфолент и необходимые ручные манипуляции в связи с выполнением программы. Такие манипуляции обычно связаны с внесением с пульта изменений программы данных и с наблюдением значений некоторых переменных в данный момент.

Итак, пользователь вынужден организовать собственный архив перфолент непрерывно общаться с перфораторами и операторами, организовать и

Таблица 1

Баланс машинного времени в процентах (без простоев по техническим и организационным причинам)

	РП	МИД-2
1. Простои центрального процессора из-за:		
1.1. Ручных манипуляций на пульте	15	5
1.2. Установки перфолент на устройство ввода	10	—
1.3. Непараллельной работы центрального процессора и устройство вывода	5	—
Итого	30	5
2. Бесплезная (неэффективная) работа центрального процессора из-за:		
2.1. Ошибок при подготовке данных	20	—
2.2. Ошибок программиста	25	15
2.3. Ошибок оператора	5	—
2.4. Сервисное время (включительно для трансляции и для обмена с магнитными лентами)	5	25
Итого	55	40
3. Полезная работа центрального процессора	15	55

Примечание. Время установки перфолент (см. 1.2) уменьшилось в несколько раз после замены устройства ввода более совершенным.

следить за движением бланков, перфолент, инструкций и результатов, связанных с решением задачи.

Так как общение с оператором при помощи инструкций создает пользователю ряд неудобств, то он стремится работать в непосредственном контакте с оператором, находясь в машинном зале, или даже выполнять самостоятельно необходимую операторскую работу. Таким образом, пользователь может заниматься несвойственной ему деятельностью, что приводит к неэффективному использованию машины.

Плохо сбалансированные возможности аппаратуры и математического обеспечения ЭВМ *Минск-2* приводили к неполноценному использованию машинного времени и удлинляли сроки решения задач.

В таблице 1 даны некоторые результаты исследований расхода машинного времени ЭВМ *Минск-2* в Математическом институте Болгарской АН. В графе „РП“ приводятся данные, относящиеся к периоду, когда программирование проводилось на машинном языке с использованием *Расстановочной программы*, а выполненным программ управляет оператор. В графе „МИД-2“ таблицы приводятся соответствующие данные работы *Минск-2* с использованием системы МИД-2. Простои по техническим причинам или из-за нехватки работ в таблице не учтены.

Основной причиной неэффективной эксплуатации машины в этот период было не отсутствие трансляторов, а неимение автоматизированной системы для управления эксплуатацией машины и, в частности, для облегчения работы операторов особенно в связи с вводом перфолент и внесением изменений в информации.

**3. Основные принципы системы МИД-2.** При проектировании системы МИД-2 были поставлены следующие цели:

- повысить производительность машины *Минск-2* без внесения существенных изменений аппаратуры;
- сократить сроки для решений отдельных задач.

Из-за относительно высокой цены и недостаточности вычислительной техники первая цель пользовалась приоритетом.

Проведенные исследования выявили как определяющие следующие принципы:

- а) сведение до минимума простоев центрального процессора машины;
- б) осуществление строгого отчета проводимых на машине работ;
- в) освобождение пользователей от забот, связанных с сохранением и манипулированием перфолентами;
- г) избежание многократного ввода одной и той же информации;
- д) создание средств, облегчающих оформление данных и внесение коррекций;
- е) обеспечение надежного переноса информации пользователя в память машины;
- ж) создание средств, облегчающих составление программ, нахождение и исправление ошибок.

При проектировании системы были приняты следующие решения.

I. Обеспечение непрерывной работы центрального процессора машины путем:

- автоматического перехода к выполнению очередной программы;
- включения фоновой программы, которая выполняется, когда нет других задач;
- обеспечения параллельной работы устройства печати и центрального процессора, включая случаи, когда центральный процессор закончил работу по данной программе, но соответствующие результаты еще не выведены полностью;
- устранения вмешательства оператора в работу центрального процессора; исключение допускается только при возникновении аварийных ситуаций, при которых невозможно среагировать программным путем.

II. Внесение приоритетности выполняемых системой работ в следующем порядке:

- ввод информации;
- выполнение программ, требующих машинного времени не больше определенного порога;
- выполнение программ, требующих машинного времени больше определенного порога;
- выполнение фоновой программы.

Выполнение сервисных программ (для отчета, контроля и т. д.) происходит при требовании оператора.

Выполнение определенной работы начинается после окончания работы процессора по предыдущей деятельности. Исключение составляет фоновая программа, работа которой прерывается запросом на выполнение любой другой деятельности. Программы одной приоритетной группы выполняются по очереди (см. [4]).

III. Автоматизация работы пользователей с информацией путем:

- организации потребительского архива для каждой задачи на внешней памяти;
- внесения информации в архив однократным вводом перфолент по принципу накопления;
- использования специальных языков для оформления вводимой информации и для задания необходимых действий с архивом;

— предоставления всех забот по переносу на внешнюю память информации с бланков потребителей (включая и исправления ошибок перфорации) техническому персоналу.

IV. Обеспечении высокой надежности системы при помощи:

— введения обязательной двойной перфорации вводимой информации, причем два экземпляра перфорируют разные лица на разных аппаратах; после этого идентичность информации контролируется программным путем самой машиной;

— исключения возможных ошибок со стороны оператора путем упрощения и резкого уменьшения ручных манипуляций и снабжения носителей информации (перфолент, магнитных лент, бумаги на устройстве печати) идентифицирующими символами;

— контролируемого обмена с внешней памятью машины во время выполнения программ пользователей при помощи специальной стандартной программы;

— хранения дубликатов архива задач и сервисного архива.

V. Автоматический сбор и выдача на печать информации о выполняемых работах и о расходе машинного времени с целью обеспечения своевременной и точной информации, необходимой для эффективного управления эксплуатацией машины и облегчения отчетной деятельности персонала по эксплуатации.

VI. Введение языка символического программирования, как самого низшего доступного для программистов уровня, путем:

— разработки языка и соответствующего транслятора;

— запрещения ввода и выполнения программ на машинном языке;

— запрещения получения листингов транслируемых на машинный язык программ;

— разработки средств проверки программ на уровне символического языка.

VII. Разработка подходящих библиотек стандартных подпрограмм и проблемно-ориентированных стандартных программ и соответствующих систем для использования этих библиотек.

В связи с принятыми при проектировании системы решениями отметим следующее:

— Система МИД-2 проектировалась с целью обеспечить высокую пропускную способность машины *Минск-2*. Поэтому параметры системы ухудшаются, если поток задач является недостаточным для обеспечения нагрузки машины.

— Для обеспечения защиты определенного участка оперативной памяти, предназначенного для резидента системы, было необходимо запретить использование машинного языка.

— Система МИД-2 была рассчитана на использование алгоритмических языков, имея в виду разрабатываемые в других странах трансляторы. Однако оказалось, что эти трансляторы требуют ручных манипуляций с пульта машины и имеют другие особенности, несовместимые с принципами системы МИД-2.

— Увеличение времени работы центрального процессора повышает пропускную способность машины и приводит к сокращению сроков решения задач. Существенную роль для сокращения сроков имеет то обстоятельство, что пользователи освобождены от второстепенных деятельностей по

вводу информации и исправлению ошибок, которые допустил обслуживающий персонал.

— Выгоднее перфорировать ленты в двух экземплярах и сравнивать их при помощи машины, чем перфорировать однократно и сравнивать отпечаток перфорированного материала с оригиналом. Двухкратная перфорация отнимает меньше времени и увеличивает надежность проверки и ввода.

— Несмотря на отсутствие подходящих аппаратных возможностей, МИД-2 фактически представляет собой в определенном смысле систему для многопрограммной работы, так как она обслуживает одновременно множество пользователей в соответствии с приоритетами их программ. Как было отмечено, система МИД-2 допускает печать результатов одной программы во время выполнения другой программы. При этом система МИД-2 управляет обслуживанием программ до полного окончания работ по соответствующим задачам — отладка, внесение изменений в программы, многократное выполнение в связи с разными вариантами и т. д.

— Разделение программ в двух приоритетных группах при подходящем выборе порогового времени дает преимущество отладки программ перед их выполнением и способствует тому, чтобы выполнение программ, требующее длительного времени, было сдвинуто в ночную смену.

— Приоритетность ввода информации перед выполнением программ следует из обстоятельства, что повторное выполнение данной программы возможно только после внесения некоторых изменений в программу или в ее начальные данные. Частота ввода информации превышает частоту выполнения программ из-за допускаемых ошибок при перфорации.

Отметим, что в системе МИД-2 перфоленты играют роль только кратковременных промежуточных носителей информации. Пользователь полностью может игнорировать их существование.

#### 4. Общая структура и функционирование системы МИД-2.

Система МИД-2 состоит из взаимосвязанных системных программ, средства общения с этими программами и технологии их эксплуатации.

Общая структура системы МИД-2 и ее связи с машиной *Минск-2*, с пользователями, с перфораторами и с операторами, даны схематично на рис. 2.

Система МИД-2 состоит из *информационного архива* и из трех подсистем: *системы ввода*, *системы программирования* и *операционной системы* и представляет собой промежуточное звено между центральным процессором и внешней памятью машины *Минск-2*, с одной стороны, и периферийными устройствами (ввод с перфоленты, вывод на перфоленту, печать и пульт управления), с другой стороны. Таким образом, МИД-2, вписывается в машину *Минск-2*. Получается вычислительный комплекс, который предоставляет лучшие возможности потребителям, чем сама машина.

Для каждой решаемой задачи, на весь период ее решения, во внешней памяти машины создается соответственный *архив*, включающий программу и необходимые поля для данных и результатов. Архив задачи состоит из одной или нескольких (не больше 15) зон (групп из 1024 ячеек). Каждый пользователь присваивает зонам свои номера. Система устанавливает соответствие с физическими номерами зон (допускаются до 256 физических зон). Информационный архив системы расположен полностью во внешней памяти машины и состоит из двух частей: архива задач (архив пользователей) и системного архива.



Для архива задач пользуются лентопротяжки № 0 и 2. Системный архив занимает лентопротяжку № 1. Лентопротяжка № 3 предназначена для рабочей магнитной ленты.

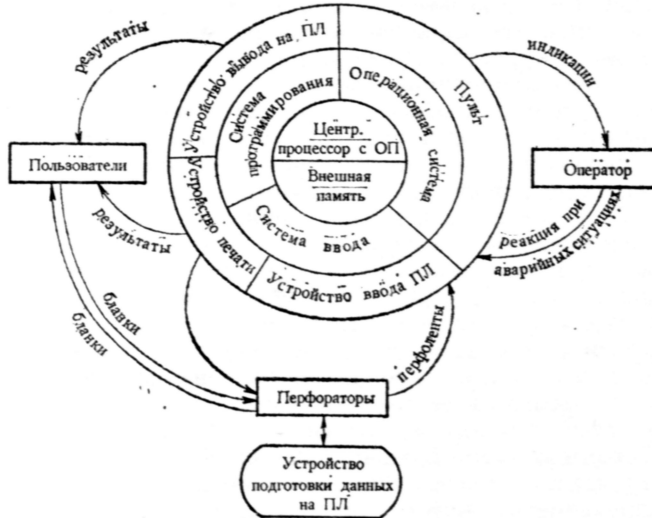


Рис. 2

Системный архив генерируется при помощи 22 перфолент и включает системные программы и переменную часть, в которой сохраняются сведения о состоянии системы и решаемых задач.

Для обеспечения надежности архивы периодически дублируются. Оба экземпляра системного архива доступны во время работы машины. При сбое магнитной ленты или несовпадении контрольных сумм в одном экземпляре система автоматически восстанавливает его, пользуясь другим экземпляром.

В систему вводится информация для каждой задачи: номер задачи, максимальный срок ее решения (до 15 недель), необходимое число зон. Программа занимает одну или несколько последовательных зон. Номер начальной зоны программы должен быть 0.

В одной зоне можно сохранять также один массив текстовой информации или несколько одномерных числовых массивов. Двумерные числовые массивы (матрицы) занимают одну из нескольких последовательных зон. Все эти массивы называются *внешними*.

Во внешних массивах можно вводить информацию через системы ввода и записывать результаты, получаемые во время выполнения программы, и пользоваться этой информацией. Таким образом в систему МИД-2 вводится своеобразная виртуальная память.

Система ввода обеспечивает адекватный перенос информации с бланков пользователя во внешнюю память машины и дает возможность быстро и удобно вносить исправления и изменения в архиве. При этом поль-

зователь в значительной степени независим от физического расположения и представления информации в машине.

Информация в одной зоне должна быть одноформатной. В системе допускаются три формата.

Формат № 1 предназначен для построчной текстовой (символической) информации и применяется при вводе программ и текстовых данных. Каждая строка идентифицируется своим номером. Допускается замена, удаление, вставка строк и добавления новых строк в конце текста. Для удобства при перфорации введен специальный символ „ошибка“, который означает, что перфорированная до этого символа информация в данной строке недействительна. Если информация о данной строке встречается нескольких раз, то актуальным считается последнее содержимое строки.

Формат № 2 предназначен для записи одного или нескольких одномерных внешних числовых массивов в одной зоне. В зависимости от формы представления чисел допускаются четыре типа таких массивов: *двоичные* (в соответствии с кодом машины), *целые десятичные*, *десятичные с фиксированной запятой* (не имеющие целой части) и *реальные* — произвольные десятичные, в том числе с десятичным порядком. Каждый массив задается через описание, включающее номер массива, максимальное количество элементов, тип элементов и возможное указание о начальном аннулировании значений всех элементов. После описания следуют значения элементов массива. Каждый элемент имеет свой порядковый номер. Необходимо указывать номера элементов только при нарушении их естественного порядка. Допускается введение в данную зону новых внешних массивов или удаление существующих, изменение длины массивов, аннулирование всех элементов данного массива и присваивание значения отдельным элементам. Рассмотрены средства для исправления замеченных ошибок.

Формат № 3 предназначен для ввода внешних двухмерных числовых массивов (матриц). Тип элементов матриц может быть одним из четырех допустимых в формате № 2. Элементы матрицы записываются на бланках в общепринятом двухмерном виде. Допускаются три вида представлений матриц в машине: *по строкам*, *по столбцам* и *по столбцам в сжатом виде* (с опусканием нулевых элементов). Матрицы снабжаются соответствующим описанием. Исправление ошибок производится аналогично формату № 2.

Ввод информации осуществляется следующим образом. Пользователь передает на перфорацию комплект бланков по его задаче, содержащий полностью программу и данные, по которым программа должна выполняться. Информация на бланках должна быть записана в соответствии с требованиями форматных языков. Вся информация перфорируется два раза независимо друг от друга. Для облегчения при перфорации допускается, чтобы информация по одной задаче была перфорирована на нескольких перфолентах, а также, чтобы перфорация на одной перфоленте содержала информацию по различным задачам. Это дает возможность организовать оптимально перфорационные работы. Подготовленную партию перфолент, включающую полностью двукратно перфорированную информацию по одной или группе задач, передается для ввода. Перфоленты партии ставятся по очереди (в любом порядке) на вводное устройство. При первой возможности система МИД-2 вводит поставленную перфоленту и после соответствующего редактирования и перекодировки информации (включительно перевода чисел в двоичную систему) сохраняет ее до поступления второго экземпляра той же инфор-

мации. После этого оба экземпляра сравниваются, корректные данные записываются во внешнюю память, а замеченные несовпадения выводятся в подходящей форме через БПМ на печать. Перфораторы, пользуясь этими индикациями и находящимися у них бланками, снова перфорируют в двух экземплярах неправильно подготовленные части информации. Эти исправления вводятся и обрабатываются системой ввода таким же способом, как и первоначальная информация. Этот процесс продолжается до полного устранения всех ошибок. То обстоятельство, что информация по данной задаче полностью и безошибочно переносится с бланков во внешнюю память машины, служит сигналом операционной системе, что задача готова к выполнению). Одновременно перфораторы возвращают бланки пользователю, и он может быть уверен, что все, что написано на этих бланках, адекватно отражено в машине.

Проводимый системой ввода анализ облегчает нахождение допущенных ошибок при заполнении бланков и при перфорации. Система ввода дает возможность перфораторам легко исправлять допущенные ошибки, замеченные до окончания перфорации или позже.

Реализация системы ввода включает управляющую программу и три программы, соответствующие трем форматам.

К системе ввода относятся и служебные программы для вывода программ на языке символического программирования на перфоленту (через устройство вывода на перфоленту ПФ2) и на печать (через ПФ2 и телетайп). При выводе на перфоленту программе присваивается номер, и перфолента оформляется в соответствии с требованиями формата № 1 так, чтобы при желании пользователя с этой перфоленты можно было повторно ввести программу в систему.

Система программирования включает язык символического программирования (типа „ассемблер“) и соответствующий транслятор [1], библиотеку стандартных подпрограмм и компилирующую систему МИКС [2] для их использования, служебные программы „Посредник“, „Блок-схема“ [3] и „Прокрутка“.

Программа на языке символического программирования состоит из одной или нескольких глав (не более десяти). В каждой главе дается описание локальных массивов.

В глобальном описании программы задаются глобальные переменные и массивы, число глав в программе, максимальное время ее выполнения и актуальные служебные метки. Некоторые операторы могут быть отмечены служебными метками. Они выполняются только если соответствующие метки объявлены актуальными. Допускается отмечать различные операторы одной служебной меткой. Применение служебных меток удобно для отладки программ.

Транслятор — однопроходной. Трансляция проводится перед каждым выполнением программы. Информация о замеченных ошибках выводится на перфоленту и печатается на телетайпе. При переводе транслятор создает таблицу соответствия номеров операторов и адресов соответствующих машинных команд. Эта таблица хранится во внешней памяти и используется для индикации аварийных ситуаций при выполнении программы. Индикации выдаются на уровне языка символического программирования. При выполнении транслированной программы в данный момент в оперативной памяти находится только одна глава.

Библиотека стандартных подпрограмм включает около 40 подпрограмм — в основном оригинально изготовленных. Отметим особо стандартную подпрограмму *СП-О* для обмена информации с магнитными лентами. Такой обмен доступен пользователям только при помощи этой подпрограммы. Таким образом обеспечивается защита резидентной части системы МИД-2 в оперативной памяти и информационного архива системы.

Специальная стандартная подпрограмма (*СП-61*) для фиксации и восстановления рабочих ячеек обеспечивает возможность обращаться к стандартным подпрограммам в нестандартных блоках.

Вывод информации возможен только с использованием специального набора стандартных подпрограмм.

Программы *„Блок-схема“* и *„Прокрутка“* предназначены для отладки программ. Программа *„Блок-схема“* [3] дает возможность вывести блок-схему, отражающую логическую структуру данной программы на языке символического программирования. Стандартная подпрограмма *„Прокрутка“* позволяет проследить ход выполнения программы.

Программа *„Посредник“* работает перед трансляцией и создает каталог всех внешних массивов, использованных в программе.

Операционная система [4] управляет автоматической работой системы МИД-2, организацией приема входного потока информации и взаимодействием системы ввода, системы программирования и программы *„тест“*, *„отчет“* и *„перезапись“* [5].

Операционная система обслуживает одновременно до 128 задач. Она регистрирует поступающие задачи, закрывает задачи с истекшим сроком пребывания в системе.

Машина, управляемая системой МИД-2, работает непрерывно. Приоритетом пользуется система ввода. Если нет работы для этой системы, выполняются программы пользователей, требующие не более 20 минут машинного времени, а при отсутствии таких программ — остальные программы. При отсутствии другой работы выполняется фоновая задача (программа *„тест“*). Останов происходит только при появлении аварийных ситуаций. Запуск системы в этом случае осуществляет оператор, руководствуясь соответствующей инструкцией при помощи ключей на пульте. Оператор может прервать работу машины и выполнить программу *„отчет“* (обычно это делается еженедельно) или программу *„перезапись“*. Программа *„отчет“* выдает на печать: сведение о проделанной работе после последнего выполнения той же программы, справки о всех задачах с истекшим сроком решения (эти задачи исключаются из системы) и сигнализирующую информацию о задачах, которые будут исключены при следующем отчете). Программа *„перезапись“* проверяет исправность архива и производит его дублирование.

Операционная система управляет параллельной работой процессора и устройства печати, пользуясь буфером из 256 ячеек.

Резидентная часть операционной системы в оперативной памяти занимают всего 192 ячеек и отведенные для буфера 256 ячеек.

Операционная система пользуется в своей работе *каталогом задач*. В этом каталоге для каждой включенной в систему задачи отводится по 8 ячеек. Структура каталога дана на рис. 3, где:

а — признак того, что задача включена в систему до начала текущей недели;



Таблица 2

## Информация о работе системы МИД-2

Год	1968 (с 28. IX)	1969	1970	1971
Число решенных задач	116	293	256	241
Число выполненных программ	1176	4328	4300	2171
Число вводов информации	2385	7945	8130	4760
Число обращений к МЛ (в тысячах)	56	235	187	114
Число сбоев МЛ на тысячу обращений	0,00	0,03	8,2	15,5
Отношение обращений к МЛ к числу выполненных программ	23	29	23	24
Общее время работы системы (в часах)	212,33	850,50	651,87	471,50
Время для трансляции и выполнения программ (в часах)	106,52	504,22	413,08	262,57
Время для ввода информации (в часах)	31,60	146,38	100,00	88,08
Служебное время (в часах)	29,55	127,63	116,88	106,47
Время для работы тестовой задачи (в часах)	44,67	72,27	21,90	14,38
Среднее число выполненных программ по одной задаче	10,14	14,77	16,80	9,01
Среднее число вводов информации для одного выполнения программы	2,03	1,84	1,89	2,15
Среднее общее время (в часах) на одной задаче	1,83	2,90	2,55	1,96
Среднее время на одном выполнении программы (в минутах)	5,4	7,0	5,8	7,3
Среднее время на один ввод информации (в минутах)	0,79	1,11	0,74	1,11
Отношение общего времени к числу выполненных программ (в минутах)	10,8	11,8	9,1	13,0

Основной период эксплуатации системы МИД-2 — 1968—1971 г. В 1971 г. использование системы уменьшилось по причине морального износа машины *Минск-2* и получения новой вычислительной техники в институте. В 1972 г. эксплуатация системы практически прекратилась.

Предусмотренный в системе МИД-2 автоматический сбор статистических данных дает возможность легко проследить за работой системы.

В период эксплуатации системы МИД-2 были решены свыше 1000 задач и было выполнено около 15 000 программ пользователей. Несмотря на то, что основная часть решаемых на машине задач выполнялась в системе МИД-2, эксплуатация системы отнимала примерно четверть режимного фонда машинного времени. Так, например, до внедрения системы МИД-2 в 1965 г. были решены 202 задачи, а в 1966 г. — 280 задач за 2888,68 часа машинного времени, или в среднем 9,69 часа на задачу. В период работы системы МИД-2 решались около 240—300 задач, ежегодно расходуя в среднем 2—3 часа на задачу. Это сравнение показывает, что по расходу машинного времени эксплуатация машины *„Минск-2“* через систему МИД-2 оказалась примерно в 4 раза более эффективной. Вместе с тем, существенно облегчился труд программистов, операторов и перфораторов и сократился срок решения задач.

Информация о работе системы МИД-2 в период 1968—1971 г. дана в таблице 2.

Как видно из табл. 2, несмотря на очень интенсивное использование магнитных лент, в начальные годы эксплуатации системы число сбоев было

незначительным. Это число стало расти заметно из-за износа магнитных лент и лентопротяжек и в связи с ухудшенным техническим обслуживанием машины.

Отметим, что за весь период эксплуатации системы МИД-2 не был установлен неправильный перенос информации с бланков пользователей в

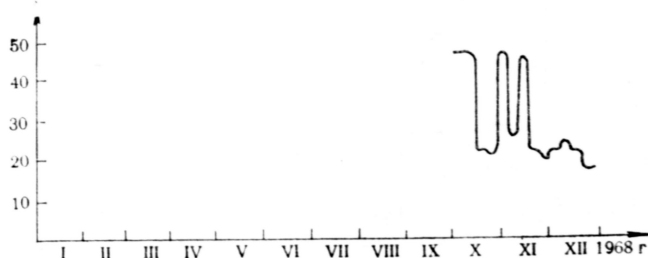


Рис. 4

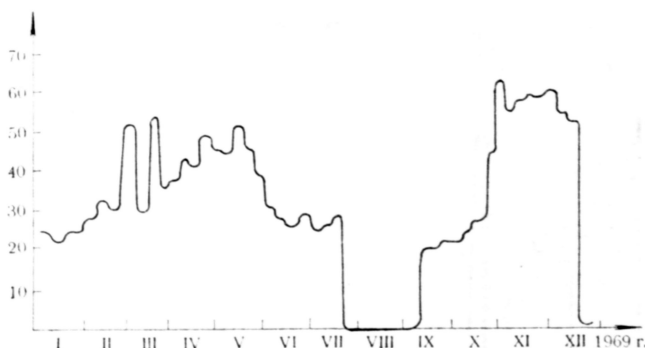


Рис. 5

память машины. Это свидетельствует о высокой надежности системы ввода.

Вариация числа задач, включенных в систему МИД-2, дана на рис. 4, 5, 6 и 7. Распределение решаемых задач по разным параметрам в период 1.04.1968 — 2.08.1969 показано на рис. 8, 9, 10, 11, 12 и 13.

В детальном проектировании системы МИД-2, кроме автора, приняли участие: М. Барнева и П. Петров (проект операционной системы), Д. Тошков (проект системы программирования), Ст. Бачваров и Д. Д. Добрев (проект системы ввода). В программной реализации участвовали П. Петров, М. Бърнева, Д. Д. Добрев, Д. Тошков, Ст. Бачваров, Т. Боянов, А. Ахегукян, М. Русева. Степень их участия отражена в отчетной документации системы.

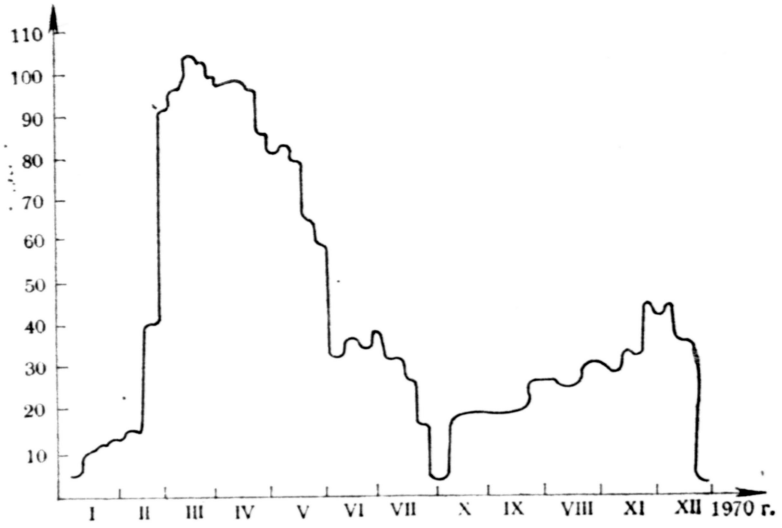


Рис. 6

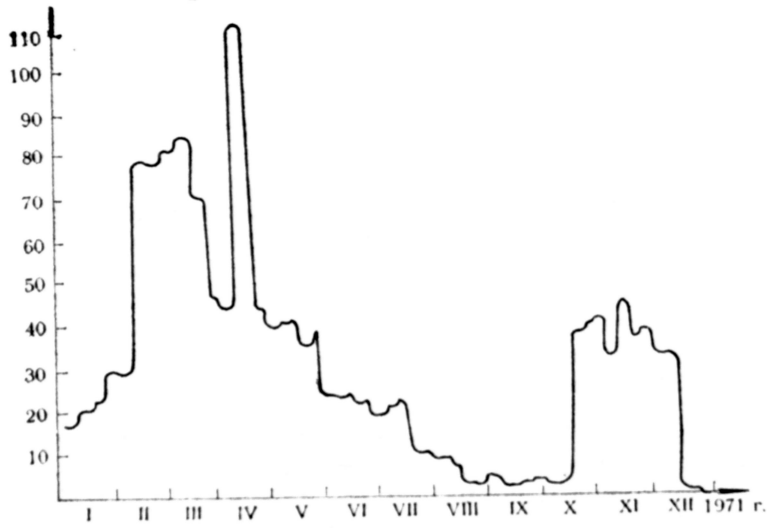


Рис. 7



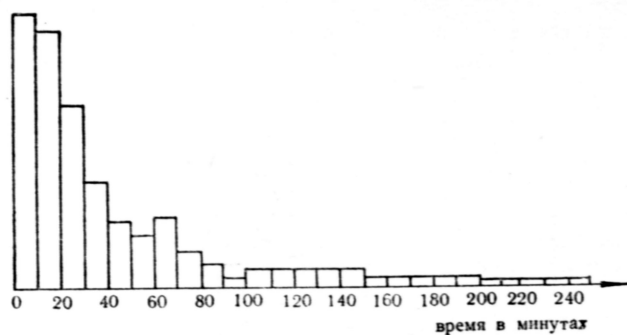


Рис. 8. Распределение задач по среднему времени потребления общего времени работы системы

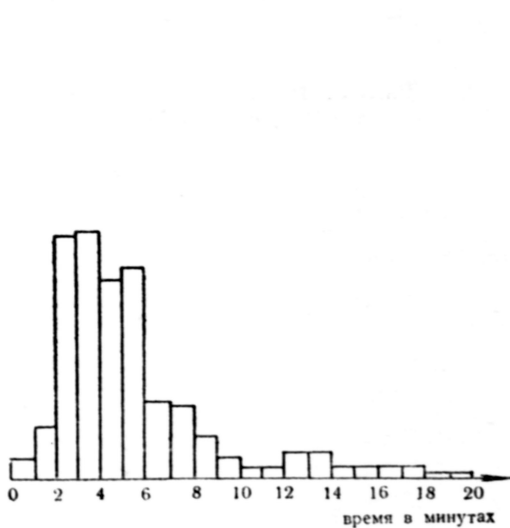


Рис. 9. Распределение задач по среднему времени однократного выполнения программы

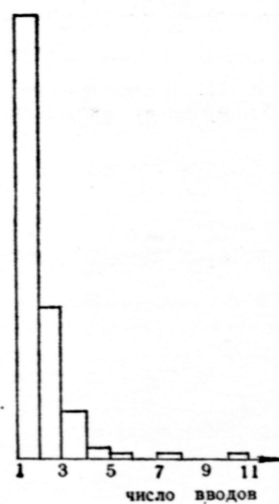


Рис. 10. Распределение задач по среднему числу вводов однократного выполнения

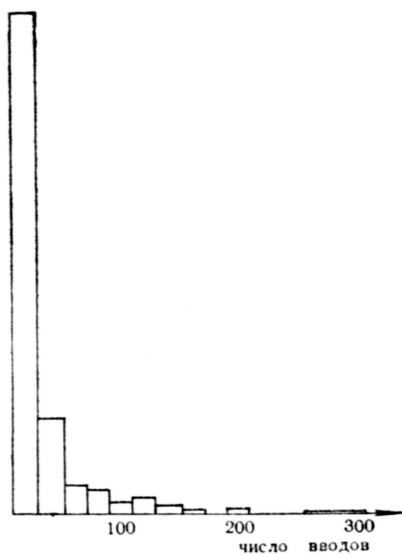


Рис. 11. Распределение задач по общему числу вводов информации

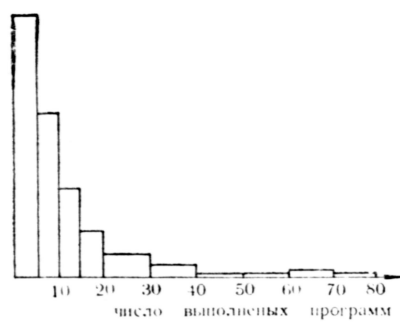


Рис. 12. Распределение задач по числу выполненных программ

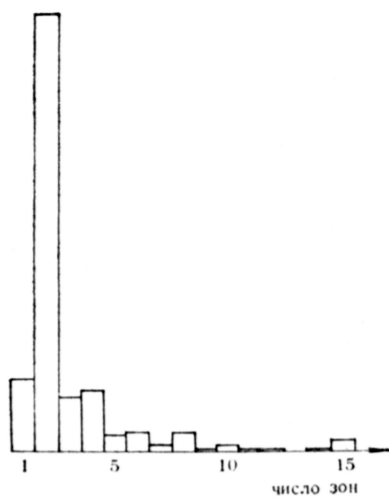


Рис. 13. Распределение задач по числу использованных зон

Автор выражает всем перечисленным коллегам свою благодарность. Автор благодарит также Д. М. Добреву за высказанные замечания в период эксплуатации системы и Л. Илиеву и Бл. Сендову за поддержку и содействие при реализации и внедрении системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. П. Бърнев, Д. Тошков. Система за символично програмиране на машината „Минск-32“. *Известия Мат. инст.*, 13, 1972, 199—210.
2. П. Бърнев, Д. Тошков. Компилирующая система МИКС для использования библиотеки стандартных программ для машины МИНСК-2. *Algorytmy*, 4, 1967, No 7, 131—134.
3. П. Бърнев, А. Ахегукян. Проверка на логическата структура на програми за АСМ „Минск-2“. *Известия Мат. инст.*, 13, 1972, 181—191.
4. П. Бърнев, М. Бърнева, П. Петров. Операционна система на МИД-2. *Известия Мат. инст.*, 15, С., 1974, 153—160.
5. П. Петров. Програми за обработка на прекъсванията и сервисни програми на системата МИД-2. *Известия Мат. инст.*, 15, 1974, 141—152.
6. Д. Богданов, П. Бърнев, В. Василев, Бл. Сендов. Електронни сметачни машини. София, 1966.
7. Библиотека стандартных программ для ЦВМ Минск-2. Москва, 1963.
8. П. Бърнев, Г. Пенчев, Д. Шишков, Р. Калтинска, М. Апостолова. Система автоматического программирования МИКОД для машины Минск-2. *Algorytmy*, 4, 1967, No 7, 127—129.
9. М. Неменман, В. Цегельский, И. Матюшевская. Автокод для решения инженерных задач на машине Минск-2. Минск, 1965.
10. С. Нисл. Autocode for scientific computation on the MINSK computer. Praha, 1966.
11. Н. Демидович, Г. Шинкевич, Н. Шкут. Трансляторы ТАМ-2 и ТАМ-22. Минск, 1967.
12. Г. Столяров, Э. Ковалевич, З. Курусь. Система символического кодирования для ЭВМ Минск-2 (22), часть I, II, III. Минск, 1967.
13. Б. Жарпел. Ассемблер для ЭВМ Минск-22. Дубна, 1969.
14. П. Бърнев, П. Петров, М. Бърнева, Д. Петрова, Д. Тошков, М. Апостолова. Диспетчерская система МИД для машины Минск-2. *Algorytmy*, 5, 1968, No 9.