

КОНТРОЛЬ

081.3
СБ94

~~Физ (инг)~~

+

Ю. Н. СОКОЛОВ, В. Я. ШИМАНСКИЙ

A-3

~~Физ (инг)~~

Хр.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ
ДЛЯ ЦВМ „МИНСК-22“ И „МИНСК-32“

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ

1974

Ю. Н. СОКОЛОВ, В. Я. ШИМАНСКИЙ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ЦВМ
„МИНСК-22” И „МИНСК-32”

Учебное пособие

Министерство обороны
1974

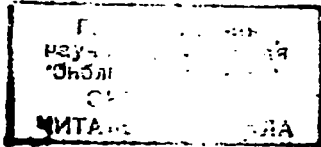
Зак. 295

В книге представлены вопросы автоматизации программирования для ЦВМ „Минск-22” и „Минск-22М” на основе использования алгоритмического языка АКИ-Т. Учебное пособие имеет целью обеспечить эффективную самостоятельную работу по изучению алгоритмического языка АКИ-Т и приобретению практических навыков программирования на этом языке как для ЦВМ „Минск-22М”, так и для ЦВМ „Минск-32” в режиме „Смесь”.

При написании учебного пособия широко использовались материалы математического обеспечения „Минск-22” в режиме Т. и библиотеки стандартных программ (БСПТ). Ряд учебных примеров заимствован из книги М. Е. Неменмана и др. „Программирование на АКИ”.

АБ/22/14

Б4
34163



~~681~~
~~059~~

74-28316a
МФ 25344-75

~~МФ 25344~~

Подписано к печати 7.06.74

Г-230

Формат бумаги 60x90¹/₁₆

Печ. л. 115/

„Для внутриведомственной продажи (цена 60 к)

Введение

Применение цифровых вычислительных машин
1) почти во всех областях деятельности человека
т перед специалистами самого широкого профиля
у овладения основными методами использования
машин. Каждая решаемая на ЦВМ задача нуждается
специальной записи алгоритма. Запись алгоритма
облемно-ориентированном алгоритмическом языке
тельно проще, чем на машинном или машинно-
тированных языках. В настоящее время разработа-
жество проблемно-ориентированных алгоритмиче-
языков, часть из которых ориентирована на конк-
е ЦВМ. Такие алгоритмические языки принято
ать автокодами.

еди пользователей ЦВМ „Минск-22“ широкое рас-
рочение получил автокод „ИНЖЕНЕР“ (АКИ),
ботанный в Минске группой авторов (И. М. Матю-
ая, М. Е. Неменман, В. И. Цагельский).

фективность использования АКИ по сравнению с
им“ программированием предопределяет необходи-
его тщательного изучения и применения для про-
ирования специальных задач. Язык АКИ благо-
простоте позволяет в короткий срок овладеть им.
гура языка АКИ хорошо согласуется с языком
ы „Минск-22“, вследствие чего достигается вы-
качество программ, составляемых транслятором.
смену ЦВМ „Минск-22“ в настоящее время при-
вая машина второго поколения „Минск-32“ -

наиболее массовая машина девятой пятилетки. Одна из особенностей этой машины заключается в том, что машина обеспечивает решение в режиме „Совместимость“ задач, для которых составлены программы для „Минск-227“. Это позволяет использовать автокод „ИНЖЕНЕР“ и на новой машине.

Г л а в а 1

СВЕДЕНИЯ О МАШИНАХ „МИНСК-22” И „МИНСК-32”, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

§ 1.1. Назначение, технические характеристики, блок-схема машины „Минск-22” и краткая характеристика ее основных устройств

Электронная цифровая вычислительная машина „Минск-22” является вычислительной машиной общего назначения. Она может быть использована в вычислительных центрах различного назначения, а также в автоматизированных системах управления (АСУ) в качестве звена управления.

ЦВМ „Минск-22” может решать широкий круг математических, логических, инженерных и планово-экономических задач.

Машина „Минск-22” имеет следующие основные технические и эксплуатационные характеристики.

Быстродействие 5-6 тыс. оп/сек

Способ представления чисел с фиксированной
и плавающей запятой

Система счисления двоичная

Разрядная сетка ячеек памяти . . . 37 двоичных
разрядов

Система команд	двухадресная
Объем оперативной памяти . . .	8192 ячейки
Накопитель на магнитной ленте	1600 тыс. ячеек
Скорость обмена информацией:	
ввод с перфоленты (фото- ввод)	800 зн/сек
ввод с перфоленты (старт- стопный механизм)	50 зн/сек
ввод с телеграфного аппара- та	7 зн/сек
ввод с перфокарт	250 карт/мин
вывод на быстродействующую печать	20 чисел/сек
вывод на перфоратор ленты	20 зн/сек
вывод на телеграфный аппа- рат	7 зн/сек
вывод на перфоратор карты	100 карт/мин
вывод на устройство печати	
УПч-22	400 строк-мин
Потребляемая мощность	10 квт
Площадь, занимаемая машиной	80 м ²
Количество обслуживающего персонала на 3 смены	9 инженеров, 6 техников-электро- механиков.

В состав машины „Минок-22“ входят следующие основные устройства:

- арифметическое устройство - АУ;
- устройство управления - УУ;
- оперативное запоминающее
 устройство на магнитных
 сердечниках - МОЗУ;
- внешнее запоминающее уст-
 ройство на магнитных лентах - НМЛ;
- устройство ввода - УВ;

- устройство выдачи результатов - УВР;
- пульт управления машиной - ПУ.

Блок-схема машины „Минск-22“ изображена на рис. 1.1.

Арифметическое устройство служит для выполнения арифметических, логических и других операций над кодами чисел, команд или буквенных символов. Арифметическое устройство состоит из сумматора (СМ) и двух регистров (Р1 и Р2). Коды, участвующие в операции, поступают в регистр Р1 и сумматор. В сумматоре выполняется операция над кодами, поступающими в АУ. Ввод информации в МОЗУ, обмен информацией между МОЗУ и НМЛ, вывод информации из машины осуществляются через Р1 или СМ. Регистр Р2 играет вспомогательную роль при выполнении операций над кодами и связей с МОЗУ не имеет. В АУ вырабатываются специальные сигналы, характеризующие результат операций: сигнал переполнения разрядной сетки машины - „АВОСТ“ (аварийный останов) и другие. Сигнал „АВОСТ“ вырабатывается, например, при делении на нуль.

Устройство управления обеспечивает автоматическую работу всех устройств машины в соответствии с заданной программой вычислений. Устройство управления имеет в своем составе счетчик адреса команд (СЧАК) и регистр дешифратора операции (РДШО). Счетчик адреса команд вырабатывает адреса выполняемых команд. Регистр дешифратора операций (РДШО) служит для хранения и расшифровки кода исполняемой операции.

Магнитное оперативное запоминающее устройство является быстродействующим внутренним запоминающим устройством машины. МОЗУ хранит программу решения задачи, исходные числа, промежуточные и окончательные результаты вычислений. Адреса МОЗУ обозначаются восьмеричными номерами от 0000 до 1777.

Накопитель на магнитной ленте является внешней памятью машины. Вся емкость НМЛ распределяется

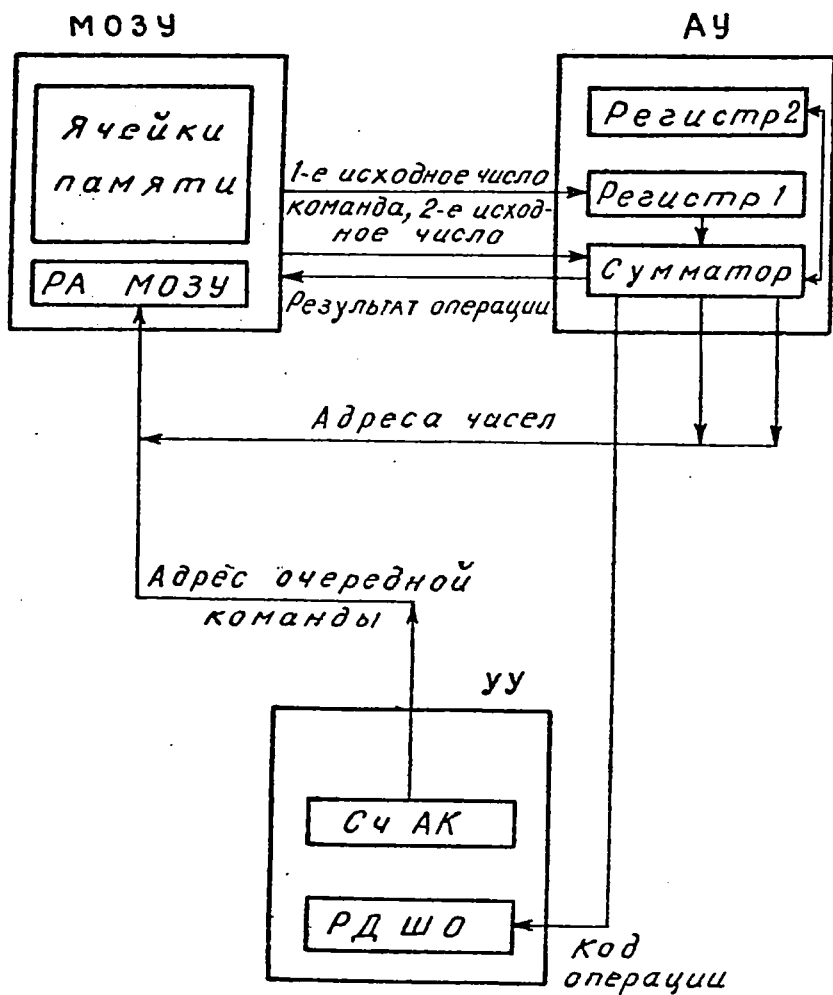


Рис. 1.1

между 16 лентами (по числу шкафов НМЛ - № 0, 1, 2, 3 и лентопротяжных механизмов - ЛПМ № 0, 1, 2, 3 в каждом шкафу). Скорость обмена информацией между МОЗУ и НМЛ - 2500 кодов в секунду. Каждая магнитная лента размечается на зоны по 2048 ячеек в каждой. Максимальное число зон на одной ленте - 52.

Устройства ввода предназначены для ввода программы и исходных данных с перфоленты или перфокарт в МОЗУ.

Ввод производится в восьмеричной и десятичной системах счисления в международном телеграфном коде М-2 и в коде перфокарт. В качестве носителя информации используются пятидорожечная телеграфная лента и 45- или 80-колонные перфокарты. Для ввода небольших массивов информации используется стартоотопный механизм ввода с перфоленты, а также ввод с клавиатуры телеграфного аппарата РТА.

Устройства выдачи результатов предназначены для выдачи на печать или перфорацию результатов вычислений. Цифровая информация может быть отпечатана на бумагу на быстродействующем печатающем механизме (БПМ), на алфавитно-цифровом печатающем устройстве (АЦПУ) и на рулонном телеграфном аппарате (РТА) или отперфорирована на телеграфную ленту или перфокарты на соответствующих устройствах перфорации. Алфавитно-цифровая информация может быть отпечатана на бумагу на АЦПУ, на РТА или отперфорирована на телеграфную ленту в международном телеграфном коде М-2 для последующей распечатки на РТА или на перфокарты в коде перфокарт. На БПМ числа печатаются в одну колонку с разрядностью не больше 13, а на АЦПУ информация может выводиться в виде таблиц при максимальном количестве алфавитно-цифровых символов в строке - 128.

Пульт управления служит для запуска машины, контроля за ходом вычислений и оперативного вмешательства в работу машины. Пульт управления имеет панель световой сигнализации и панель ручного управления.

§ 1.2. Кодирование информации

В связи с тем, что алгоритмический язык АКИ-Т использует режим Т машины „Минск-22М“, в котором изменяется запись команд и констант, необходимо рассмотреть правила записи команд и констант в режиме Т.

Ячейка памяти машины „Минск-22М“ имеет 37 двоичных разрядов, составляющих разрядную сетку (рис. 1.2). Запись команды в ячейку памяти иллюстрируется рис. 1.3. Для кода операции отводится 7 двоичных разрядов, включая знаковый. Адрес индексной ячейки занимает 4 двоичных разряда (с 7 по 10). Адресная часть команды занимает 26 двоичных разрядов (с 11 по 36). Каждый адрес записывается тринадцатью двоичными разрядами.

На бланке программы код записывается в восьмеричной системе счисления, для чего двоичные разряды разбиваются на триады справа налево в каждой из кодовых групп:

- код операции;
- индекс-адрес;
- 1-й адрес;
- 2-й адрес.

В каждой группе получается слева по одной неполной триаде, содержащей только один двоичный разряд - 0 или 1.

Если в памяти машины хранятся следующий код:
 0001100111110010101010000000101101000, то, разделив кодовые группы в команде на триады
 0 001 100 1 111 1 001 010 101 000 0 000 101 101 000
 + 1 4 1 7 1 1 2 5 0 0 0 5 5 0

получим следующую запись команды на бланке:

+	14	17	11250	00550
---	----	----	-------	-------



Рис. 1.2

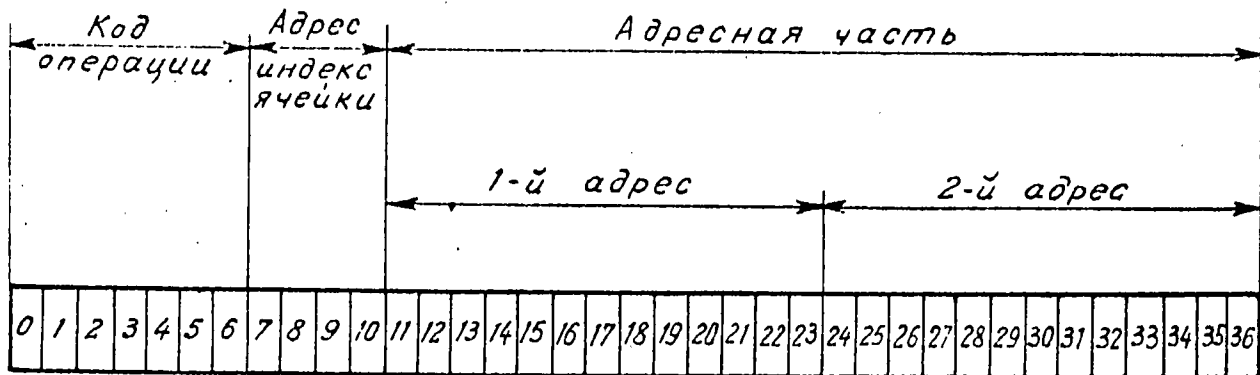


Рис. 1.3

В соответствии со структурой команд в режиме Т изменена и структура индексной ячейки. Распределение разрядов индексной ячейки показано на рис. 1.4. В старших 11 разрядах размещается восьмеричное число, обозначающее количество повторений цикла. Тринадцатиразрядные восьмеричные числа Δ_1 и Δ_2 обозначают шаг изменения соответственно первого и второго адресов.

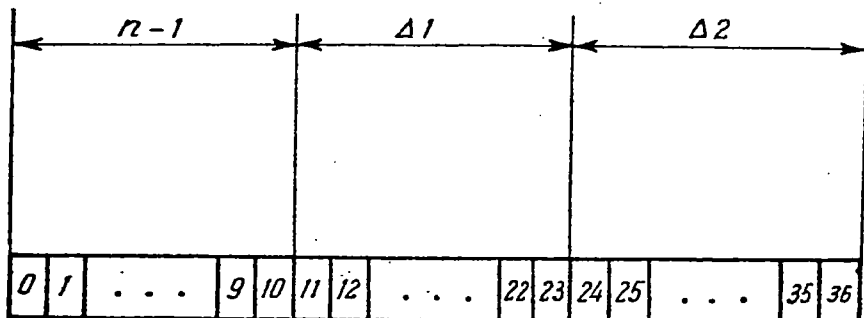


Рис. 1.4

Максимальное количество повторений цикла 2048.
 Максимальный шаг изменения адреса 1777₈.

В режиме Т в систему команд машины введена дополнительная команда с кодом операции „-22“. Эта команда значительно расширяет возможности программирования циклических вычислительных процессов. Чтобы эта команда управляла циклом, достаточно по первому адресу записать начальный адрес циклического участка программы, а в ячейку второго адреса записать код „(n-1 П А)“, где n - число повторений цикла.

**§ 1.3. Назначение, технические характеристики,
блок-схема машины „Минск-32”
и краткая характеристика ее основных устройств**

Электронная цифровая вычислительная машина „Минск-32” является вычислительной машиной общего назначения. Она предназначена для замены морально устаревшей машины „Минск-22М” в серийном производстве, лишена недостатков всех своих предшественников и имеет ряд особенностей, выгодно отличающих ее от других машин семейства „Минск”:

- емкость оперативной памяти увеличена до 65536 37-разрядных машинных слов;
- машина может одновременно выполнять до четырех программ;
- универсальная система связи с внешними устройствами позволяет подключать к машине до 136 различных внешних устройств;
- программно-аппаратурная система совместимости позволяет решать без дополнительного перепрограммирования все задачи машин „Минск-2”, „Минск-22”, „Минск-22М”;
- введена десятичная система счисления, а также создана возможность адресации как машинного слова, так и алфавитно-цифрового символа;
- возможно объединение нескольких машин „Минск-32” в единый вычислительный комплекс;
- управляет работой всего программно-аппаратурного комплекса системы программ „Диспетчер”.

ЦВМ „Минск-32” имеет следующие основные технические и эксплуатационные характеристики.

- Быстродействие 25-50 тыс. оп/сек
- Способ представления чисел . . с фиксированной и плавающей запятой
- Система счисления двоичная и десятичная

Разрядная сетка ячеек памяти . . . 37 двоичных разрядов

Система команд одно- двухадресная

Объем оперативной памяти до 65536 ячеек

Накопитель на магнитной ленте . . 23 · 10⁶К

(при длине магнитной ленты 732 м и плотности записи 32 имп./мм, где К - число накопителей на магнитной ленте)

Скорость обмена информацией:

ввод с перфоленты - 1500 символов/сек

ввод с перфокарт - 600 карт/мин

ввод с пишущей машинки - до 10 символов/сек

вывод на быстродействующую печать - 400 строк/мин

вывод на перфоратор ленты . . . - 80-150 символов/сек

вывод на перфоратор карт - 100-120 карт/мин

вывод на пишущую машинку . . . - 10 символов/сек

Потребляемая мощность - 10 ква

Площадь, занимаемая машиной . . - 80 м²

Количество обслуживающего персонала на 3 смены 6 инженеров, 5 техников.

В состав машины „Минск-32“ входят следующие основные устройства:

- арифметическое устройство - АУ;
- центральное устройство управления - ЦУ;
- магнитное оперативное запоминающее устройство - МОЗУ;
- устройство обмена - УО;
- запоминающее устройство на магнитной ленте - ЗУМЛ;
- устройство ввода с перфокарт - УВК;

Вклейка 1

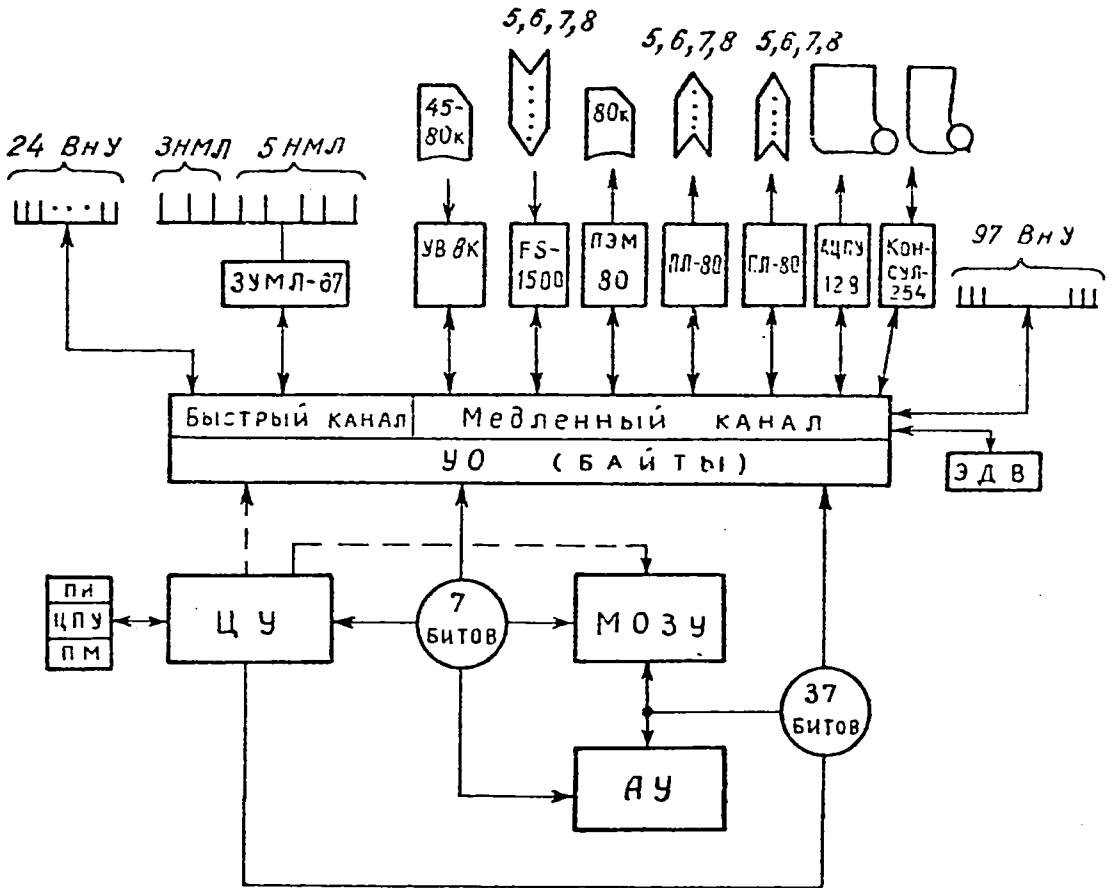


Рис. 1.5.

- устройство вывода на перфокарты - УВК;
- устройство ввода с перфоленды - УВВЛ;
- два устройства вывода на перфоленду - УВЛ;
- устройство печати алфавитно-цифровой информации - УПч;
- электронный датчик времени - ЭДВ;
- пульт управления машиной - ПУ.

Блок-схема машины „Минск-32“ изображена на рис. 1.5.

Арифметическое устройство предназначено для выполнения операций над числами в двоичной и десятичной системах счисления и над адресами. В состав АУ входят сумматор (СМ), регистр 1 (Р1), регистр 2 (Р2) и местное устройство управления этими регистрами.

Центральное устройство управления координирует функционирование всех остальных устройств машины.

Магнитное оперативное запоминающее устройство предназначено для хранения рабочих и обслуживающих программ, исходных данных, а также промежуточных и конечных результатов вычислений. МОЗУ состоит из ячеек, адреса которых пронумерованы от 000000 до 077777. В каждой ячейке содержится 37 информационных разрядов и один контрольный. Контрольный разряд дополняет количество единичных разрядов в ячейке до нечетного и автоматически формируется при записи информации в ячейку. При чтении из ячейки контрольный разряд используется для проверки правильности хранения читаемой информации. Если в прочитанном слове оказалось четное количество единичных разрядов, то устанавливается в единицу указатель вычислителя „Сбой по чету“. Контрольный разряд не участвует в передачах информации между устройствами, поэтому программист оперирует только с информационными разрядами.

Запоминающее устройство на магнитной ленте является внешней памятью машины и используется для длительного или промежуточного запоминания массивов инфор-

мации. В основной комплект машины входят 5 накопителей на магнитной ленте НМЛ-67. Объем одной магнитной ленты длиной 732 м при плотности 32 символа/мм составляет $23 \cdot 10^6$ символов. Запись и чтение производятся только зонами. Зоны могут быть произвольной длины, но не менее 18 символов. Обмен информацией между вычислителем и накопителем на магнитной ленте осуществляется со скоростью 6400 символов/сек.

Устройства ввода предназначены для ввода программы и исходных данных с перфолент или перфокарт в МОЗУ. Устройство ввода с перфокарт предназначено для ввода информации с 45- и 80-колонных перфокарт. Информация на перфокартах может быть отперфорирована как в коде ГОСТ 10859-64 (кодовая карта), так и в произвольном коде (двоичная карта). Устройство ввода с перфоленты предназначено для ввода информации с 5, 6, 7 или 8-дорожковой перфоленты.

Устройства вывода предназначены для вывода информации на карты, ленту и бумагу. Устройство вывода на перфокарты предназначено для вывода на 80-колонные карты. Устройство вывода на перфоленту предназначено для вывода информации на перфоленту, имеющую 5, 6, 7 и 8 дорожек.

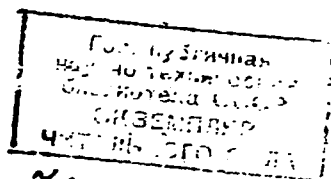
Устройство печати алфавитно-цифровой информации предназначено для вывода результатов выполнения программы в виде таблиц, графиков и текста. Одна строка содержит 128 позиций. В каждой позиции может быть отпечатан любой из 78 первых символов ГОСТа (заглавные русские и латинские буквы, цифры и специальные знаки). При печати строки информация символ за символом пересылается в буферную память УПч, содержащую ячейки для 128 символов. После заполнения буфера автоматически происходят печать строки и протяжка бумаги.

Пульт управления предназначен для связи человека с машиной и состоит из пульта инженера и пульта оператора. Пульт оператора представляет собой стол с

установленной на нем пишущей машинкой и специальной панелью. На панели находятся: кнопка для начального пуска машины, ключи, а также индикация о готовности к работе и об останове. Управление работой машины производится через пишущую машинку, с клавиатуры которой оператор может вводить необходимые управляющие директивы. На пишущую машинку выдается информация о состоянии машины и выполняемых программах. Пульт инженера используется при профилактике и инженерной наладке машины. Пульт инженера может использоваться также для управления выполненным тех программам, назначение и структура которых не позволяют использовать пульт оператора.

Устройство обмена (УО) осуществляет связь вычислителя с внешними устройствами. В состав УО входят быстрый и медленный канал. УО обеспечивает подключение к машине до 104 внешних устройств к медленному каналу и до 32 внешних устройств к быстрому каналу. К быстрому каналу подключаются устройства, скорость обмена с которыми сопоставима со скоростью работы вычислителя (например, накопители на магнитной ленте и магнитном барабане, другие машины „Минск-32” и т.д.). В основном комплекте к быстрому каналу подключено запоминающее устройство на магнитной ленте с пятью НМЛ-67, к медленному каналу подключены УПч, УВвК, УВК, УВвЛ, два УВЛ, устройство пишущей машинки (УМП) с пультной пишущей машинкой.

Обмен информацией с внешними устройствами производится семипразрядными символами. Для контроля при передаче символа формируется восьмой контрольный разряд, дополняющий количество единичных разрядов в символе до нечетного. При нарушении нечетности обмен прекращается и вырабатывается сигнал „Сбой ВнУ”.



Зак.295

§ 1.4. Управление выполнением программ на ЦВМ „Минск-32“

Выполнением программ на машине управляет операционная система „Диспетчер“, представляющая собой набор специальных программ. Система „Диспетчер“ обеспечивает:

- связь оператора с машиной через пишущую машинку пульта оператора;
- организацию очереди заданий на выполнение программ;
- загрузку программ в оперативную память машины и их пуск;
- автоматический переход от выполнения одной программы к другой;
- последовательное выполнение программ машины „Минск-22“;
- одновременное выполнение до четырех программ машины „Минск-32“;
- распределение внешних устройств и памяти между одновременно выполняющимися программами;
- автоматическое накопление выводимой информации на магнитную ленту вывода в тех случаях, если в данный момент отсутствует свободное физическое устройство для вывода;
- работу внешних устройств одновременно с работой вычислителя;
- учет текущего времени и времени выполнения вычислителем отдельных программ;
- сигнализацию об ошибках в программах и работе оборудования и частичное исправление последствий этих ошибок.

В состав „Диспетчера“ входят следующие программы, реализующие указанные функции;

- формирование ленты системы;
- начальный вызов;
- резидент;

- координатор;
- совместимость;
- разгрузка ленты вывода.

Программа „Координатор“ обеспечивает выполнение одновременно до четырех программ машины „Минск-32“ и автоматический переход от выполнения одной программы к другой.

Программа „Совместимость“ управляет непрерывным процессом выполнения программ машины „Минск-22“. При своем функционировании программы „Координатор“ и „Совместимость“ сменяют друг друга на одном и том же месте оперативной памяти.

Программа „Резидент“ постоянно находится в оперативной памяти и производит автоматическую смену в оперативной памяти и контроль правильности смены программ „Совместимость“ и „Координатор“ при необходимости выполнения программ той или другой машины.

Программа „Разгрузка ленты вывода“ обеспечивает выдачу на перфокарты или печать результатов, записанных на магнитную ленту вывода из-за отсутствия в нужный момент соответствующего оборудования.

Эти программы записываются на магнитную ленту, которая называется лентой системы. Лента системы формируется с помощью программы „Формирование ленты системы“, которая настраивает „Диспетчер“ в соответствии со списком оборудования, входящего в состав конкретной машины.

Программа „Начальный вызов“ считывает с магнитной ленты системы в оперативную память машины часть „Диспетчера“ („Резидент“, „Координатор“) и таблицу оборудования и настраивает „Диспетчер“ на выполнение программ машины „Минск-32“.

Программа „Совместимость“ вместе с аппаратными средствами, заложенными в структуру машины „Минск-32“, обеспечивает выполнение на этой машине всех машинных программ „Минск-22“. Совместимость позволяет:

- уменьшить в четыре раза время выполнения программ машины „Минск-22“ вычислительного характера;

- облегчить работу оператора, заменив работу на пульте работой на клавиатуре пишущей машинки;
- автоматизировать процесс последовательного выполнения программ;
- помочь оператору и инженеру принять правильное решение при сбоях в работе оборудования;
- получить протокол работы на машине с указанием времени выполнения каждой отдельной программы.

Таким образом, задачи, алгоритм решения которых записан на входном языке автокода „Инженер“, выполняются на машине „Минск-32“ только в режиме совместимости. Для перехода к режиму совместимости, трансляции и выполнения рабочих программ необходимо знать язык директив и запросов, поступающих от оператора, и язык указаний и сообщений, выдаваемых машиной.

Г л а в а П

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ АКИ-Т

§ 2.1. Основные понятия языка

В систему АКИ входят входной язык автокода и транслятор с этого языка на язык системы команд машины „Минск-22М“.

Транслятор - это программирующая программа, которая расшифровывает автокодovou программу и составляет по ней рабочую программу. Автокодová программа (АП) - это запись алгоритма решения задачи на входном языке. Рабочая программа (РП) - это запись алгоритма решения этой задачи на машинном языке.

Основу входного языка АКИ составляют операторы. Оператор - это приказ для выполнения некоторого действия. Совокупность операторов, описывающая вычислительный процесс, образует автокодovou программу. Операторы АКИ состоят из символов трех категорий: букв, цифр и служебных символов. В качестве символов АКИ используются заглавные буквы русского алфавита (кроме Ё и Ъ), все заглавные буквы латинского алфавита, арабские цифры и специальные знаки:

+	плюс
-	минус

:	двоеточие
.	точка
,	запятая
/	наклонная черта
'	апостроф
=	равно
(	открывающая, левая скобка
)	закрывающая, правая скобка
[	пробел
?	знак вопроса
<	возврат каретки
≡	перевод строки
▷	„кто там“.

Важным фактором, повлиявшим на алфавит входного языка автокода, является способ ввода алфавитно-цифровой информации на машине „Минск-22М“. Ввод автокододовой программы осуществляется с перфоленты, подготовленной на аппарате СТА-2М, в котором используется международный телеграфный код М-2. Поэтому символы алфавита соответствуют набору символов международного телеграфного кода М-2. Ограниченное число символов в этом коде привело к тому, что одни и те же символы в разных местах АП имеют различное значение. Например, символ „:“ кроме обычного использования (знак деления) при записи формул используется и как признак величин целого типа.

Русский алфавит используется для записи наименований операторов и поясняющей текстовой информации. Например: ВЫЧИСЛИТЬ, РЕШЕНИЕ \sqsubset ЗАДАЧИ.

Латинский алфавит используется для записи переменных величин и функций. Например, ALPHA, SIN.

Арабские цифры и знаки „+“ и „-“ используются для записи чисел. Например, -0,675; +31,702.

Для записи знаков арифметических действий и действия возведения в степень используются следующие символы:

- + знак сложения
- знак вычитания

- знак умножения
- : знак деления
- знак возведения в степень.

Например, $A \cdot X^2 + B \cdot X - C$; $D^3 0,3$; $E:F$.

Символ „=“ используется в АКИ в несвойственном обычному математическому языку смысле. Он не означает равенства двух величин, расположенных слева и справа от него. Этот символ является знаком операции присваивания. Так, $X=Y$ в АКИ означает, что величина X получает значение величины Y .

$Z = Z + 1$ говорит о том, что величина Z в результате операции присваивания получает старое значение Z , увеличенное на единицу.

Знаки отношений между величинами записываются следующим образом:

- $<$ запишется как $\lfloor ($
- \leq запишется как $\lfloor (=$
- $>$ запишется как $\rfloor)$
- \geq запишется как $\rfloor)=$
- $=$ запишется как $\lfloor =$
- \neq запишется как $\lfloor \neq$

Все десятичные числа, используемые в АКИ, могут быть двух типов: целые и действительные.

Целые числа записываются обычным образом. Например: 0; 5; -123; 1973. Целые числа не должны содержать более девяти знаков. В машине целые числа представляются в виде количества единиц младших цифровых разрядов машинных слов с фиксированной запятой, т.е. не должны по абсолютной величине превышать $2^{36} - 1$.

Действительные числа могут быть записаны тремя способами:

- в общепринятой математической форме с запятой, разделяющей дробную и целую части числа, для отрицательных чисел впереди числа ставится знак „-“, знак „+“ перед положительными числами можно не писать;
- в нормальной форме, когда основание десятичной системы счисления изображается буквой Ю, знак умно-

жения (символ „.“) перед Ю не пишется, порядок, являющийся всегда числом целого типа, независимо от знака записывается без скобок;

- в форме обыкновенной дроби, числитель и знаменатель которой должны быть числами целого типа, заключенными в круглые скобки.

Например:

Первый способ	Второй способ	Третий способ
125,8847	0,351 Ю2	(1:2)
- 0,0168	-624 Ю-3	- (3:5)
2	Ю-5	(8:3)
-10	-Ю-2	(125:753)

В АП обыкновенная дробь и число в нормальной форме с основанием 10 рассматриваются как число, и в РП им будет отведена одна ячейка памяти. Все действительные числа в машине представляются в форме с плавающей запятой. Порядок этих чисел не должен превышать десятичного числа 19.

В арифметических выражениях АКИ буквенные символы представляют величины, участвующие в операциях. Эти величины могут быть константами или переменными. Если величина определяется числом, которое ей соответствует, то эта величина называется константой. В выражении, которое вычисляет длину окружности

$$C = 2 \cdot 3,1415 \cdot R,$$

величины 2 и 3,1415 являются константами. Величина R является переменной. Переменная в АКИ - это величина, которая может принимать вообще говоря, различные значения в ходе исполнения программы. Простая переменная обозначается идентификатором (наименованием). Идентификатор состоит из букв латинского алфавита и цифр и обязательно должен начинаться с буквы. Длина идентификатора может быть произвольной, но все идентификаторы, встречающиеся в одной АП и обозначающие различные переменные, должны отличаться друг от дру-

га одним из первых шести символов. Например,

A, X, Y, SIGMA2, SIGMA20, TEMPERATURA

SIGMA2 и *SIGMA20* различаться не будут. Для каждой простой переменной в РП будет отведена отдельная ячейка памяти.

В АКИ можно использовать одномерные и двумерные массивы (векторы и матрицы). Каждому массиву присваивается идентификатор, который записывается так же, как идентификатор простых переменных. Отдельная компонента массива представляет собой переменную с индексами и обозначается идентификатором, который состоит из идентификатора массива и следующих за ним в индексных скобках индексов, указывающих местоположение компоненты в массиве. Массивы и правила работы с ними будут рассмотрены в § 2.3.

В АКИ имеются следующие стандартные функции:

$$\left. \begin{array}{l} \text{SIN}(X) \\ \text{COS}(X) \\ \text{TG}(X) \end{array} \right\} - \text{тригонометрические функции.}$$

sin x, cos x, tg x

$$\left. \begin{array}{l} \text{ARCSIN}(X) \\ \text{ARCCOS}(X) \\ \text{ARCTG}(X) \end{array} \right\} - \text{главные значения обратных тригонометрических функций } \text{arcsin } x, \text{ arccos } x, \text{ arctg } x$$

$\text{LN}(X)$ - натуральный логарифм аргумента x
ln x

$\text{EXP}(X)$ - показательная функция e^x

$\text{MOD}(X)$ - абсолютная величина аргумента x

Аргумент, для которого вычисляется значение функции, заключается в круглые скобки и может быть любым арифметическим выражением. Например,

$$MOD(X-Y), TG(1,5.A^2), ARCSIN(LN(2.X-B))$$

Аргумент функции должен быть действительного типа. Тип значения функции тоже получается действительным. Исключение представляет функция $MOD(X)$, для которой тип аргумента и функции может быть целым. В тригонометрических функциях принято радианное измерение углов.

Оператор в АКИ описывает то или иное действие. Наименование оператора записывается прописными буквами. Разрешается сокращать наименование оператора до первых трех букв. После наименования обязательно ставится $_$ (пробел), который отделяет от наименования информационную часть оператора. Каждый оператор заканчивается символом ∇ (кто там?). Операторы могут снабжаться метками, которые служат для связи между операторами. Метка записывается перед наименованием оператора и отделяется от него точкой. В качестве меток используются в любой последовательности целые положительные числа от 1 до 127. Повторение меток не допускается.

Например,

$$\text{ВЫЧИСЛИТЬ } _ Y = A.X^2 + B.X \nabla$$

$$12. \text{ВЫЧ } _ X = X + 1 \nabla$$

$$\text{НАП } _ \text{НА } _ \text{БПМ } _ Z, A, B \nabla$$

§ 2.2. Программирование арифметических выражений

Арифметические выражения строятся из чисел, переменных и функций с помощью знаков арифметических операций и круглых скобок. При записи арифметических выражений соблюдаются следующие правила:

- знак умножения (символ „·“) ставится и там, где в общепринятой математической записи он только подразумевается;

- обыкновенные дроби записываются с помощью символа „:“, отделяющего числитель от знаменателя, и заключаются в круглые скобки;

- действие возведения в степень обозначается символом „^“;

- корни представляются в виде дробных степеней;

- аргументы элементарных функций заключаются в круглые скобки;

- если скобки определяют порядок действий не полностью, то порядок выполнения действий следующий:

- 1) вычисление значений функций;
- 2) операция возведения в степень;
- 3) операции умножения и деления;
- 4) операции сложения и вычитания;

- если арифметическое выражение содержит операции одного ранга старшинства, то вычисление его значения будет производиться слева направо в порядке написания операций;

- в АКИ можно использовать только круглые скобки.

Значение арифметического выражения получается путем выполнения указанных в нем операций над арифметическими значениями его переменных. Фактическим значением переменной является последнее присвоение ей значение.

Пример записи арифметического выражения на АКИ.
Выражение

$$\frac{\ln x + 3 \cos(x+1)}{(1 + \sqrt{x+1})^3}$$

запишется на АКИ следующим образом:

$$(\ln(x) + 3 \cdot \cos(x+1)) : (1 + (x+1)^{1/2})^3$$

Для вычисления значения арифметического выражения и присвоения найденного значения некоторой переменной

служит оператор ВYЧИСЛИТЬ. Например,

ВYЧИСЛИТЬ $\sqsubset Y = 3.A.B : C \Delta$

С помощью одного оператора ВYЧИСЛИТЬ можно найти значения нескольких арифметических выражений. Одна формула от другой в этом случае отделяется пробелом. Например,

ВYЧИСЛИТЬ $\sqsubset X = X + 1 \sqsubset Y = A.X^2 + B \Delta$

При работе с величинами целого типа оператор записывается в виде

ВYЧИСЛИТЬ $\sqsubset : N = 1 \Delta$

т.е. после наименования оператора и пробела ставится признак величина целого типа (символ „:“), который относится ко всему оператору. В одном операторе ВYЧИСЛИТЬ нельзя использовать вместе переменные целого и действительного типа. Числовые значения всех переменных из правой части должны быть определены в предыдущих операторах или предыдущих формулах данного оператора.

Значения простых переменных, вычисленные с помощью оператора ВYЧИСЛИТЬ, могут быть выведены в десятичной системе счисления на цифровой быстродействующий печатающий механизм (БПМ) с помощью оператора НАПЕЧАТАТЬ \sqsubset НА \sqsubset БПМ. В операторе перечисляются идентификаторы простых переменных в том порядке, в котором должны быть напечатаны их значения. Идентификаторы отделяются друг от друга запятой. Перед идентификаторами простых переменных целого типа ставится признак целого типа (символ „:“). Например,

НАПЕЧАТАТЬ \sqsubset НА \sqsubset БПМ $\sqsubset X, Y, : N \Delta$

Печать значений переменных целого типа совпадает с общепринятой. В крайней левой позиции печатается знак, а так как для печати отводится всегда десять позиций,

то поскольку позиций между знаком числа и его старшей значащей цифрой не будут заполнены, если в числе значащих цифр меньше девяти. Например,

+ 2

Печать значений переменных действительного типа производится в форме с плавающей запятой, т.е. печатаются семизначная мантисса и двузначный порядок со своими знаками. Например, число три будет напечатано так:

+ 3000000 + 01

При печати одно число отделяется от другого интервалом. Для указания останова в АП используется оператор КОНЕЦ, который записывается следующим образом:

КОНЕЦ $_ \Sigma$

Всякая автокодированная программа имеет жесткую структуру. Она состоит из заглавия, которое должно обязательно заканчиваться символом Σ (кто там?), последовательности операторов и служебного слова НАЧАЛО, после которого через пробел записывается метка оператора, с которого начинается выполнение программы, и символ Σ .

К числу простейших относятся такие программы, в которых операторы выполняются в порядке их написания. Эти программы принято называть линейными. В таких программах используются операторы ВЫЧИСЛИТЬ, НАПЕЧАТАТЬ $_ \text{НА}$ $_ \text{БПМ}$, КОНЕЦ.

Составим автокодированную программу для вычисления и печати значения функции

$$y = \frac{e^x - \sqrt{3}}{\ln x + 2x^2} \quad \text{при } x = 0,5.$$

Автокодированная программа:

УЧЕБНЫЙ $_ \text{ПРИМЕР } \Sigma$

3. ВЫЧИСЛИТЬ $_ X = 0,5 \Sigma$
 ВЫЧИСЛИТЬ $_ Y = (EXP(X) - 3^{(1:2)}) : (LN(X) + 2 \cdot X^2) \Sigma$

НАПЕЧАТАТЬ \lfloor НА \lfloor БПМ \lfloor Y $\%$

КОНЕЦ \lfloor $\%$

НАЧАЛО \lfloor 3 $\%$

Переменной X будет присвоено значение 0,5. Затем будет найдено значение Y , которое будет напечатано на БПМ. После этого произойдет останов. Для сокращения программы можно объединить два оператора ВЫЧИСЛИТЬ в один. Значение $X = 0,5$ можно было подставить в формулу для вычисления Y .

§ 2.3. Обработка массивов

Как указывалось в § 2.1, в АП можно использовать одномерные и двумерные массивы. Для обработки массивов в АКИ имеются специальные операторы, предназначенные для этого.

Каждый из массивов в программе должен быть описан. Описание массива задается его характеристикой. Характеристика массива записывается в круглых скобках после идентификатора массива, где для одномерного массива указывается максимальное количество компонентов, а для двумерного массива, кроме того, — количество строк и столбцов.

Максимальное количество компонентов массива всегда задается целым числом. Количество строк и столбцов двумерного массива может быть как целым числом, так и простой переменной целого типа. В характеристике двумерного массива количество строк и столбцов разделяется точкой и записывается через пробел после максимального количества компонентов. Например, $X(10)$, $T(25 \lfloor 5.5)$ определяют одномерный массив X из десяти компонентов и двумерный массив T из двадцати пяти компонентов, состоящий из пяти строк и пяти столбцов. Компоненты массивов располагаются в памяти последовательно, друг за другом. Двумерные массивы располагаются в памяти построчно.

Для того чтобы находить в массиве любой его элемент, используются индексы. Индекс может быть задан целой константой, целой переменной или целым выражением. В качестве целой переменной можно использовать одну из следующих четырех букв: I, J, K, L . Целое выражение может быть конструкцией вида $\alpha \pm \beta$, где α - одна из букв I, J, K, L , а β - целое число, больше нуля. Индекс записывается в индексных скобках $/ /$ сразу за идентификатором массива. Количество индексов у идентификатора переменной с индексами соответствует размерности массива. Например, пятый компонент одномерного массива X обозначается как $X / 5 /$, а компонент второй строки пятого столбца двумерного массива $Y - Y / 2, 5 /$. Задание и изменение значений I, J, K, L может быть произведено только в операторе ПОВТОРИТЬ (см. § 2.5).

В процессе решения задачи часто образуются массивы промежуточных и конечных результатов, для хранения которых необходимо предусмотреть соответствующее количество ячеек памяти. Для этой цели используется оператор МАССИВ. Оператор МАССИВ описывает и отводит место в памяти массивам, не входящим в состав исходных данных задачи. В операторе перечисляются идентификаторы и характеристики массивов, для которых необходимо зарезервировать память. Например,

МАССИВ $_$ ALPHA(10), X(60 $_$ 6.10) $\%$
МАССИВ $_$ B(100 $_$ N.M) $\%$

Оператор МАССИВ не задает числовых значений элементам массива, а лишь резервирует для них соответствующий объем памяти. В АП оператор МАССИВ должен предшествовать тем операторам, которые формируют числовые значения элементов этого массива. В РП для оператора МАССИВ транслятор не строит никаких команд.

Сформировать одномерные массивы, состоящие не менее чем из двух элементов, в АКИ можно с помощью оператора НАЗВАТЬ. В операторе указываются идентификаторы формируемых массивов и перечисляются числовые значения всех их компонентов. После идентификатора массива ставится символ „=“ (равенство), а элементы отделяются друг от друга символом „.“. Если формируется массив целого типа, то перед идентификатором массива ставится символ „:“.

Например,

НАЗВАТЬ $_ P = -2. -1.0.1.2.5 \Sigma$
 НАЗВАТЬ $_ : F = 1.2.5.10 \Sigma$
 НАЗВАТЬ $_ SIGMA = 1,5.0,125.1,5 \text{Ю} 3 \Sigma$
 НАЗВАТЬ $_ : A = 2.3.11 _ B = -0,15.10 - 3.8,2 \text{Ю} - 2 \Sigma$

Оператор НАЗВАТЬ не строит команд в РП. Он осуществляет перевод перечисленных в нем чисел в двоичную систему счисления и размещает их в памяти.

В целях экономии памяти с помощью оператора НАЗВАТЬ можно размещать в памяти новые массивы на месте уже использованных, в частности можно производить переименование массивов. Это вторая функция оператора НАЗВАТЬ. В этом случае в операторе записывается идентификатор и характеристика нового массива, а после символа „=“ (равенство) — идентификатор массива, на месте которого в памяти размещается новый массив. Объемы и размерности этих массивов могут не совпадать. Новый массив по объему не должен превосходить старый.

Например,

НАЗВАТЬ $_ A (50) = B \Sigma$
 НАЗВАТЬ $_ DELTA (600 _ 20.30) = ROOT _ C (10) = T \Sigma$

Оператор НАЗВАТЬ можно использовать для объединения нескольких массивов в один. Пусть в памяти записаны последовательно друг за другом следующие массивы: *SPEED* (10), *NORM* (20), *TEMP* (50).

Их можно объединить следующим образом:

НАЗВАТЬ $_ UNION(80) = SPEED \%$

Новый массив может начинаться с первого или с любого другого элемента старого массива. В этом случае в операторе указывается элемент, с которого нужно начать размещение нового массива. Это свойство оператора позволяет разместить на месте одного массива большого объема несколько массивов малого объема. Например:

НАЗВАТЬ $_ A1(30)=SG_ A2(10)=SG/31/_ A3(28_ N.M)=SG/41/\%$

Для нового массива можно оставлять название старого, а изменять только его размерность и объем. Например:

НАЗВАТЬ $_ T(100_ 5.20) = T(101)$

Один оператор НАЗВАТЬ может выполнять одновременно обе функции. Например:

НАЗВАТЬ $_ В30 = 0,8Ю-3.Ю-4.Ю-6_ В 1(40)=F\%$

Отметим, что массивы, сформированные перечислением с помощью оператора НАЗВАТЬ, нельзя переименовать.

Если массивы представляют собою компоненты исходных данных, то для их ввода в машину необходимо воспользоваться оператором ВВОД. Этот оператор перечисляет и описывает исходные данные задачи, отводит для них место в РП и строит в РП команды, обеспечивающие ввод исходных данных с перфоленки и перевод их из десятичной системы счисления в двоичную.

Оператор ВВОД в общем случае состоит из двух частей, разделенных символом „:“ (признак целого типа). В первой части записываются переменные действительного типа, а во второй - целого. Внутри частей порядок записи данных следующий: сначала записываются простые переменные, отделяемые друг от друга запятыми, затем - массивы, также отделяемые

друг от друга запятым. Для каждого массива в круглых скобках указывается его характеристика. Например:

$\text{ВВОД} \leftarrow A, B, C(10), F10(48 \leftarrow 6.8) : C1, C2, D(10) \Sigma$

В программах не обязательно требуется ввод исходных данных всех типов. Отсутствие исходных данных любого из указанных типов не влияет на расположение остальной информации в операторе ВВОД.

Количество элементов в характеристике всегда задается целым числом. Если оператор ВВОД используется для ввода различных вариантов исходных данных, то количество элементов в характеристиках массивов указывается по максимальному варианту.

Количество строк и столбцов в характеристике двумерного массива может быть либо целым числом, либо простой переменной целого типа. Простые переменные, встречающиеся в характеристиках массивов, должны быть включены в список простых переменных целого типа того же оператора ВВОД, если они не были определены ранее одним из операторов АП. Эти переменные размещаются в начале списка в том порядке, в каком они попадают в характеристиках массивов. Например:

$\text{ВВОД} \leftarrow DAL(36 \leftarrow N.M) : N, M \Sigma$

При необходимости в АП может быть несколько операторов ВВОД.

§ 2.4. Разветвляющиеся программы

Реальные программы обычно более сложны, чем простейшие, линейные программы. В реальных программах допускаются разветвления, которые позволяют машине принять решение о дальнейшей пути вычислений в зависимости от выполнения некоторых логических условий. Такой выбор одного из возможных путей вы-

числений, которые часто называют ветвями вычислительного процесса, осуществляется в АКИ с помощью оператора ЕСЛИ. Так как после реализации вычислений по всем ветвям дальнейшая работа организуется одинаково для всех ветвей, то от каждой ветви нужно перейти к некоторому оператору, в котором производится их объединение. Этот переход можно организовать с помощью оператора ПЕРЕЙТИ. В целях сокращения АП ее общие участки объединяют и оформляют в виде независимой самостоятельной программы, которую для отличия от основной называют подпрограммой. Для обращения к подпрограммам в АКИ служит оператор ВЫПОЛНИТЬ.

Операторы в АП будут выполняться друг за другом до тех пор, пока не встретится оператор, изменяющий эту последовательность. Безусловный переход в АКИ реализуется оператором ПЕРЕЙТИ. В нем указывается метка того оператора, которому передается управление.

Например:

ПЕРЕЙТИ $\underline{\quad}$ 127 ∇

Эта запись означает, что следующим будет выполняться оператор, помеченной меткой 127.

Условный переход реализуется оператором ЕСЛИ. Оператор может быть записан в двух формах. В первой форме оператор содержит условие, выполнение которого проверяется, и метку оператора, которому передается управление при выполнении этого условия. Условие записывается с помощью знаков отношения. Слева от знака отношения записывается арифметическое выражение, простая переменная или переменная с индексом, а справа - число или переменная. Проверяемое условие и метка разделяются пробелами и служебным словом ТО. Например:

ЕСЛИ $\underline{\quad}$ $B^2 - 4 \cdot A \cdot C$ $\underline{\quad}$ $(0 \underline{\quad} TO \underline{\quad})$ 115 ∇

Управление оператору, помеченному меткой 115, передается в случае выполнения проверяемого условия, т.е.

если $b^2 - 4ac < 0$. Если проверяемое условие не выполняется, то произойдет переход к следующему по порядку оператору АП.

Во второй форме конструкция оператора ЕСЛИ дополняется словом ИНАЧЕ и пробелом, за ним указывается метка оператора, которому необходимо передать управление при невыполнении условия. Например:

ЕСЛИ $\lfloor X/K/\lfloor (=D\lfloor TO\lfloor 13\lfloor$ ИНАЧЕ $\lfloor 12\rfloor$

Для указания типа целых переменных в операторе перед проверяемым условием ставится символ „:“.

Например:

ЕСЛИ $\lfloor :NOMER\lfloor) 127\lfloor$ TO $\lfloor 3\lfloor$ ИНАЧЕ $\lfloor 102\rfloor$

Проверку сложного логического условия, организующего разветвление более чем в двух направлениях, можно сделать с помощью нескольких операторов ЕСЛИ.

Например:

ЕСЛИ $\lfloor Z\lfloor (=1\lfloor TO\lfloor 15\rfloor$

ЕСЛИ $\lfloor Z\lfloor (2\lfloor TO\lfloor 7\lfloor$ ИНАЧЕ $\lfloor 9\rfloor$

Эти два оператора организуют разветвление в трех направлениях в зависимости от условий: $Z \leq 1$, $2 > Z > 1$, $Z \geq 2$ (метки 15, 7 и 9 соответственно).

Кроме операторов безусловного и условного переходов изменить естественный порядок выполнения операторов можно с помощью оператора ВЫПОЛНИТЬ, который используется для обращения к подпрограмме, метка которой указывается в операторе. Например:

ВЫПОЛНИТЬ $\lfloor 112\rfloor$

После выполнения этого оператора произойдет переход к подпрограмме, помеченной меткой 112. После вычислений по подпрограмме управление передается оператору, следующему за оператором ВЫПОЛНИТЬ.

Каждая подпрограмма состоит из служебного слова ПОДПРОГРАММА и последовательности операторов, которая заканчивается служебным словом ВЫХОД.

Подпрограмма начинается служебным словом ПОДПРОГРАММА, которое всегда снабжается меткой, используемой при обращении к подпрограмме. После служебного слова ПОДПРОГРАММА ставится символ Δ . Перед символом Δ можно вставлять комментарий (например, название подпрограммы), не содержащий символов „?“, „“ и Δ . Например:

112. ПОДПРОГРАММА — ВЫЧИСЛЕНИЯ — ЗНАЧЕНИЙ
— ALFA Δ

После служебного слова ВЫХОД перед Δ можно помещать комментарий. Например:

ВЫХОД — ИЗ — ПОДПРОГРАММЫ — 112 Δ

Обращение к подпрограмме может производиться из различных мест АП, в том числе и из других подпрограмм, имеющих в АП. Не допускается обращение подпрограммы к самой себе. Перед обращением необходимо определить значения входных переменных. Размещаются подпрограммы в конце АП перед служебным словом НАЧАЛО.

В качестве примера приведем АП для вычисления и печати по заданному значению независимого переменного x значения функции

$$z = \begin{cases} 2thy + thy^2 + \sqrt{y} & \text{при } y \geq 0,5; \\ th^2 2y + \sqrt{0,5 - y} & \text{при } y < 0,5, \end{cases}$$

где $y = \frac{10,2x^2 + 30 \cos x}{60tg^2 x + 0,05}$, $x = 0,6$.

Вычисление значений гиперболического тангенса по формуле

$$th\alpha = \frac{e^\alpha - e^{-\alpha}}{e^\alpha + e^{-\alpha}}$$

будем производить по подпрограмме.

ПРИМЕР Σ

21. ВЫЧИСЛИТЬ $_ X = 0,6 \Sigma$
 ВЫЧИСЛИТЬ $_ Y = (10,2 \cdot X^2 + 30 \cdot \cos(X)) : \equiv$
 $(60 \cdot \text{TG}(X))^2 + 0,05 \Sigma$
 ЕСЛИ $_ Y _) = 0,5 _ \text{ТО} _ , 5 \Sigma$
 ВЫЧИСЛИТЬ $_ A = 2 \cdot Y \Sigma$
 ВЫПОЛНИТЬ $_ \text{ИИ} \Sigma$
 ВЫЧИСЛИТЬ $_ Z = B^2 + (0,5 - Y)^2 (1:2) \Sigma$
 ПЕРЕЙТИ $_ 3 \Sigma$
5. ВЫЧИСЛИТЬ $_ A = Y \Sigma$
 ВЫПОЛНИТЬ $_ \text{ИИ} \Sigma$
 ВЫЧИСЛИТЬ $_ Z = 2 \cdot B + Y^2 (1:2) \Sigma$
 ВЫЧИСЛИТЬ $_ A = Y^2 \Sigma$
 ВЫПОЛНИТЬ $_ \text{ИИ} \Sigma$
 ВЫЧИСЛИТЬ $_ Z = Z + B \Sigma$
3. НАПЕЧАТАТЬ $_ \text{НА} _ \text{БПМ} _ Z \Sigma$
 КОНЕЦ $_ \Sigma$
11. ПОДПРОГРАММА $_ \text{ВЫЧИСЛЕНИЯ} _ \text{ТН}(X) \Sigma$
 ВЫЧИСЛИТЬ $_ C = \text{EXP}(A) _ C1 = \text{EXP}(-A) _ \equiv$
 $B = (C - C1) : (C + C1) \Sigma$
 ВЫХОД $_ \Sigma$
 НАЧАЛО $_ 21 \Sigma$

§ 2.5. Организация циклов в автокодowych программах

Общей чертой почти всех реальных АП является возможность неоднократного выполнения одного оператора или целой последовательности операторов внутри одной АП. Такое многократное выполнение операторов называется циклом. Каждое повторение цикла произво-

дятся обычно с новыми значениями некоторых переменных величин, участвующих в вычислениях. Эти изменяющиеся величины называются параметрами цикла. Для организации цикла необходимо задать начальные значения параметров цикла, правила их изменения и условие окончания цикла.

Все циклы можно разделить на простые и сложные. Простыми циклами, в отличие от сложных, будем называть циклы, не содержащие внутри себя других циклов.

Для организации циклов в АП используется оператор ПОВТОРИТЬ. Оператор ПОВТОРИТЬ ставится в конце цикла, замыкая его, и в зависимости от информации, содержащейся в нем, может служить для:

- указания метки оператора, начинающего цикл;
- задания начальных значений параметров цикла;
- изменения параметров в ходе выполнения цикла;
- проверки условия окончания цикла.

В любой своей разновидности оператор ПОВТОРИТЬ содержит метку оператора, начинающего цикл.

Простые циклы можно разделить на четыре типа:

- циклы по счетчику;
- циклы по простой переменной;
- итерационные циклы;
- циклы по индексу.

Оператор ПОВТОРИТЬ может не иметь параметров, а содержать только количество повторений цикла, которое может задаваться целым положительным числом или переменной целого типа. Такие циклы будем называть циклами по счетчику. Оператор ПОВТОРИТЬ в таком случае имеет вид

ПОВТОРИТЬ — 3 — 25 Σ или

ПОВТОРИТЬ — 3 — N Σ

Оператор ПОВТОРИТЬ организует счетчик, т.е. ячейку памяти, в которую перед началом цикла (в последнем примере перед оператором, помеченным меткой 3) будет записано число 25 или значение простой пере-

менной N . При каждом выполнении цикла из счетчика будет вычитаться единица. Затем проверяется значение счетчика на нуль. Если значение счетчика еще остается положительным и большим нуля, то управление передается оператору, открывающему цикл. Если в результате вычитания единицы значение счетчика обратилось в нуль, то цикл считается законченным и управление передается следующему за ПОВТОРИТЬ оператору.

Цикл по счетчику может быть реализован и без использования оператора ПОВТОРИТЬ. Для управления циклом может быть использован оператор ЕСЛИ. В этом случае цикл схематически выглядит следующим образом:

- задание начального значения параметра цикла до входа в цикл;
- выполнение операторов, входящих в цикл;
- изменение значения параметра цикла с помощью оператора ВЫЧИСЛИТЬ;
- проверка условия выполнения цикла с помощью оператора ЕСЛИ. Например, вычисление факториала числа N

$$N! = N(N-1)(N-2)\dots 3.2.1$$

может служить примером организации цикла без использования оператора ПОВТОРИТЬ.

УЧЕБНЫЙ — ПРИМЕР. ⌘

2. ВВОД — : N ⌘

ВЫЧ — : $FACT = 1$ — $M = N$ ⌘

1. ВЫЧ — : $FACT = FACT \cdot M$ — $M = M - 1$ ⌘

ЕСЛИ — : $M > 0$ — ТО — 1 ⌘

НАП — НА — БПМ — : $FACT$, : N ⌘

КОНЕЦ — ⌘

НАЧАЛО — 2 ⌘

В этом примере результат *N!* присваивается переменной *FACT*. Два первых оператора предшествуют циклу и задают начальные значения переменных *FACT* и *M*. Оператор, помеченный меткой 1, вычисляет значение *FACT* и изменяет значение *M*, вычитая единицу. Оператор ЕСЛИ проверяет значение *M* на нуль, и если $M > 0$, то передает управление оператору, который вычисляет факториал и изменяет значение *M*. Если $M = 0$, то управление передается следующему по порядку оператору, который отпечатывает значения переменных *FACT* и *N*.

Цикл по простой переменной организуется в АП тогда, когда с каждым прохождением цикла параметр цикла — простая переменная — изменяется с определенным шагом.

Оператор ПОВТОРИТЬ, задающий цикл по простой переменной, содержит метку оператора, начинающего цикл, наименование простой переменной, ее начальное значение, т.е. то значение, которое она должна иметь при первом прохождении цикла, шаг изменения переменной, т.е. величину, на которую должно изменяться значение переменной при каждом новом прохождении цикла, и условие, которому должно удовлетворять значение переменной, чтобы цикл выполнялся. Это условие задается отношением. Начальное значение и шаг-изменения могут быть либо числом, либо простой переменной действительного типа. Например:

ПОВТОРИТЬ $\lfloor 7 \lfloor B = 2 \lfloor (0,5) \lfloor (= 20 \text{ \&}$

ПОВТОРИТЬ $\lfloor 13 \lfloor Z = 0 \lfloor (-0,25) \lfloor) = 7 \text{ \&$

ПОВТОРИТЬ $\lfloor 120 \lfloor ALFA = C \lfloor (B) \lfloor (DELTA \text{ \&$

В случае выполнения условия управление передается оператору, помеченному меткой, которая указана в операторе ПОВТОРИТЬ, в противном случае будет выполняться оператор, записанный вслед за ПОВТОРИТЬ. Если условие проверяется с помощью оператора ЕСЛИ, то оно не указывается в операторе ПОВТОРИТЬ. На-

пример:

ПОВТОРИТЬ $_1_ X = A1_ (A2) \Sigma$

Если в цикле несколько параметров, то информация о каждом из них отделяется точкой, а условие выхода из цикла можно задать только для последнего параметра. Например:

ПОВТОРИТЬ $_123_ X = A1_ (A3). Y = A2_ (A4)_ (= D) \Sigma$

Цикл будет выполняться до тех пор, пока значение Y будет меньше или равно значению простой переменной D .

Иногда необходимо закончить цикл после определенного количества повторений, не принимая во внимание значение изменяющейся переменной. Вместо условия выхода из цикла в операторе указывается количество повторений цикла, которое отделяется от всей предыдущей информации точкой. Количество повторений цикла может быть либо числом, либо простой переменной целого типа. Например:

ПОВТОРИТЬ $_80_ X = X0_ (0,125). 5 \Sigma$

ПОВТОРИТЬ $_3_ Y = 0,5_ (0,1). N \Sigma$

Итерационные циклы характеризуются тем, что вычислительный процесс выполняется каждый раз по одним и тем же формулам, но при этом результат вычислений используется в качестве исходного при следующем входе в цикл. Окончание итерационного цикла происходит тогда, когда результаты вычислений при очередном прохождении цикла отличаются от предыдущих не более чем на некоторую заданную величину.

Такие циклы строятся с помощью оператора ЕСЛИ, который используется для проверки достижения требуемой точности.

Пример. Составить программу для вычисления методом Ньютона с точностью 10^{-5} корня уравнения

$3x - \cos x - 1 = 0$, взяв в качестве начального приближения корня 0,8. Расчетная формула метода Ньютона.

для уравнения

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}, \quad i = 0, 1, \dots$$

Процесс вычислений нужно закончить, как только

$$|x_{i-1} - x_i| \leq 10^{-5}.$$

УЧЕБНЫЙ _ ПРИМЕР ∇

12. ВЫЧИСЛИТЬ _ X1 = 0,6 ∇

13. ВЫЧИСЛИТЬ _ X0 = X1 ∇

ВЫЧИСЛИТЬ _ X1 = X0 - (3.X0 - COS(X0) - 1) : =
(3 + SIN(X0)) ∇

ЕСЛИ _ MOD (X1 - X0) _) 10 - 5 _ ТО _ 13 ∇

НАПЕЧАТАТЬ _ НА _ ВПМ _ X1 ∇

КОНЕЦ _ ∇

НАЧАЛО _ 12 ∇

Параметрами цикла могут быть не только простые переменные, но и индексы. В том случае, когда исходные данные образуют некоторые массивы значений, которые не имеют некоторого шага изменений, удобно в качестве параметра использовать индекс. В этом случае переменная с буквенными индексами может поочередно задавать все компоненты массива, если соответствующим образом задать и изменять значения индексов.

Начальные значения и шаг изменения индексов можно задавать только в операторе ПОВТОРИТЬ. Информация в операторе с параметром-индексом записывается в основном по правилам записи для циклов по простой переменной. В операторе указываются индекс, являющийся параметром цикла (одна из букв I, J, K, L), начальное значение индекса и шаг его увеличения. могут быть либо целыми числами, большими нуля, либо про-

стыми переменными целого типа, значения которых должны быть определены в программе до оператора ПОВТОРИТЬ.

Одновременно может изменяться несколько индексов, но не более четырех. Информация о каждом из них, кроме последнего, заканчивается точкой. Для последнего индекса можно указать его окончательное значение, которое, как начальное значение и шаг изменения, может быть целым положительным числом или переменной целого типа, определенной до оператора ПОВТОРИТЬ. Например:

ПОВТОРИТЬ $_15_K = F_ (2)_ 30 \Delta$

ПОВТОРИТЬ $_12_L = 1_ (3). I = 1_ (N)_ P \Delta$

Если число повторений цикла известно заранее, то в операторе ПОВТОРИТЬ можно указать, как в цикле по счетчику, количество повторений цикла. Количество повторений цикла задается целым числом или простой переменной целого типа и отделяется точкой от последнего параметра. Например:

ПОВТОРИТЬ $_29_ I = P_ (M). 20 \Delta$

ПОВТОРИТЬ $_11_ I = 1_ (1). N \Delta$

Если шаг изменения параметра-индекса равен единице, то его можно не указывать в операторе ПОВТОРИТЬ. Поэтому последний из приведенных примеров можно записать следующим образом:

ПОВТОРИТЬ $_11_ I = 1. N \Delta$

Один оператор ПОВТОРИТЬ можно использовать для изменения параметров-индексов и параметров - простых переменных. Например:

ПОВТОРИТЬ $_1_ X = 5_ (-0,1). J = 1_ (M). N \Delta$

В качестве примера составим программу для вы-

числения и последующей печати значений функции

$$y_i = \begin{cases} a \cos x_i + b \sin x_i, & \text{если } x_i < d, \\ a e^{x_i} + b \ln x_i, & \text{если } x_i \geq d, \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, 10$$

в предположении, что значения a, b, d и x_i образующие массив X определяются оператором ВВОД.

Программа решения этой задачи, очевидно, содержит разветвление в двух направлениях и простой цикл.

УЧЕБНЫЙ — ПРИМЕР ▽

1. ВВО — $A, B, D, X(10)$ ▽
2. ЕСЛ — $X(I/I) = D$ — ТО — 3 ▽
 ВЫЧ — $Y = A.COS(X/I/I) + B.SIN(X/I/I)$ ▽
 ПЕР — 4 ▽
3. ВЫЧ — $Y = A.EXP(X/I/I) + B.LN(X/I/I)$ ▽
4. НАИ — НА — БПМ — Y ▽
 ПОВ — 2 — $I = I + 1$ — 10 ▽
 КОН — ▽
 НАЧ — 1 ▽

Сложные циклы отличаются от простых тем, что заключают внутри себя один или несколько циклов. Цикл, содержащий внутри себя другие циклы, называется внешним, а циклы, входящие во внешний, — внутренними.

Внешний и внутренний циклы сложных циклических программ организуются по тем же правилам, что и простые циклы.

После выполнения внутреннего цикла, оператор ПОВТОРИТЬ внешнего цикла передаст управление оператору

ру, открывающему внешний цикл, а это значит, что в некоторый момент управление снова получит оператор, открывающий внутренний цикл. К этому моменту должны быть заново восстановлены все начальные значения параметров внутреннего цикла, причем значения параметров внешнего цикла не должны затрагиваться в процессе этого восстановления.

Если внутренний цикл организован с помощью операторов **ВЫЧИСЛИТЬ**, **ЕСЛИ** или **ПЕРЕЙТИ**, то восстановление значений параметров внутреннего цикла будет проведено теми же операторами, что и при первом его прохождении. В случае, если внутренний и внешний цикл являются циклами по индексу, т.е. если установка начальных значений индексов произведена оператором **ПОВТОРИТЬ**, то и восстановление этих значений будет произведено этим же оператором. В этом случае требуется, чтобы в операторе **ПОВТОРИТЬ**, организуемом внутренний цикл, было указано окончательное значение индекса, т.е. чтобы этот оператор содержал полную информацию об изменении последнего из индексов, по которому организован цикл.

Если сложный цикл организуется с помощью циклов по счетчику или по простой переменной, то нет никаких ограничений на количество внутренних циклов, входящих в один внешний. Если же сложный цикл организован из циклов по индексу, то входящие друг в друга внутренние циклы могут содержать не более четырех различных индексов. Даже если в каждом цикле используется один индекс, то таких циклов может быть не более четырех.

Ни один оператор, записанный вне цикла, не может передавать управление внутрь цикла, т.е. структуры цикла типа



недопустимы.

Допустимы структуры цикла типа



или

В качестве примера программы со сложным циклом напомним программу умножения квадратной матрицы A двенадцатого порядка на вектор B соответствующей размерности в предположении, что значения их компонентов определяются оператором ВВОД.

УЧЕБНЫЙ — ПРИМЕР Σ

1. ВВО — $B(20), A(400 — 20.20) \Sigma$

2. ВЫЧ — $Y = 0 \Sigma$

3. ВЫЧ — $Y = Y + A/I, J / . B/J / \Sigma$

ПОВ — $J = 1 — (1) — 20 \Sigma$

НАП — НА — БПМ — $Y \Sigma$

ПОВ — $2 — I = 1 — (1) — 20 \Sigma$

КОН — Σ

НАЧ — 1Σ

§ 2.6. Организация вывода результатов

Вывод результатов в АКИ предусмотрен на БПМ (быстродействующий цифровой печатающий механизм), АЦПУ (алфавитно-цифровое печатающее устройство) и РТА (рулонный телеграфный аппарат или телетайп).

На БПМ можно выводить только цифровую информацию, которая будет напечатана в один столбец на узкой бумажной ленте.

На АШУ можно выводить и цифровую, и текстовую информацию, причем в одной строке может быть напечатано до 128 символов.

На РТА можно выводить и цифровую, и текстовую информацию, причем в данном случае в одной строке может быть размещено до 72 символов.

Выводимая информация может содержать все символы АКИ кроме $:$, $?$, Σ , $?$, \equiv , $<$. Символы \equiv , $?$ используются в операторах вывода для специальных целей.

При выводе на печать чисел действительного типа необходимо помнить, что мантисса каждого числа имеет семь десятичных разрядов. Поэтому в напечатанном числе могут быть верными только семь первых значащих цифр. Целые числа печатаются точно.

Для вывода результатов на БПМ используется оператор НАПЕЧАТАТЬ $_$ НА $_$ БПМ, который уже рассматривался в § 2.2. С помощью этого оператора можно печатать числовые значения простых переменных и массивов. В операторе указываются идентификаторы простых переменных и идентификаторы и характеристики выводимых массивов. Для одномерного массива нужно указывать количество выводимых элементов, а для двумерного - количество выводимых строк и столбцов, отделяемое друг от друга символом $,.$. Характеристики массивов записываются в круглых скобках. Количество выводимых элементов и количество строк и столбцов может быть либо числом, либо простой переменной целого типа. Указателем целого типа является двоеточие. В качестве разделителя между идентификаторами используется запятая. Например:

НАП $_$ НА $_$ БПМ $_$ D, : N, T(10), C(3.5) Σ

Массив можно печатать, начиная с любого его элемента. В этом случае в операторе нужно указать номер

первого выводимого элемента. Например

НАП_НА_БПМ X /1,3/ (2.3), Y /5/ (15) Z

НАП_НА_БПМ X, :D, A/3/ (9), :B/2,1/ (3.2), S X

Вид печати, соответствующий последнему примеру, показан на рис. 2.1.

После печати числового значения каждой простой переменной и после печати массива числовых значений печатается интервал. Строки двумерных массивов при печати тоже разделяются интервалами.

Для вывода информации на АЦПУ используются операторы Вывод, Вывод_Таблицы и Вывод_Текста.

Оператор Вывод выводит на АЦПУ числовые значения простых переменных или конкретных компонентов массива и их идентификаторы. Печатается полное наименование переменной, знак „=" и числовое значение переменной в десятичной системе исчисления.

Для величин действительного типа в операторе Вывод указывается количество знаков после запятой, с которыми будут печататься числовые значения всех переменных. Однако количество десятичных знаков не может быть больше 19. Перед каждой переменной можно указать номер позиции строки, с которой эта переменная будет печататься. Номер позиции отделяется от наименования переменной пробелом.

Для величин целого типа и величин действительного типа, с точностью до целых, точность не указывается и слово Знак опускается. Все переменные печатаются в строку друг за другом: с той позиции, которая указана перед переменной, либо через один пробел после напечатанного значения предыдущей переменной, если номер позиции перед ней в операторе не задан.

Если все переменные, перечисленные в операторе, не помещаются в одну печатную строку, то печать будет продолжена в следующих печатных строках. Однако в этом случае номера позиций для отдельных переменных могут быть указаны в операторе лишь для первой строки.

+ 1 0 0 0 0 0 0 + 0 1	X
+ + 5	:D
+ 1 7 0 9 0 0 0 + 0 2	} A /3/(3)
+ 1 0 0 0 0 0 0 + 0 1	
- 2 1 3 5 6 0 0 - 0 1	
- 1	} :B 1/2, 1/(3.2)
+ 0	
+ 1 7 2	
+ 1 9	
- 1	
- 3	
- 1 2 7 0 0 0 0 + 0 2		B

Рис. 2.1

Если отведено недостаточно позиций под печать информации той или иной переменной, то символы, для которых не хватило места, будут опущены. Например, пусть в запоминающем устройстве машины записаны величины:

$$X = -0,7258471 \cdot 10^{-3};$$

$$Y = 0,2461725 \cdot 10^2;$$

$$NOMER = 15;$$

$$SUMMA = 0,0534;$$

$$B/5/ = 134;$$

$$C/1,3/ = 0,77645 \cdot 10^{-3};$$

$$/3,7/ = 1973.$$

Переменные *NOMER*, *B/5/*, *R/3,7/* - целого типа. Оператор **ВЫВОД** с указанием позиций в строке и точности выводимых величин, равной пяти десятичным знакам, и без такого указания можно записать следующим образом:

ВЫВОД \lfloor 5 \lfloor **ЗНАКОВ** \lfloor 10 \lfloor X,30 \lfloor Y,45 \lfloor : *NOMER*, \equiv
55 \lfloor *SUMMA*, 70 \lfloor : *B/5/*, 80 \lfloor *C/1,3/*,
100 \lfloor *D/3,7/* \times

ВЫВОД \lfloor X, Y, : *NOMER*, *SUMMA*, : *B/5/*, *C/1,3/*; *R/3,7/* \times

Оператор **ВЫВОД_ТАБЛИЦЫ** выводит на АЦПУ числовые значения простых переменных и компонентов массивов в виде таблицы. Так же как в операторе **ВЫВОД**, в операторе **ВЫВОД_ТАБЛИЦЫ** можно указать требуемую точность выводимых величин (одинаковую для всех). Информация о выводимых простых переменных и массивах записывается так же, как в операторе **НАП_НА_БМП**, с той лишь разницей, что каждому идентификатору предшествует формат, т.е. указывается, сколько позиций в строке отводится для печати значе-

ний этой переменной. Формат записывается в виде целого положительного числа, отделяемого от идентификатора пробелом. Информация о каждой из выводимых переменных отделяется друг от друга запятыми. Сумма форматов не должна превосходить 128.

При выводе на АЦПУ одномерного массива его компоненты печатаются в один столбец. При выводе компонентов двумерного массива его строки разворачиваются и печатаются также в один столбец. Строки разделяются интервалом.

Числа печатаются вплотную к правому краю столбца. Если под столбец отведено недостаточное количество позиций, то будет напечатана целая часть числа, запятая, а затем столько десятичных знаков, сколько позволяет указанный формат. Если не помещается даже целая часть числа, то будет напечатан символ ↑.

Оператор Вывод_Таблицы выводит только таблицу числовых значений, не указывая идентификатор.

Пример. Нужно вывести в виде таблицы значения следующих простых переменных и массивов.

$N = 102;$

$$A = \begin{bmatrix} 0,1251 & 0,12 & 0,121 & 10125 \\ 0 & -1,119 & -0,1 & 1 \\ 1,12 & 192 & 0,25 & 2 \\ 18,251 & -1 & 1291 & 0,5 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0,5925 & -137 & 122 & 129 \\ 12,5 & 0 & -0,01 & -98 \\ 18,697 & 0 & -0,002 & -5,12 \end{bmatrix}$$

Выв_Таб_3_Знака_7_:N,10_A(4,4),≡
10_B(3,4), 15_A/2,2/(3,2), 15_B/1,3/≡
(3,1)Σ

Задав соответствующим образом информацию в операторе, можно обеспечить:

а) вывод одной строки матрицы в столбец таблицы

ВЫВ_ТАБ_3_ЗНАКА_15_А /2,1/ (1,4) Σ

б) вывод одного столбца матрицы в столбец таблицы

ВЫВ_ТАБ_3_ЗНАКА_15_А /1,3/ (5,1) Σ

в) вывод одной строки матрицы в виде строки таблицы (если позволяет формат)

ВЫВ_ТАБ_3_ЗНАКА_20_А /1,1/, 20_А /1,2/,
20_А /1,3/ Σ

г) вывод матрицы в общепринятом виде

ВЫВ_ТАБ_3_ЗНАКА_20_А /1,1/ (3,1), 20_А /1,2/ \equiv
(3,1), 20_А /1,3/ (3,1) Σ

Оператор ВЫВОД_ТЕКСТА выводит на АЦПУ текстовую информацию, записанную в нем. Обычно он используется для печати различных знаков, таблиц, комментариев, пояснений к решению задач и т.д.

В одном операторе можно задать для печати несколько строк текста. Признаком перехода к следующей печатной строке является „ < “, которой ставится в том месте текстовой информации, где нужно перейти на следующую печатную строку. В строке 128 позиций. Если строка содержит больше 128 символов, то напечатаны будут только первые 128.

В одном операторе можно печатать русский и латинский тексты. Латинский текст записывается в кавычках. Например:

ВЫВОД_ТЕКСТА_ТАБЛИЦА_ФУНКЦИИ_’Y=EXP(X)’ Σ

Если некоторый набор русских символов надо повторить в строке несколько раз, то в кавычках надо за-

писать число повторений, пробел и тот набор русских букв, цифр и символов, который повторяется. Например, конструкция '128 _ _' реализует печать в позициях 1-128 символа _ _.

Символ '<' можно использовать для пропуска строк. Например:

ВЫВОД _ ТЕКСТА _ УЧЕБНЫЙ ПРИМЕР <<< ∑

С помощью этого оператора будет напечатан текст УЧЕБНЫЙ _ ПРИМЕР и пропущены две пустые строки.

Например, составим программу, печатающую на АЦПУ следующее четверостишие Мяковского:

```
Красные флаги  
несем!  
    несем!  
        несем!
```

УЧЕБНЫЙ _ ПРИМЕР ∑

```
1. Выв _ Тек _ Красные _ флаги < ≡  
НЕСЕМ _ < ' 6 _ _ ' НЕСЕМ _ < ≡  
    '12 _ _ ' НЕСЕМ ∑  
КОН _ ∑  
НАЧ _ / ∑
```

Для вывода информации на телетайп используются следующие операторы:

НАПЕЧАТАТЬ _ НА _ ТЕЛЕТАЙПЕ

НАПЕЧАТАТЬ _ ТАБЛИЦУ

НАПЕЧАТАТЬ _ ТЕКСТ

Эти операторы по своему назначению и правилам во многом совпадают с соответствующими операторами вывода на АЦПУ.

§ 2.7. Использование кода машины

Некоторые операции невозможны в языке АКИ, но имеются в системе команд машины. Для того чтобы отдельные части АП можно было записать в коде машины, в АКИ предусмотрены операторы КОД и КОД. ПРОДОЛЖЕНИЕ.

В операторе КОД можно употреблять все команды из системы команд машины „Минск-22М” и двоичные константы в восьмеричном виде.

Программа в операторе КОД составляется в условных адресах, начиная с адреса 07000. Все команды и константы записываются последовательно и разделяются символом „.”. Первая команда будет иметь номер 07000, следующая - 07001 т.д.

Каждая команда разбивается на три части:

- код операции и индекс-адрес;
- первый адрес;
- второй адрес;

Эти части отделяются друг от друга пробелами.

Команды записываются следующим образом:

- код операции записывается двумя цифрами;
- индекс-адрес записывается двумя цифрами, первая из которых двоичная, вторая - восьмеричная;
- адреса команд записываются пятью цифрами, первая из которых двоичная, остальные четыре - восьмеричные.

Например:

```
КОД -10 00 0 0000 07005.  
      -3000 0 00003 00040.  
      -8018 0 00400 07025.  
      8400 0 07001 07025.
```

В командах могут употребляться адреса следующих типов:

- адреса от 07000₈ до 07177₈;
- адреса рабочих ячеек от 00040₈ до 00065₈;

- адреса индекс-ячеек 00016₈ и 00017₈;
- идентификаторы простых переменных и компонентов массивов;
- метки АП, переведенные в восьмеричную систему счисления.

Отсутствующий адрес в команде изображается как 00000.

Кроме команд в операторе КОД могут использоваться восьмеричные константы. Константы, так же как и команды, разбиваются на части, которые разделяются пробелами. Запись констант отличается от записи команд. В первой части записываются знак константы и старшие четыре восьмеричные цифры (для положительных констант знак можно опускать); следующие восемь цифр записываются во второй и третьей частях по четыре в каждой. Каждая константа содержит двенадцать восьмеричных цифр.

Константы оператора КОД записываются после всех команд этого оператора. Перед константами записывается условная команда. Она имеет вид: $-3077 _ N _ A$, где N - количество констант, задаваемое в восьмеричной системе счисления. Если в операторе нет констант, то $N=00000$. Адрес A можно использовать как обычный второй адрес команды с кодом операции -30 .

Для облегчения подсчета номера команды и константы на бланке их удобно записывать по одной в каждой строке. В этом случае в конце строки нужно ставить символ \equiv .

Пример:

КОД	_	-1300	_	00000	_	00041.	\equiv	} команды
		-1000	_	07007	_	00016.	\equiv	
		7116	_	A/1,1/	_	07010.	\equiv	
		-3400	_	00012	_	07004.	\equiv	
		1600	_	07011	_	B1A	\equiv	
		-2016	_	07002	_	07012.	\equiv	

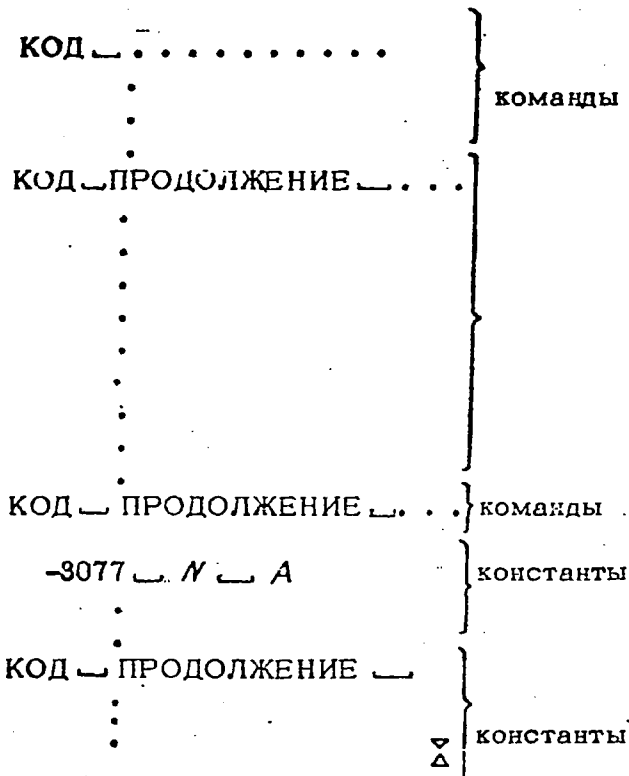
-3077	└ 00004	└ 00000.	≡	} условная команда
0010	└ 0000	└ 0000.	≡	
-7777	└ 7777	└ 7400.	≡	
0000	└ 0000	└ 0001.	≡	} константы
0000	└ 0002	└ 0000	≡	

Оператор КОД может быть помечен меткой. Войти в оператор КОД можно только через его начало. Внутри оператора перед какой-либо командой или константой метку записывать нельзя. Выход из оператора КОД возможен как в естественном порядке - передачей управления следующему за ним оператору, так и с помощью передачи управления на какую-либо из меток АП.

Если количество команд и констант велико, то информацию оператора КОД можно разбить на части. Тогда первая часть начинается со слова КОД, а вторая и последующие - со слова КОД └ ПРОДОЛЖЕНИЕ. Вся информация в операторах КОД и КОД └ ПРОДОЛЖЕНИЕ считается последовательной, т.е. нумерация команд и констант в операторах КОД └ ПРОДОЛЖЕНИЕ не начинается каждый раз с номера 07000, а продолжает нумерацию предыдущей части. На всю группу операторов КОД и КОД └ ПРОДОЛЖЕНИЕ записывается одна условная команда. Общая длина участка АП, записанного в машинном коде в операторе КОД и следующих за ним операторах КОД └ ПРОДОЛЖЕНИЕ, не должна превышать 128 команд.

Между операторами КОД и КОД └ ПРОДОЛЖЕНИЕ нельзя вписывать какие-либо другие операторы. Оператор КОД └ ПРОДОЛЖЕНИЕ может быть помечен меткой. Однако нужно помнить, что использовать эту метку в операторе ПОВТОРИТЬ нельзя.

Схематически группу операторов КОД и КОД └ ПРОДОЛЖЕНИЕ можно изобразить следующим образом:



При использовании этих операторов нужно помнить, что первая команда оператора КОД не должна быть индексированной и не должна быть с кодом операции „-30“. В операторе КОД не должно быть команд и констант вида 0000 _ 00000 _ 00000. Вместо этой команды надо записать команду 4000 _ 00000 _ 00000, которая в РП превратится в нужный код 0000 _ 00000 _ 00000. В качестве адресов в командах передачи управления не могут использоваться адреса 00040_г, 00065_г и 00013_г - 00017_г. Запись кода 00040 в адресе команды передачи управления воспринимается как переход на оператор с меткой 32. В операторе КОД разрешается использовать индексные ячейки 00001_г - 00015_г, но запоминание и восстановление содержимого этих ячеек возлагается на программиста.

§ 2.8. Использование магнитной ленты

Для работы с магнитной лентой используются операторы ЗАПИСЬ и ЧТЕНИЕ. В АП можно использовать накопитель на магнитной ленте, имеющий 16 лентопротяжных механизмов (ЛПМ) емкостью по 131072₁₀ слова каждый. ЛПМ нумеруются десятичными числами от 0 до 15, а слова, записанные на магнитной ленте, — от 0 до 131071.

В операторах нужно указывать номер ЛПМ, адрес первого слова на магнитной ленте, наименование начального элемента обмениваемого массива и количество слов этого массива, подлежащее обмену.

Компоненты адреса слова (номер ЛПМ и номер слова) могут задаваться десятичными целыми числами или простыми переменными целого типа. В последнем случае значения этих переменных должны быть вычислены.

Количество слов, подлежащее обмену, может быть либо целым положительным числом, либо простой переменной целого типа. Например:

ЧТЕНИЕ — 0,2000, C(N) ⌘

ЗАПИСЬ — 2, ADRES, A /5/ (1000) ⌘

С помощью одного оператора обращения к магнитной ленте можно записать или прочесть информацию нескольких подряд расположенных массивов. Для этого нужно указать начальный элемент первого из обмениваемых массивов и их общую длину. Например, следующие подряд расположенные массивы А (10), В (200 — 10.20), : С (20) можно написать на магнитную ленту с помощью одного оператора:

ЗАПИСЬ —, М, А (230) ⌘

Рассмотрим пример использования магнитной ленты. На магнитной ленте ЛПМ-3, начиная с адреса *ADR*,

хранится C чисел. Напечатать на БПМ значения этих чисел группами по GR (C кратно, $GR \leq 100$).

УЧЕБНЫЙ $_$ ПРИМЕР $\%$

2. ВВОД $_$ $ADR, C, GR \%$

МАССИВ $_$ $BUFER(100) \%$

ВЫЧИСЛИТЬ $_$ $: CONST = C : GR \%$

1. ЧТЕНИЕ $_$ $3, ADR, BUFER(GR) \%$

НАПЕЧАТАТЬ $_$ НА $_$ БПМ $_$ $BUFER(GR) \%$

ПОВТОРИТЬ $_$ $1 _$ $CONST \%$

КОНЕЦ $_$ $\%$

НАЧАЛО $_$ 2%

§ 2.9. Обработка двоичных величин

В некоторых задачах рассматриваются многоразрядные двоичные величины и в частности двоичные величины, имеющие всего два значения 0 и 1. Поэтому бывает необходимо оперировать с частью ячейки вплоть до каждого двоичного разряда.

Двоичные числа - это 37-разрядные числа в двоичной системе счисления. Разряды нумеруются слева направо с нулевого по тридцать шестой. Нулевой разряд знаковый. Утверждение „простая переменная X имеет двоичное значение - 177" означает, что в ячейке памяти, отведенной для X , единицы находятся в знаковом разряде и в разрядах с тринадцатого по тридцать шестой, а нули - во всех остальных.

Двоичные числа и двоичные значения переменных будем называть двоичными величинами.

Над двоичными величинами можно выполнять следующие операции:

- сдвига;
- логического сложения;
- логического умножения;
- отрицания.

Операция сдвига - двухадресная операция над двоичными величинами. Двоичное значение операнда первого адреса логически, включая знаковый разряд, сдвигается на количество разрядов, указанное в шести правых разрядах второго операнда. Направление сдвига определяется 30-м разрядом операнда (0 - сдвиг влево, 1 - сдвиг вправо). Разряды, выходящие при сдвиге за разрядную сетку, теряются. Место освободившихся при сдвигах разрядов заполняется нулями. По первому и второму адресу могут быть записаны двоичные числа или переменные. Они записываются в круглых скобках и разделяются запятой. Операция сдвига обозначается так СДВ. Например, СДВ (А,В); СДЛ (F, 14); СДВ (А/К/,В).

Операция логического сложения обозначается знаком „+“, логического умножения - знаком „.“, отрицания - знаком „-“. При записи операции отрицания знак „-“ и операнд записываются в круглых скобках. Например, А + В; X. Y; (- ГАММА).

При этом нужно помнить, что, например, запись (-177) будет обозначать 37-разрядное двоичное число, а не отрицание числа 177.

Двоичные величины с использованием скобок, знаков логических операций и операций сдвига составляют двоичное выражение. Порядок операций в двоичном выражении определяется скобками. Если скобки отсутствуют, порядок операций следующий:

- сдвиг;
- логическое умножение;
- логическое сложение.

Операция отрицания выполняется всегда раньше, чем логическое сложение и умножение, поскольку скобки при записи этой операции обязательны. Зак.295

При записи двоичных выражений нельзя употреблять наименования функций, операции деления и вычитания.

Для выполнения логических операций над двоичными величинами используется оператор ДВОИЧНЫЙ. Оператор имеет две разновидности: ДВОИЧНЫЙ $\underline{\quad}$ ВЫЧИСЛИТЬ и ДВОИЧНЫЙ $\underline{\quad}$ ЕСЛИ.

ДВОИЧНЫЙ $\underline{\quad}$ ВЫЧИСЛИТЬ используется для выполнения логических операций сложения, умножения, отрицания, логического сдвига. В операторе записываются формулы для вычисления двоичных значений по правилам записи формул в операторе ВЫЧИСЛИТЬ. В формулу могут входить двоичные числа, простые переменные и элементы массивов двоичного типа, соединенные знаками логических операций. Например:

ДВО $\underline{\quad}$ ВЫЧ $\underline{\quad}$ В/К+1/-СДВ (В/К/,1). 77700000 $\underline{\quad}$ Σ

ДВО $\underline{\quad}$ ВЫЧ $\underline{\quad}$ Z = D . X + G . (-X) $\underline{\quad}$ Σ

ДВО $\underline{\quad}$ ВЫЧ $\underline{\quad}$ Y = A . (-(D . X)) + СДВ (D, X) $\underline{\quad}$ Σ

ДВОИЧНЫЙ $\underline{\quad}$ ЕСЛИ используется для сравнения двух 37-разрядных чисел и в зависимости от результата выполнения этой операции - для перехода к тому или иному помеченному оператору. Допускаются только два знака отношения: „ $\underline{\quad}$ =“ и „ $\underline{\quad}$ /“. Слева от знака отношения записывается двоичное выражение, справа - двоичное число или переменная двоичного типа. Эти отношения проверяют совпадение или несовпадение всех разрядов двоичных величин, в том числе и знаковых. Например:

ДВО $\underline{\quad}$ ЕСЛИ $\underline{\quad}$ СДВ (E, 36) $\underline{\quad}$ = X $\underline{\quad}$ ТО $\underline{\quad}$ 5 $\underline{\quad}$ Σ

ДВО $\underline{\quad}$ ЕСЛИ $\underline{\quad}$ R1 . (R2 + 2) $\underline{\quad}$ / = 177 $\underline{\quad}$ ТО $\underline{\quad}$ 3 $\underline{\quad}$ ИНАЧЕ $\underline{\quad}$ 2 $\underline{\quad}$ Σ

Чтобы организовать ввод числовых значений двоичных величин, необходимо предусмотреть для них участок памяти с помощью оператора МАССИВ, а числовые значения этого массива можно вводить с помощью операторов КОД и СП. Эти же операторы можно использовать и для вывода на печать двоичных значений в необходимом виде.

§ 2.10. Порядок подготовки автокодовой программы и исходных данных

Автокодовая программа записывается на специальных бланках (рис. 2.2). На бланке имеются три графы: „Строка“, „Метка“, „Операторы“ и 16 строк, пронумерованных в возрастающем порядке от 01 до 16. Каждая строка содержит 68 позиций. Для записи метки отведены 4 позиции с 1 по 4, для записи оператора - 64 позиции с 5 до 68.

Кроме названных колонок на бланке имеются дополнительные графы: „Составил“, „Дата“, „Лист“, „Листов“, заполнение которых облегчает пользование программами.

Метка оператора, если она имеется, записывается в колонке „Метка“ с 1 по 4 позицию, причем свободные позиции остаются слева. Точка всегда записывается в 4 позиции.

Оператор записывается в колонке „Операторы“ с 5 по 68 позицию. Каждый оператор записывается с новой строки и может занимать несколько строк, однако общее количество символов оператора не должно превышать 2304 (примерно два полностью заполненных бланка). Если оператор не помещается на одной строке, то, закончив эту строку символом „≡“ (перевод строки), следует продолжить запись оператора в следующих строках.

Строки бланка, которые почему-либо были пропущены при записи АП, должны содержать в колонке „Операторы“ символ „≡“ в пятой позиции.

Заглавие записывается, начиная с любой позиции колонки „Операторы“ первой строки первого бланка. Если одной строки бланка недостаточно для записи заглавия, то, закончив запись в строке символом „≡“, продолжают ее в новой строке бланка. Заканчивается запись заглавия символом Σ . При отсутствии заглавия в пятой позиции первой строки первого бланка ставится символ Δ .

Бланки с АП нумеруются, начиная с номера 01.

После записи АП на бланках она должна быть заперфорирована на перфоленту. Перфорация АП производится на телеграфном аппарате СТА - 2М. Клавиатура СТА - 2М показана на рис. 2.3. АП перфорруется на перфоленту одним массивом, согласно правилам перфорации алфавитно-цифровой информации для ЦВМ „Минск-22“.

Алфавитно-цифровая информация, вводимая в машину „Минск-22“, представляется с помощью международного телеграфного кода М-2 (рис. 2.4). На пяти дорожках перфоленты перфорируются пятиразрядные двоичные коды. Всего можно заперфорировать 32 различные комбинации. Однако при перфорации произвольного текста 32 символов недостаточно, так как только букв в русском алфавите 32. Поэтому все символы русского и латинского алфавитов, цифры, знаки препинания, операций и др., а также служебные символы разносятся по трем группам - регистрам. Такой прием втрое увеличивает информационную емкость телеграфного аппарата. Перед использованием кода какого-либо символа указывается, к какому регистру относится этот символ. Перед группой символов, относящихся к одному регистру, признак регистра указывается только один раз.

В начале перфоленты с АП перфорируется „начало зоны“ (комбинация 00000 - „русский“ и 11111 - „латынь“), в конце перфоленты - „конец зоны“ (комбинация 11111 - „латынь“ и 00000 - „русский“). Перед комбинацией „конец зоны“ обязательно перфорируются пять комбинаций „пробел“.

Перфорация АП производится с бланка построчно. Если при перфорации строки где-нибудь допущена ошибка, а перфорация строки еще не закончена, т.е. символы „≡“ или „Δ“, заканчивающие строку, не отперфорированы, то можно отперфорировать символ „?“ и повторить перфорацию данной строки.

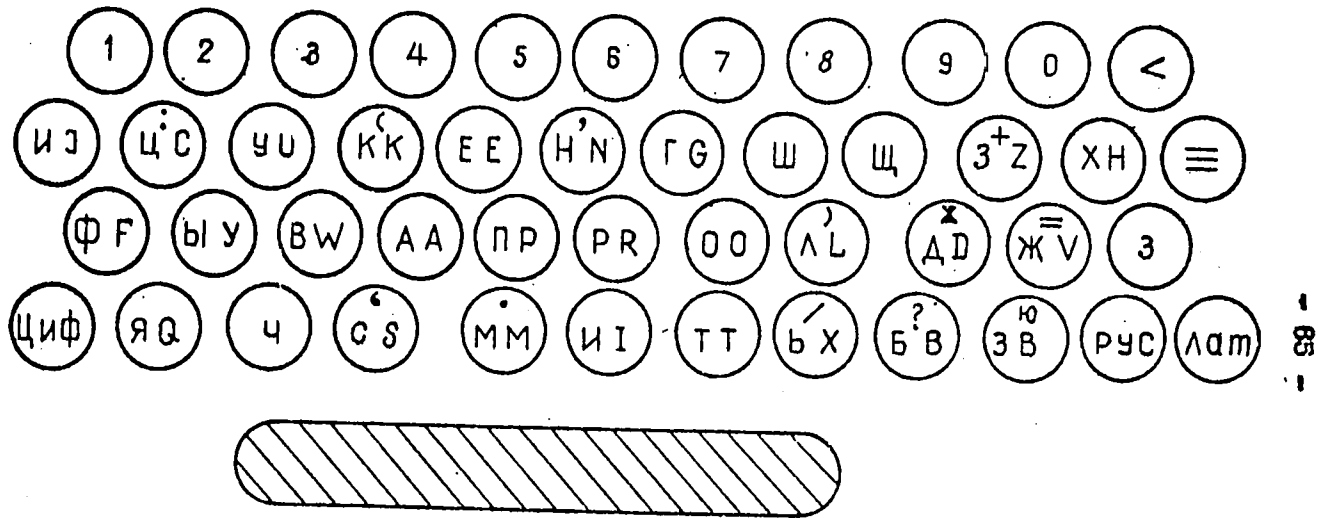


Рис. 2.3. Клавиатура аппарата СТА-2М

Числовые значения переменных и массивов, являющиеся исходными данными для АП, перфорируются на перфоленту с помощью устройства подготовки данных (УПД). Одновременно с перфорацией происходит печать информации на бумажной ленте. Клавиатура УПД изображена на рис. 2Б. Верхний ряд клавиш служит для перфорации цифр от 0 до 9 и комбинации „десятичный пробел“. Четыре клавиши верхнего ряда с нижними символами „+1“, „-1“, „+0“ и „-0“ используются для перфорации знака порядка вместе с первой цифрой порядка при перфорации десятичных чисел с плавающей запятой. Нижний ряд клавиш служит для перфорации восьмеричных знаков „+8“ и „-8“, комбинаций „передача адреса“ и „запись“, десятичных знаков „+10“ и „-10“ десятичной комбинации „запятая“ и комбинации „граница ввода“. Длинная клавиша используется для перфорации „пробела“.

На УПД можно также дублировать перфоленту с помощью специальной приставки для реперфорации ленты.

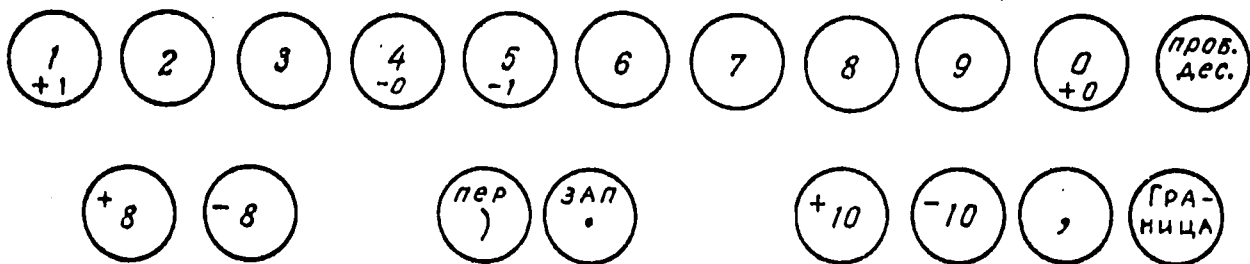
Числовые значения исходных данных набиваются на перфоленте в том порядке, в котором они описаны в операторе ВВОД. Простые переменные каждого типа при перфорации объединяются в один массив. Каждый одномерный или двумерный массив из оператора ВВОД также представляет собой отдельный массив информации на перфоленте. Например,

ВВОД $\underbrace{A, B, SUM}_I, \underbrace{C(50)}_II, \underbrace{RES(200 \dots M, N)}_III: \underbrace{M, N}_IV, \underbrace{F(10)}_V \Delta$

Для приведенного в примере оператора ВВОД на перфоленте формируются пять массивов информации. В начале и конце каждого массива перфорируются „начало зоны“ и „конец зоны“ соответственно. Между массивами на перфоленте оставляется свободный промежуток (20-30 мм).

Второй телеграфный
международный код машины „Минск-22”

№ п.п.	Кодовые комбинации					б	Буквен. регистр	Цифровой регистр	Примечание
	1	2	3(Сл)	4	5				
1	•	•	•				А (А)	—	
2	•		•		•	•	Б (В)	?	
3		•	•	•	•		Ц (С)	:	
4	•		•		•		Д (Д)	КТО ТАМ ⚡	
5	•		•				Е (Е)	3	
6	•		•	•	•		Ф (F)	Э	
7		•	•		•	•	Г (У)	Ш	
8			•	•		•	Х (Н)	Щ	
9		•	•	•			И (J)	8	
10	•	•	•		•		Й (J)	Ю	
11	•	•	•	•	•		К (К)	(
12		•	•			•	Л (L))	
13			•	•	•	•	М (M)	.	
14			•	•	•		Н (N)	,	
15			•		•	•	О (O)	9	
16		•	•	•		•	П (P)	0	
17	•	•	•	•		•	Я (Q)	1	
18		•	•		•		Р (R)	4	
19	•		•	•			С (S)	(⁶ АВСТРОФ)	
20			•			•	Т (T)	5	
21	•	•	•	•			У (U)	7	
22		•	•	•	•	•	Ж (V)	=	
23	•	•	•			•	В (W)	2	
24	•		•	•	•	•	Ь (X)	/	
25	•		•	•		•	Ы (Y)	6	
26	•		•			•	Э (Z)	+	
27			•		•		Возврат кар.	<	
28		•	•				Перев. стр.	≡	
29	•	•	•	•	•	•	Лат. регистр.		
30	•	•	•		•	•	Цифр. регистр.	[Ц]	
31			•	•			Пробел	␣	
32			•				Русск. регистр		



Зак. 295

Рис. 2.5. Клавиатура УПД

Если в АП несколько операторов ВВОД, то исходные данные перфорируются в той последовательности, в какой будут выполняться эти операторы.

Значения величин целого типа перфорируются в обычном десятичном виде со знаком. Например:

1973 перфорируется как +1973

-175 перфорируется как -175

Перфорация каждого числа заканчивается перфорацией комбинации „запись“.

Значения величин действительного типа можно перфорировать двумя способами: либо с запятой, разделяющей целую и дробную части, либо с мантиссой и порядком. Например,

21,53 можно перфорировать как +21,53 или +215300 +02

-5,01 можно перфорировать как -5,01 или -5010000 +01

0,072 можно перфорировать как +0,072 или +7200000 -01

14 можно перфорировать как +14 или +1400000 + 02

0 можно перфорировать как +0, или +, или +0000000 +00

В первом случае необходимо, чтобы запись числа содержала не более девяти символов, включая запятую (знак числа не учитывается). Во втором случае мантисса должна содержать семь символов, не считая знака, и порядок - два символа, не считая знака.

В конце каждого числа перфорируется комбинация „запись“.

Ошибки, допущенные при составлении АП и ее перфорации, а также неправильно разработанный алгоритм решения задачи приводят к тому, что результат не удается получить сразу. Поэтому обычно АП сначала проверяют и исправляют обнаруженные ошибки или, как принято говорить, отлаживают.

Для отладки АП используют специальные корректирующие операторы: ВСТАВИТЬ, УДАЛИТЬ, ЗАМЕНИТЬ.

Оператор ВСТАВИТЬ предназначен для добавления в АП новых строк. В операторах указывается номер строки АП, который складывается из номера бланка и номера строки на бланке, после которого нужно вставить новые строки. Номер отделяется от наименования оператора пробелом, после номера ставится символ Σ .

Вставляемые строки записываются с новой строки после символа Σ оператора ВСТАВИТЬ. Например:

ВСТАВИТЬ $_$ 0014 Σ

НАП $_$ НА $_$ БПМ $_$ X, Y Σ

Оператор УДАЛИТЬ предназначен для удаления одной или нескольких подряд расположенных строк АП. Если удаляется одна строка, то достаточно указать ее номер. Если удаляются несколько строк, то указываются номера первой и последней удаляемых строк, которые разделяются символом , - ". Например:

УДАЛИТЬ $_$ 0201 Σ

УДАЛИТЬ $_$ 0305 - 0402 Σ

Оператор ЗАМЕНИТЬ предназначен для замены одной или нескольких подряд расположенных строк АП новыми строками.

Если заменяется одна строка, то достаточно указать ее номер. Одну строку АП можно заменить одной или несколькими новыми строками. Например:

ЗАМЕНИТЬ $_$ 0108 Σ

ВЫЧИСЛИТЬ $_$ $Y = A \cdot X^2 + B$ Σ

ЗАМЕНИТЬ $_$ 0105 Σ

1. ВЫЧИСЛИТЬ $_$ $X = X + A$ Σ

ПОВТОРИТЬ $_$ 1 $_$ A = 0 $_$ (0.1) $_$ (= 5 Σ

Если заменяются несколько строк подряд, то указываются номера первой и последней из заменяемых

строк, которые разделяются символом „ - ”. Например:

ЗАМЕНИТЬ _ 0211 - 0305 Z

НАП _ НА _ БПМ _ Z, : M Z

КОНЕЦ

Соответствие количества новых и заменяемых строк не обязательно.

Корректировочная информация в АП называется дополнениями к АП. Дополнения к АП записываются на бланках для записи АП по тем же правилам, что и АП. Первая строка первого бланка дополнений должна содержать символ „ ? ” в пятой позиции. Корректировочные операторы должны записываться так, чтобы номера корректируемых строк составляли возрастающую последовательность. Повторение номеров строк, участвующих в исправлениях, не допускается, т.е. каждая из строк АП может быть исправлена только один раз.

Дополнения перфорируются отдельно от АП по тем же правилам.

Если скорректированная программа в свою очередь требует корректировки, то дополнения к ней записываются относительно исходных строк. Поэтому скорректированную АП полезно выводить на перфоленгу и печатать,

В 2.11. Порядок трансляции автокодированных программ

После перфорации АП следует работа с ней на машине. Работа на машине включает трансляцию АП и счет по составленной транслятором машинной программе. Транслятор для машины „Минок-22” должен быть записан на системной ленте (МЛ СМО).

Для трансляции АП следует:

1. Установить на ЛПМ - 00 системную магнитную ленту (МЛ СМО).

2. Установить на ЛПМ - 01 рабочую магнитную ленту.

3. Набрать на ЦПУ или ввести с перфоленты команды вызова стартовой информации транслятора:

17770) - 47 00 00000 00020

17771) - 45 00 00142 17800

17772) - 30 00 17770 00000

17773) - 31 00 17880 00017

4. Занести в ячейку 17777 дату трансляции. Дата трансляции состоит из шести цифр: старшие две цифры (12 разрядов) - число, следующие две цифры (12 разрядов) - месяц, младшие две цифры (12 разрядов) - год. Знаковый разряд не участвует.

5. Набрать на клавишном наборе код 0000 00000 00003.

6. Пустить машину с адреса 17770. Произойдет чтение с МЛ СМО стартовой информации транслятора. Останов СЧАК - 17776.

7. Включить ключи, определяющие устройства ввода:

ключ № 4 - для ввода с фотоввода;

ключ № 5 - для ввода со стартового устройства;

ключ № 7 - для ввода перфоленты с фотоввода с

контролем.

8. Заправить перфоленты в соответствующие устройства ввода. Если перфоленты с АП и с дополнениями вводятся с одного и того же устройства, то первой должна быть установлена перфолента с дополнениями.

9. Включить ключи, определяющие устройство вывода АП:

ключ № 1 - для вывода на перфоратор № 1;

ключ № 2 - для вывода на телетайп;

ключ № 3 - для вывода на перфоратор № 2 (для последующей распечатки на телетайпе);

ключ № 6 - для вывода на АЦПУ.

10. Пустить машину с адреса 17778. Если дополнения и АП вводятся с одного и того же устройства, то после ввода дополнений происходит промежуточный останов СЧАК - 00054 для установки перфоленты с АП в это же устройство. Для продолжения трансляции установить перфоленту с АП на то же устройство, с которого вводилась перфолента с дополнениями и нажать кнопку „Пуск“. Произойдет ввод перфоленты с АП, вывод, если нужно, перфоленты с АП и запись на рабочую магнитную ленту. Останов СЧАК - 00035.

11. Если предусматривается сокращенный режим вывода рабочей программы, то дополнительно включить ключ № 5. В этом случае вместо команд рабочей программы выводится таблица меток операторов АП и соответствующие начальные адреса операторов.

12. Пустить машину с адреса 00035. Произойдет чтение с МЛ СМО следующих частей транслятора. АП считывается с рабочей магнитной ленты частями, транслируется, и составленная рабочая программа тоже записывается на рабочую магнитную ленту. После того, как вся АП протранслирована, происходит вывод, если нужно, рабочей программы и вызов рабочей программы в МОЗУ. Конец трансляции - останов СЧАК - 00037.

При трансляции ведется контроль правильности записи АП. При обнаружении ошибки в АП транслятор в зависимости от ее характера определяет, можно или нельзя продолжить трансляцию дальше. Если трансляцию продолжить можно, то транслятор печатает номер останова и оператор, в котором допущена ошибка, с указанием номера листа и номера строки, где этот оператор записан. Например:

ОСТ. 13 ЛИСТ 01

15 ПОВТОРИТЬ $_2_1 = 2_ (3)_7 \uparrow \Sigma$

Если в АП обнаружена такая ошибка, после которой трансляцию продолжить нельзя, то машина остановится и на сумматоре в разрядах первого адреса будет указан номер останова.

После нахождения ошибки в операторе этот оператор не транслируется, поэтому некоторые последующие ошибки могут быть следствием предыдущих.

Все остановы сведены в таблицу остановов, в которой указаны номера остановов, причины и рекомендации оператору и программисту.

Таблица остановов приводится далее (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Номер остано- ва	Причина останова	Рекомендации
1	2	3
0	Неправильное чтение с магнитной ленты части транслятора	Повторить трансляцию. При повторном останове заменить магнитную ленту с транслятором
1	В написании числа есть не цифра. Идентификатор начинается не с буквы. Пропущена метка начала цикла в операторе ПОВТОРИТЬ. В операторе ВВОД не задано максимальное количество элементов массива. В арифметическом выражении используется Ю без показателя степени. В операторах печати таблицы перед форматом записан пробел	Исправить запись числа или идентификатора. Исправить запись оператора
2	Число не входит в диапазон допустимых чисел	Проверить условие задачи

1	2	3
3	Количество констант РП превышает 319	Изменить запись задачи
4	При записи в операторе пропущен один из разделителей. Информация оператора составляет больше 2304 символов	Исправить запись оператора. Разделить оператор на несколько операторов
5	Количество простых переменных РП превышает 255	Изменить запись АП
6	Количество команд подготовки цикла превышает 30	Попытаться изменить алгоритм задачи
7	Для РП требуется более 144 рабочих ячеек	Изменить запись АП
10	Переменная с индексами является элементом неопisanного массива. В АП используется элемент не первой строки двумерного массива, причем в описании этого массива значение второго индекса является переменной	Исправить запись оператора. Исправить описание массива
11	Количество массивов, одновременно описанных в АП, превышает 64	Изменить запись АП
12	Нет информации для оператора ПОВТОРИТЬ. Например, нет переменной с индексом внутри цикла, а требуется построить замыкание цикла по этому индексу	Проверить организацию циклов

1	2	3
13	Количество повторений цикла нецелое число. Например: ПОВ_2_1 = 2_(3)_7 %	Исправить запись оператора ПОВТОРИТЬ
14	Количество элементов описанного массива превышает отведенное для него место	Исправить описание указанного массива
15	Неправильная запись в операторе НАЗВАТЬ	Исправить запись указанного оператора
17	Неправильная запись информации в операторе ПОВТОРИТЬ. Условие замыкания цикла указано не в конце оператора	Исправить запись указанного оператора
20	В операторе ВВОД нарушена установленная последовательность записи переменных и массивов	Исправить запись указанного оператора
21	При составлении РП использованы уже все индексные ячейки	Просмотреть АП. Уменьшить количество переменных с индексами в формулах
22	Неправильная запись символа действия между двумя компонентами в формуле	Исправить запись указанного оператора

1	2	3
32	Используется запрещенная операция над двоичными величинами	Исправить запись указанного оператора
33	При трансляции обнаружена ошибка, место которой может быть указано, но устройство для печати не определено ключами	Включить нужные клавиши и соответствующие им устройства. Нажать кнопку „Пуск“
36	Нет служебного слова НАЧАЛО или после слова НАЧАЛО пропущена метка	Исправить запись АП
100	Не включен ключ, определяющий вид устройства для ввода АП	Включить ключ, соответствующий устройству. Нажать кнопку „Пуск“
101	АП не вмещается в МОЗУ АП и дополнения к АП не вмещаются в МОЗУ	Попытаться разбить алгоритм решения задачи на самостоятельные части и транслировать их отдельно Провести корректировку АП в несколько этапов
102	Ошибка в записи корректировочного оператора	Исправить запись дополнений к АП

1	2	3
103	Информация строки бланка не заканчивается символами „≡” или „Δ”. Перфолента с АП не заканчивается пятью пробелами	Исправить запись АП или дополнений к АП
104	Номера корректируемых строк расположены не в порядке возрастания	Исправить запись дополнений к АП
105	Есть ссылка на метку, которая не присвоена ни одному оператору АП. Введена не вся АП. Первый оператор АП, построивший команды РП, не имеет метки. Пропущено заглавие АП. РП не вмещается в МОЗУ. Неправильно организуются циклы	Исправить запись АП. Отсутствующую метку можно прочитать по второму адресу ячейки 00007
106	РП не вмещается в МОЗУ	Разделить АП на части
107	Неправильно организуются циклы	Проверить организацию циклов. Сопоставлением меток выведенной части РП и АП можно определить неправильно организованный цикл

1	2	3
111	Неправильный ввод перфоленты с АП. Несовпадение контрольных сумм при вводе	Для повторного ввода перфоленты нажать кнопку „Пуск“. Произойдет ввод перфоленты без контроля
112	Для РП требуется более 15 индексных ячеек	Уменьшить в АП количество переменных с индексами

Основные ограничения, приводящие к остановам при трансляции, следующие:

- количество символов в операторе или в заголовке АП не должно превышать 2304;
- количество констант в АП не должно превышать 319;
- количество простых переменных в АП не должно превышать 255;
- количество массивов, описанных в АП, не должно превышать 64;
- максимальное количество элементов всех массивов, описанных в АП, не должно превышать 7625;
- максимальное количество меток в АП - 127;
- количество команд и констант в операторе КОД и в записанных за ним операторах КОД ПРОДОЛЖЕНИЕ должно быть не более 128;
- максимальный порядок системы алгебраических уравнений, решаемых с помощью оператора АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ СИСТЕМА - 38;
- количество рабочих ячеек рабочей программы не должно превышать 144;
- объем АП - не более 38 полностью заполненных бланков.

После трансляции рабочая программа сохраняется в МОЗУ, поэтому сразу после трансляции можно осуществлять счет по рабочей программе. Порядок работы следующий:

1) если в рабочей программе есть обращение к стандартным программам БСПТ, то следует установить на ЛПМ - 02 магнитную ленту с БСПТ;

2) заправить в устройство фотоввода перфоленту с исходными данными (если они имеются);

3) включить нужные устройства для вывода результатов счета;

4) пустить машину с адреса 00037.

Повторный счет по рабочей программе можно вести с адреса 00037. По окончании выполнения рабочей программы машина останавливается. В сумматоре будет находиться код - 7717 17777 17777.

Однако кроме этого останова при различных ситуациях могут произойти остановки в стандартных программах автокода. При таких остановах в разрядах первого адреса сумматора указывается номер останова.

Кроме остановов в стандартных программах автокода при счете по рабочей программе возможны остановки в стандартных программах БСПТ. В этих случаях рекомендуется пользоваться описанием этих СП в БСПТ.

При выполнении рабочей программы возможны и другие остановки, в частности по переполнению. В каждом конкретном случае следует выяснить причины отдельно. Остановы могут быть вызваны как ошибками в АП, не замеченными транслятором, так и ошибками при информации исходных данных.

Далее приводится таблица остановов в стандартных программах автокода (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Номер останова	Номер СП	Причина останова	Рекомендации
1	2	3	4
41	СП-6 $y = \operatorname{tg} x$	$|x| = \frac{\pi}{2}$	Проверить условия задачи
42	СП-7 $y = \operatorname{arc} \sin x$ СП-10 $y = \operatorname{arc} \cos x$	$|x| > 1$	То же
43	СП-22 Перевод целого числа из 2 \rightarrow 10	$|x| > 999999999$	То же
44	СП-15 Печать чисел на БПМ. СП-17, СП-27 Печать таблицы чисел	Для двумерного массива не выполнено условие соответствия количества выводимых и описанных элементов в строке	Исправить оператор печати в АП
45	СП-20 Ввод и перевод чисел из 10 \rightarrow 2	Вводимый массив занимает в памяти больше места, чем отведено для него в АП.	Установить соответствие между описанием массивов в операторе ВВОД и содержанием перфо-

1	2	3	4
		Расположение в памяти последнего массива не проверяется	ленты с исходными данными
46	СП-23 Расчет количества повторений цикла	Количество повторений цикла отрицательное или целое число	Проверить АП
47	СП-1 $y = x^z$	Значение x^z не определено	Проверить условие задачи
50	СП-4 $y = e^x$	$x = 43,668$	То же

На ЦВМ „Минск-32“ можно выполнять программы, составленные для машины „Минск-22М“. Выполнение П22М на машине „Минск-32“ производится под управлением программы „Совместимость“, которая является частью комплекса программ „Диспетчер“. Для работы в режиме „Совместимость“ оператор директивой Р-22 вызывает программу „Совместимость“ в МОЗУ. Выполнение П22М на машине „Минск-32“ производится в соответствии с инструкцией оператору по выполнению ее на машине „Минск-22М“. П22М и ее исходные данные должны быть отперфорированы на тех же машинных носителях и в том же виде, что и для машины „Минск-22М“.

Печать информации, выводимой в П22М на цифровую печать, может осуществляться двумя способами:

- непосредственно по командам вывода на это устройство;

- после накопления на магнитной ленте вывода (ЛЫ).

В первом случае выводимая информация печатается на бумажной ленте УПЧ в той же последовательности, как и на машине „Минск-22М“, но каждая строка, в том числе и интервал, начинается с символов БПМ. После накопления на ЛЫ информация выводится на УПЧ массивами, каждый из которых содержит 4 столбца по 10 строк в каждом.

Для формирования задания на выполнение П22М подготавливается бланк задания, состоящий из двух основных частей. В первой части бланка указываются служебный признак и идентификатор задания. Вторая часть бланка задания содержит (рис. 2.6) признак П22М, тип машины, пусковой адрес П22М, режим работы с внешними устройствами, распределение магнитных лент.

Признаком П22М является знак 1, защищаемый в графе „Признак“. В графе „Тип машины“ всегда записывается М22М.

Пусковой адрес П22М записывается в графе „Пусковой адрес“ (позиции 7-11 бланка).

Режим округления задается в позиции 12 бланка (графа „Округление“), причем при разрешении округления в ней записывается знак 0, а при запрещении округления - знак 1.

Режимы работы с ВнУ задаются в позициях 13-19 бланка. В позиции 13 (графа „45 колонок“) бланка задается признак наличия (отсутствия) в П22М ввода 45-колоночных перфокарт; причем в этой позиции записывается знак 1 при наличии ввода с 45-колоночных перфокарт, или знак 0 при наличии ввода с 80-колоночных перфокарт, либо при отсутствии ввода с перфокарт вообще.

В позиции 14 (графа „УПЧ“) бланка задается признак запрещения (разрешения) непосредственной печати информации, выводимой на УПЧ. При разрешении непосредственной печати в этой позиции записывается

МИНСК - 32	Бланк задания на выполнение программы машин типа „Минск-22”																			
Программа: ТСК ТМ																				
Перфорировать на <u>перфокартах</u> перфоленте																				
1	↑ Признак	Идентификатор задания																		
		А	А	А	А	А														
		1	2	3	4	5	6													
2	↑ Признак	Тип машины					Пусковой адрес					ОКРУГ-ЛЕНА	45 КО-ЛОНОК	УПЧ	Б П М	В-теле-ТАИП	КСУ	ПУЛЬТ-ИНЖЕНЕРА	Ы-ТЕ-ЛЕТАИП	
		М	2	2	М	—	1	7	7	7	0	0	0	А	10	0	0	0	0	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Назначение магнитных лент в программе и распределение их между накопителями на магнитной ленте машины „Минск-32”																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17			
		В	А	В	Б	В	Г	В	Д	0										
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Составил		Ткаченко										Дата								
Проверил		Иванов										Дата								
Перфорировал		Петров										Дата								
Бланк задания на трансляцию СИМП транслятором ТМ																				

знак А, а при запрещении - знак 0. При запрещении непосредственной печати информация выводится на УПЧ, предварительно накапливается на магнитной ленте и может быть распечатана на УПЧ по специальной директиве.

В позиции 15 (графа „БПМ“) бланка задается признак разрешения (запрещения) непосредственной печати на УПЧ информации, выводимой в П22М на цифровую печать. При разрешении печати в этой позиции записывается знак 10, а при запрещении - знак 0. При запрещении печати информация, выводимая на цифровую печать, предварительно накапливается на магнитной ленте, а после останова распечатывается на УПЧ.

В позиции 16 (графа „В-телетайп“) бланка задается признак наличия (отсутствия) ввода с клавиатуры телетайпа. При наличии ввода с клавиатуры телетайпа в этой позиции записывается знак 8, а при отсутствии - знак 0.

В позиции 17 (графа „КСУ“) бланка задается признак наличия (отсутствия) ввода информации с перфоленты стартстопного механизма. При наличии ввода в этой позиции записывается знак 4, а при отсутствии - знак 0.

Позиции 16 и 17 бланка являются взаимоисключающими, и поэтому в них не могут одновременно находиться признаки наличия ввода с телетайпа и стартстопного механизма. Если же в П22М осуществляется ввод с обоих устройств, то признак наличия ввода отмечается только для того устройства, с которого ввод осуществляется раньше. В этом случае перед переходом к вводу с другого устройства признак наличия ввода изменяется по специальной директиве в процессе выполнения П22М.

В позиции 18 (графа „Пульт инженера“) бланка задается режим управления программой „Совместимость“ с пульта инженера или с пульта оператора. При необходимости управления с пульта инженера в позиции 18 записывается знак 2, а при необходимости управления с пульта оператора - знак 0.

В позиции 19 (графа „Ы“ телетайп“) бланка задается признак наличия (отсутствия) в П22М вывода на телетайп, причем при наличии вывода записывается знак 1, а при отсутствии - знак 0.

Распределение магнитных лент в П22М задается в позициях 20-51, причем для каждой МЛ-22 в соответствии с номером в восьмеричной системе счисления отводятся две позиции, в первой из которых указывается назначение МЛ-22, а во второй - условное обозначение НМЛ, которому соответствует МЛ-22. После позиций последней используемой в П22М МЛ-22 в бланке задания ставится знак \diamond - признак конца задания.

Назначение МЛ-22 обозначается буквами русского алфавита:

В - Входная. Для хранения исходной информации одной МЛ-22.

Р - Рабочая. Для накопления промежуточных результатов вычислений.

ϕ - Объединенная входная. Для хранения исходной информации нескольких входных МЛ-22.

В качестве условного обозначения НМЛ „Минок-32“ могут использоваться следующие буквы русского алфавита: А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, Й, К, Л, М, Н, О, П.

Для работы транслятора используются следующие магнитные ленты:

- объединенная входная;
- рабочая лента.

Протокол трансляции с пояснениями приводится далее.

* ЖДУ

ВЫ - ААААА; ПМ↑ААААА↑М22М11777000А₁₀
0000 ОАРБ - А \diamond

* ААААА : НАЧАЛО

* 1. УСТ. МЛ 22-00 НМЛ - 002. На НМЛ № 002 устанавливается лента СМО

* 1 \diamond

* 1. УСТ. МЛ НМЛ - 003. На НМЛ № 003 устанавливается рабочая лента.

* 1 \diamond

* ВНУ МИНСК - 22

ВЛ - 043

ПФ1 - 040

ПФ2 - 042

ВК - 041

ЫК - 044

ПЧ - 045

ВПМ - 045

ПМ - 048

С/С - 043

ТЕЛ - 048

МЛОО-002

МЛО1-003

МЛО2-002

* ЖДУ

ПЕ - 0; 3 \diamond СТ-0; 17778 \diamond ВЛЦ \diamond Стирается МОЗУ
с УВЛ вводится программа „ВЫЗОВ СМО“.

* КС) - 77777777777

* Р1) + 000000017775

ПУ \diamond Пуок программы с адреса 17770.

* 1. ОСТ. ПР : 17778,

-3080 0000 0000, +00000000 0000 + 0000 0000 0000

* 1 \diamond Заправить перфоленту с АП в устройство фото-
товвода. Включить клавиши № 4 и 8.

* 1. ВЛ -043, 01658: РЕВЕРС

* 1 \diamond

* 1. ОСТ. ПР : 00035,

+ 00001400 0800 + 0000 0000 0000 + 0000 0000 0000

* 1 \diamond Конец первого этапа трансляции. Включить ключ
№ 5, если рабочая программа не нужна.

* 1. ОСТ, ПР : 00037,

- 214040527175, + 0000 0000 0000, + 0000 0000 0000

конец трансляции. Заправить перфоленту с исходными
данными в устройство фототоввода.

* 1 \diamond

Г л а в а Ш

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИБЛИОТЕКИ СТАНДАРТНЫХ ПРОГРАММ В РЕЖИМЕ Т (БСПТ)

§ 3.1. Назначение библиотеки стандартных программ

Использование библиотеки стандартных программ является первым этапом автоматизации программирования. Библиотека стандартных программ входит в состав системы программирования, которая представляет собой совокупность программных средств, с помощью которых производится подготовка программ к выполнению. Простейшим способом использования подпрограмм является включение их в основную программу ручным способом при ее составлении. Так как подпрограмма может находиться в любом месте оперативной памяти, то необходимо произвести настройку подпрограммы по месту ее расположения в памяти, заключающуюся в привязке внутренних адресов, линейно зависящих от начального адреса. Эта работа является трудоемкой, и ее целесообразно возложить на машину. Автоматическое подключение стандартных программ в рабочую программу может производиться двумя методами:

- методом компиляции;
- методом интерпретации.

Первый метод заключается в том, что в оперативную память вызываются все стандартные программы, необходимые для работы основной программы, и настраиваются по месту их расположения. Метод компиляции целесообразно использовать в тех случаях, когда в основной программе имеются многократные обращения к сравнительно небольшому количеству подпрограмм.

При втором методе стандартные программы вводятся в память машины (и исполняются) в порядке обращения к ним в основной программе, сменяя друг друга. Метод интерпретации целесообразно применять в тех случаях, когда в основной программе имеются обращения к большому количеству подпрограмм и основная программа вместе с необходимыми для ее работы стандартными подпрограммами не вмещается в оперативной памяти машины.

Необходимость обеспечения максимального удобства при самостоятельном использовании и обслуживании библиотеки стандартных программ, а также при включении ее в транслирующие системы предьявляет определенные требования как к стандартным программам, так и к способу организации библиотеки.

Библиотека стандартных программ в режиме Т (БСПТ) предназначена для машин „Минск-2” и „Минск-22” при эксплуатации их в режиме Т, а также для машины „Минск-32” в режиме совместимости. Кроме того, БСПТ включена в транслирующие системы АКИ-Т и АЛГАМС. Библиотека включает:

- набор стандартных программ (СП) с восьмеричными номерами 0001-1777, удовлетворяющих некоторым правилам, изложенным далее;
- программы для обслуживания БСПТ, которым отведены восьмеричные номера 1740-1777;
- интерпретирующую и компилирующую системы (ИКС).

§ 3.2. Требования, предъявляемые к стандартным программам

Схема стандартной программы

Каждая стандартная программа должна быть составлена в действительных адресах, начиная с любого начального адреса $A_n \geq 00020$ в пределах 00020-17777. В стандартных программах есть два типа адресов.

Постоянные адреса, т.е. адреса, не изменяющиеся при перемещении СП в памяти машины. К таким адресам относятся неиспользуемые адреса, адреса индексов ячеек и т.д.

Внутренние или переменные адреса, линейно зависящие от начального адреса размещения СП в памяти. Это адреса внутренних переходов, констант и внутренних рабочих ячеек. Такие адреса должны быть переработаны при настройке программы по месту расположения ее в памяти.

Для автоматической переработки адресов при помощи ИКС необходимо задать информацию о перерабатываемых адресах, которая должна находиться внутри СП. Такая информация задается с помощью таблицы настройки (ТН). В таблице настройки для каждой команды СП отводится по два двоичных разряда, соответствующих первому и второму адресу. 0 - соответствует постоянному адресу, 1 - внутреннему, который подлежит переработке.

В одной ячейке ТН размещается информация для 18 команд СП, знаковый разряд не используется и всегда равен 0. Таблица настройки вместе с другими характеристиками помещается в конце СП и образует с ней единое целое. Рекомендуется, чтобы команды с внутренними адресами располагались в начале СП, а за ними - константы. Рабочие ячейки целесообразно располагать в самом конце СП. Тогда их место может быть использовано для ТН, которая после настройки программы по месту уже не нужна.

Стандартные программы могут содержать внутри себя обращения к другим СП или обращения к нестандартным блокам. Такие программы называются сложными. Участок сложной СП, расположенный между первой командой A_n и последним обращением к другой СП, называется участком просмотра. Этот участок после настройки просматривается ИКС в режиме компиляции, которая отыскивает команды обращения к другим СП и организует вызов их в оперативную память.

В стандартных программах можно использовать индексные ячейки 00013-00017 в качестве стандартных рабочих ячеек. Причем при обращении к любым СП и нестандартным блокам ячейка 00017 является ячейкой обратной связи. Эти пять ячеек при работе с БСПТ составитель основной программы не должен использовать. В исключительных случаях, когда не хватает индексных ячеек, эти ячейки могут использоваться с сохранением и восстановлением их.

Каждая СП должна заканчиваться выходом в основную программу или остановом в тех случаях, когда подпрограмма не может выполнить своих функций. Как правило, в СП предусматривается „останов с замком“, который не дает возможности продолжения решения. Если останов вызван лишь местной невозможностью продолжения вычислений, то допускается продолжение решения повторным пуском. Во всех случаях остановка СП обязана выдавать информацию: в регистре P1 - номер СП в разрядах 1-10, на сумматоре - команду возврата, в разрядах первого адреса регистра P2 - номер останова. Схема стандартной программы изображена на рис. 3.1. Вид схемы стандартной программы зависит от того, находится она на магнитной ленте (рис. 3.1,а) или настроена по месту работы в МОЗУ (рис. 3.1б). В момент хранения СП на МЛ или перфоленте на месте рабочих ячеек она располагается в таблице настройки (ТН). За таблицей настройки располагается таблица характеристик {ТХ}, которая занимает три ячейки и содержит следующую информацию:

N - номер СП, представляющий восьмеричное число из диапазона 0001-1777;

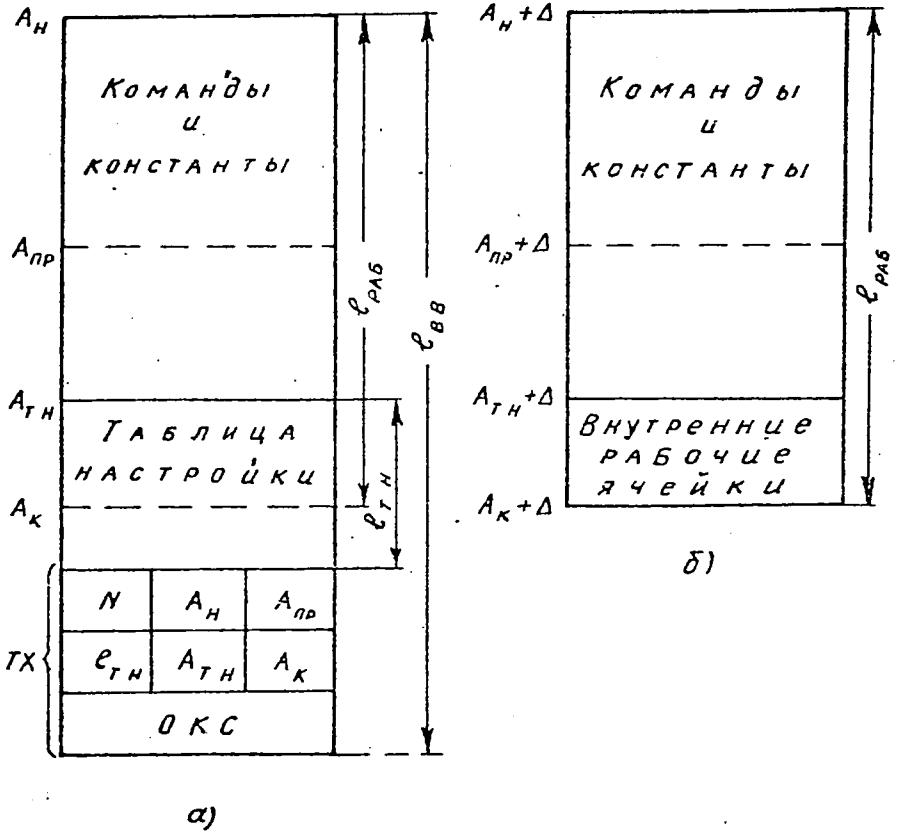


Рис. 3.1

A_N - начальный адрес, относительно которого составлена СП;

- A_K - конечный адрес СП, т.е. адрес последней рабочей ячейки, если они есть, или адрес последней команды или константы СП. Это последний адрес СП после настройки, за которым можно располагать другие программы;

$A_{пр}$ - адрес просмотра, после которого нет обращений к другим СП. Участок просмотра программы $A_N - A_{пр}$ просматривается системой ИКС на наличие обращения к другим СП для вызова последних в МОЗУ. Для простых программ (не имеющих обращений к другим СП) $A_{пр}$ должен быть равен нулю;

$P_{ТН}$ - длина таблицы настройки;

$A_{ТН}$ - начальный адрес таблицы настройки;

ОКС - обратный код контрольной суммы, который дополняет контрольную сумму (КС) основного текста стандартной программы вместо с ТН и ТХ до -77 17 17777 17777 (единицы во всех разрядах). Эта контрольная сумма называется стандартной и обозначается КС-С;

$P_{вв}$ - длина ввода (длина СП до настройки);

$P_{РАБ}$ - рабочая длина СП, т.е. количество ячеек, необходимое для работы СП после настройки.

Адреса A_N , A_K , $A_{пр}$, $A_{ТН}$ являются относительными. В процессе настройки они изменяются на величину Δ - разность между относительным начальным адресом A_N и адресом, с которого СП размещается в памяти для работы.

§ 3.3. Правила обращения к стандартным программам в организации БСПТ на магнитной ленте

Обращение к СП осуществляется с помощью команды обращения и следующих за ней параметров программы и имеет следующий вид:

K + 0)	- 31 00 00040	00017
K + 1)	⊕ N P1	P2
K + 2)	+ 00 00 P3	P4
.....		
K + m)	+ 00 00 P _r	P _{r+1}

Первая строка является обращением к ИКС, которая располагается в памяти, начиная с адреса 00040.

В первых десяти разрядах строки K + 1 указывается N - номер СП, представляющий восьмеричное число из диапазона 0001-1777. Следует помнить, что при записи в коде команд в режиме T информация о коде операции записывается следующим образом:

000 000 0 000

две цифры кода операции являются восьмеричными, а индекс-адрес состоит из одной двоичной цифры и второй восьмеричной. Поэтому номер подпрограммы, записанный в кодах команд режима T, будет отличаться от восьмеричной записи.

Например:

1) номер подпрограммы перевода целого числа из двоичной системы счисления в десятичную (СП-21)

0 000 010 001
0 0 2 1

в восьмеричной системе счисления записывается как 0021, а в коде команд режима T

000 0010 1001
0 1 0 1

2) номер обслуживающей подпрограммы „Справка о БСПТ“ (СП-1753) в восьмеричной системе записывается 1753, а в коде команд режима T 7813.

Параметром подпрограммы может быть адрес или некоторая целочисленная константа (например, адреса аргумента и результата, размерности матрицы или вектора, значение некоторого признака и т.п.). Для записи каждого параметра отводится 13 разрядов независимо от того, является он адресным или целочисленным. Параметры записываются построчно в разрядах первого и второго адреса плотно друг за другом. Разряды 1-10 всех строк обращения, кроме строки $K + 1$, должны быть нулевыми. Второй адрес последней строки также должен быть нулевым. Например, обращение к СП-0023 „Перевод массива целых чисел из двоичной системы счисления в десятичную и вывод их на шрифтовую печать” имеет следующий вид:

$K + 0$	)	-	31	00	00040	00017
$K + 1$	)		01	03	A	n
$K + 2$	)		00	00	K	00000

где A - начальный адрес массива, в котором расположены исходные целые числа в двоичной системе счисления;

n - количество чисел;

K - количество чисел в группе, если требуется печать переведенных чисел группами.

Если необходимо перевести в десятичную систему счисления 100 целых чисел по 10₁₀ чисел в группе, расположенных в массиве, начиная с адреса 0740, то обращение имеет вид

$K + 0$	)	-	31	00	00040	00017
			01	03	01740	00142
			00	00	00012	00000

Количество строк обращения зависит от числа требуемых для данной СП параметров, но для одной и той же СП это число всегда постоянно.

Замечание. Если результатом СП является одно число, то в момент выхода из подпрограммы оно должно находиться в сумматоре. Если результатом работы СП является несколько чисел, то допускается, чтобы содержимое сумматора было неопределенно. Если исходными данными или результатами работы СП являются двумерные массивы (подпрограммы умножения матриц, решение систем линейных алгебраических уравнений, обращения матрицы и др.), то они должны быть записаны по строкам. Симметрические матрицы задаются верхним треугольником. Стандартные программы для хранения и использования оформляются соответственно на перфоленте и на магнитной ленте. Первичным носителем БСП является перфолента. На магнитной ленте БСПТ оформляется вместе программами системы ИКС. (и другими обслуживающими программами).

После разметки, тестовой проверки и записи по всей магнитной ленте кода С в начало ленты записывается блок с характеристиками данной ленты „Метка ленты“. Блок „Метка ленты“ содержит информацию о марке ленты, датах ее изготовления и разметки, степени изношенности и максимальном адресе. Непосредственно за блоком „Метка ленты“ располагается „Шапка БСПТ“, содержащая информацию о характеристиках библиотеки, хранящейся на данной ленте:

- наименование библиотеки (шесть символов);
- максимальный адрес магнитной ленты;
- начальный адрес каталога БСПТ;
- начальный адрес МЛ, с которого записаны СП;
- дата записи БСПТ на МЛ;
- количество СП, находящихся на МЛ;
- первый свободный адрес МЛ, с которого можно продолжать запись СП на МЛ.

На ленте также хранится каталог БСПТ. Каталог представляет собой таблицу, которая состоит из строк, называемых оглавлением, и предназначена для хранения информации о местоположении каждой СП на магнитной ленте. Оглавление занимает одну ячейку и имеет следующий вид:

0	1	II	23 24	36
T	N	L ₆₆	АМЛ	

здесь T - тип СП, для простых СПТ-0, для сложных - T = 1;

N - номер СП;

L₆₆ - длина ввода СП, т.е. количество ячеек, которое СП занимает на МЛ;

АМЛ - адрес на МЛ, кратный 10₈, с которого, записана СП. АМЛ занимает в оглавлении 13 разрядов, а поэтому максимальный адрес, с которого может начинаться СП на МЛ, не должен превышать 17777₈.

Таким образом, объем СП, хранящихся на МЛ, не может превышать 64 тысяч слов (32 зоны МЛ).

Оглавление записывают в каталог группами по 33₁₀ строки в каждой. Группа заканчивается ОКС. Такая организация каталога позволяет за одно обращение к МЛ читать с контролем целую группу или несколько групп оглавлений одновременно.

На магнитную ленту записываются СП системы ИКС и обслуживание СП, которые будут рассмотрены далее.

§ 3.4. Описание системы ИКС

Основой системы ИКС является интерпретирующая (ИПТ) и компилирующая (КПТ) программы, которые предназначены для автоматического подключения стандартных программ БСПТ в рабочую программу. Во время вызова ИПТ или КПТ с магнитной ленты в оперативную память машины работают две вспомогательные программы ВИКС1 и ВИКС2, задача которых состоит в том, чтобы определить, какой режим (компиляции или интерпретации) используется и чтобы правильно вызвать ИПТ или КПТ. Вызов осуществляется стандартными

командами обращения к ИКС, которые занимают шесть строчек и имеют следующий вид:

$m + 0$) - 47 00 pq 00040
 $m + 1$) - 45 00 00040 00040
 $m + 2$) - 30 00 m 00000
 $m + 3$) - 31 00 00040 00017
 $m + 4$) 00 00 A_H A_K
 $m + 5$) 00 00 B_H B_K

здесь pq - номер шкафа и лентопротяжного механизма с магнитной лентой ВСПТ;

A_H, A_K - начальный и конечный адреса оперативной памяти, выделенной для размещения стандартных программ (библиотечное поле);

B_H, B_K - начальный и конечный адреса команд основной программы, между которыми расположены все обращения к СП вида

$K + 0$) - 31 00 00040 00017

-

Этот участок аналогичен участку просмотра в сложных СП. Адреса B_H и B_K используются только в режиме компиляции. Равенство нулю B_H и B_K является признаком использования интерпретирующей системы. В режиме компиляции все строки вида - 31 00 00040 00017 на участке просмотра $B_H - B_K$ должны означать только обращение к СП. Во время компиляции и интерпретации первый адрес 00040 будет изменен на адрес начала программы по месту работы, и поэтому строки обращения к СП нельзя использовать как некоторые константы.

Получив управление, компилирующая программа выполняет следующие функции:

- на участке просмотра $B_H - B_K$ отыскивает все обращения к стандартным программам;

- вводит в библиотечное поле A_{sp} - A_k все СП, к которым есть обращение на участке просмотра, а также те СП, которые необходимы для работы уже вызванных сложных СП;

- настраивает введенные СП по месту расположения в библиотечном поле;

- заменяет первый адрес в командах обращения к СП адресом фактического расположения СП в библиотечном поле.

В рабочей программе может быть несколько обращений к одной и той же СП. Для того чтобы каждая СП вводилась только один раз, КПТ составляет таблицу характеристик (ТХ), которая содержит информацию о введенных программах. Для каждой СП эта информация, содержит в таблице характеристик одну строку, которая имеет вид

0	1	10 11	23 24	36
<i>T</i>	<i>N</i>	A_{sp}	$E_{пр}$	

где *T* - тип СП (простая или сложная);

N - номер СП;

A_{sp} - первый адрес СП в библиотечном поле;

$E_{пр}$ - длина просмотра сложной СП, для простой СП $E_{пр} = 0$.

О каждой введенной СП КПТ печатает на устройстве цифровой печати строку вида

0	1	10 11	23 24	36
<i>T</i>	<i>N</i>	0000	A_{sp}	

Заключив просмотр рабочей программы, КПТ просматривает таблицу характеристик и, если были введены сложные СП, то они также просматриваются программой КПТ.

Интерпретирующая программа, получив управление, проверяет правильность чтения ИПТ с магнитной ленты и передает управление ячейке $m + 6$, следующей непосредственно за обращением к ИКС и являющейся ячейкой основной программы. В дальнейшем ИПТ получает управление от команд обращения к СП в ходе работы основной программы. В ИПТ интерпретации частично совмещен с методом компиляции. Это обусловлено тем, что на библиотечном поле могут одновременно располагаться не одна, а несколько СП. Количество СП, которые одновременно находятся в библиотечном поле, зависит от соотношения длины библиотечного поля и суммы длин вызываемых СП.

Если длина библиотечного поля позволяет вместить все необходимые СП, то они могут храниться в библиотечном поле одновременно. Если же длина библиотечного поля меньше суммы длин всех СП, используемых в рабочей программе, то работающие СП в каком-то порядке сменяют друг друга. Это замедляет работу основной программы. При повторном обращении к СП (например в цикле) ИПТ вообще не участвует в работе, а работает только блок, обеспечивающий сохранение вызванных СП и использование последних при повторном обращении.

§ 3.5. Программы системы ИКС и обслуживания БСПТ. Остановы в системе ИКС

Работа отдельных блоков программ системы ИКС контролируется. При обнаружении ошибки предусмотрены остановки. Как и в стандартных программах, останов индицируется в регистре P2 в виде 00 00 00000 *Ност*. Все остановки сведены в таблицу. Остановы 101-103 относятся к программам вызова системы ИКС, Остановы 104-110 предусмотрены во время работы ИКС (КПТ и ИПТ), останов 111 - только в КПТ.

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	2	3
101	Неверно прочитана ВИКС2	Пуск. Произойдет повторное чтение
102	Начало библиотечного поля (A _H) меньше 01000	В обращении к ИКС исправить A _H . Пуск
103	Неверно прочитана ИКС	Пуск. Произойдет повторное чтение
104	Неверно прочитана группа оглавлений ка- талога	То же
105	1. Происходит обраше- ние к СП, которой нет на МЛ БСПТ (в Р1 - номер СП, в СМ - адрес команды обращения) 2. Количество СП больше 33 (КПТ)	Останов с замком. 1. Пополнить биб- лиотеку или испра- вить рабочую про- грамму. Начать сначала 2. См. „Дополни- тельные возмож- ности КПТ“
106	Не хватает места в библиотечном поле для чтения СП с МЛ (в Р1 - номер СП, в СМ - адрес коман- ды обращения)	Останов с замком (требуется увели- чить библиотечное поле)
107	Неверно прочитана СП	Пуск. Произойдет повторное чтение

1	2	3
110	Не хватает места в библиотечном поле для работы СП (в Р1 - номер СП, в СМ - адрес команды обращения)	Останов с замком. (требуется увеличить библиотечное поле)
111	На участке просмотра больше 33 СП (КПТ)	Останов с замком (см. „Дополнительные возможности КПТ“)

К программам системы ИКС условно отнесены системные программы ИПТ и КПТ и программы вызова системы ИКС (ВИКС1 и ВИКС2).

Программы обслуживания БСПТ согласно своему названию предназначены для того, чтобы обслуживать БСПТ. Здесь есть программы, которые могут записать библиотеку на МЛ, вывести ее на печать, отперфорировать, продублировать, и другие. Наличие некоторых из них является обязательным и контролируется во время записи БСПТ на МЛ.

Все программы обслуживания и программы системы ИКС, как и другие стандартные программы, имеют в БСПТ свои библиотечные номера. При этом программы обслуживания, как правило, стандартно организованы и требуют стандартного обращения через свой номер. Номера, присвоенные программам ИКС, используются только системой обслуживания библиотеки. Единая библиотечная нумерация создает значительные удобства при обслуживании БСПТ и отдельных ее частей (в том числе и программ системы ИКС). Например, программе КПТ, так же как и любую стандартную программу, имеющимися средствами обслуживания легко напечатать, отперфорировать или заметить.

Для программ обслуживания и программ системы ИКС выделен свой диапазон номеров 1740-1777. Только шесть первых номеров являются жестко закрепленными за своими программами, которые мы далее перечислим. Остальные номера имеют относительно свободное назначение в том смысле, что никакая из существующих программ не требует и не проверяет их соответствия. Однако ввиду специфики некоторых уже имеющихся программ обслуживания не рекомендуется присваивать произвольным программам номера из данного диапазона или новым программам обслуживания присваивать номера вне этого диапазона. Упомянутые шесть номеров присвоены следующим программам обслуживания и ИКС, которые обязаны быть в начале первой катушки БСПТ и только в такой последовательности:

- 1740 - "Открыть БСПТ"
- 1741 - "ВИКС1"
- 1742 - "ВИКС2"
- 1743 - "КПТ"
- 1744 - "ИПТ"
- 1745 - "Пополнить БСП"

Информация о системах программ (1741-1744), как указывалось, выделена в отдельный раздел. Поэтому далее будут рассматриваться программы обслуживания БСПТ. Первой помещена программа „Записать метку“. Эта программа не принадлежит непосредственно к программам обслуживания БСПТ (и не имеет номера). Но она нужна для подготовки магнитной ленты перед созданием библиотеки.

Для некоторых программ обслуживания БСПТ в качестве данных являются номера лентопротяжного механизма и дата (число, месяц, год), которые задаются либо в строках обращения к СП, либо на клавишном наборе центрального пульта управления. Чтобы не повто-

рять их форму в описаниях всех программ, где они встречаются, поясним их.

Все лентопротяжные механизмы нумеруются с 0 до 15. Номер ЛПМ при обращении к СП указывается номером (в восьмеричной системе счисления) из этого диапазона и располагается в ячейке (или клавишном наборе) в младших разрядах того адреса, в котором он задается. Например: 1) 00 00 00017 00000 2) 00 00 00000 00015. В первом примере задан $N=15$, во втором - $N=13$.

Для задания даты используется гексадное представление цифр. Каждый элемент даты (день, месяц, год) изображается двумя цифрами. Например:

000000	000001	000000	000101	000111	000011
--------	--------	--------	--------	--------	--------

Представление даты (1 мая 1973 года), которое используется в программах обслуживания БСПТ.

ЗАПИСАТЬ МЕТКУ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для подготовки магнитной ленты перед записью на нее библиотеки стандартных программ. Программа записывает метку (точнее только 1-ю и 6-ю строки сетки) и код. С по всей рабочей длине МЛ. Программа работает только самостоятельно и вводится в память с отдельной перфоленты.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Накопитель на магнитной ленте.
2. Устройство ввода с перфоленты (для ввода данной программы).

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Размеченная магнитная лента, установленная на ЛПМ - *N*.

2. На клавишном наборе - номер ЛПМ (первый адрес) и количество полных зон на МЛ (второй адрес). Это количество равно номеру зоны, который высвечивался на счетчике зон в момент окончания разметки данной МЛ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Магнитная лента с записанной меткой и кодом *C* по всей ее длине, кончая последней полной зоной. Такую МЛ будем в дальнейшем называть подготовленной для записи БСПТ.

ИНСТРУКЦИЯ ОПЕРАТОРУ

1. Установить на ЛПМ - *N* размеченную МЛ.
2. Ввести с перфоленты программу „Записать метку“.
3. Набрать на клавишном наборе номер *N* (в младших разрядах первого адреса) и количество зон на МЛ (в младших разрядах второго адреса).
4. Пустить программу с адреса 01000.

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
2	Неверно записана метка ленты ($KC \neq C$)	Пуск. Произойдет повторная запись метки
1	Неверно записан код <i>C</i> в некоторую зону на МЛ ($KC \neq C$)	Пуск. Произойдет повторная запись кода <i>C</i> в ту же зону
3	Подготовка ленты для записи БСПТ закончена	

ПАМЯТЬ

Программа 01000-01106
Индексные ячейки 00013-00017
Рабочее поле 04000-07777-
для одного блока
МОЗУ

ИЛИ

04000-17777 -
для двух блоком МОЗУ

СП - 1740

ОТКРЫТЬ БСПТ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для первоначального создания библиотеки стандартных программ на подготовленной магнитной ленте: вводит с ПЛ1 БСПТ и записывает на МЛ программы системы ИКС (1741-1744), программу „Пополнить БСПТ“ (1745) и программу „Открыть БСПТ“ (1740), формирует и записывает на МЛ шапку и каталог БСПТ.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Накопитель на магнитной ленте.
2. Устройство ввода с перфоленты.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Подготовленная для записи БСПТ магнитная лента, установленная на ЛПМ-И
2. Первая катушка БСПТ (ПЛ1), установленная в устройство ввода. Последовательность блоков на катушке должна быть следующей: СП-1740, 1741, 1742, 1743, 1744, 1745. Наличие и последовательность остальных блоков на катушке могут быть произвольными.
3. На клавишном наборе - номер ЛПМ (первый адрес).

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Магнитная лента, на которую записаны СП-1740-1745 и по ним сформированы и записаны на МЛ шапка и каталог БСПТ. Такую магнитную ленту будем называть МЛ. Фактически, чтобы открыть МЛ БСПТ достаточно иметь на ПЛІ только шесть упомянутых блоков (1740-1745).

2. После работы данной программы в МОЗУ находится программа „Пополнить БСПТ“ (на своем месте), а в ячейках 00261-00265 — команды обращения к ней, которые дают возможность после окончания работы программы „Открыть БСПТ“ пуском автоматически подключить программу „Пополнить БСПТ“ для ввода и записи на МЛ оставшихся СП на ПЛІ и других катушек БСПТ (см. п. „Остановы“ в данной программе и инструкцию к СП-1745).

ИНСТРУКЦИЯ ОПЕРАТОРУ

1. Заправить ПЛІ БСПТ и ввести первый блок (программу „Открыть БСПТ“), КС = С.

2. Сделать „Общее гашение“, набрать на клавишном наборе номер ЛПМ (первый адрес).

3. Пуск (не включая фотоввода).

ПАМЯТЬ

Программа	00001, 00020-00363
Индексные ячейки	00013-00017
Рабочее поле	00440-06520

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	2	3
1	Неверно прочитана метка ленты (КС≠С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
2	На МЛ отсутствует метка ленты	Записать метку ленты и повторить все сначала

Окончание табл.

1	2	3
3	Неверно введены СП с ПЛ1 (КС≠С), в Р1 - номер СП	Пуск. Произойдет реверс и повторный ввод
4	На ПЛ1 нарушен порядок следования программ (1740-1745)	Заменить ПЛ1 и повторить все сначала
5	Неверно записана СП (1741-1745) на МЛ (КС≠С) В Р1 - номер СП	Пуск. Произойдет повторная запись
6	Неверно записана на МЛ программа 1740 (КС≠С)	То же
7	Неверно записан на МЛ каталог БСПТ	" "
10	Неверно записана на МЛ шапка БСПТ	" "
11	Неверно прочитана с МЛ СП-1745 „Пополнить БСПТ“ (КС≠С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
12	Программа „Открыть БСПТ“ работу закончила	Набрать дату на клавишном наборе. Пуск. Управление будет передано программе „Пополнить БСПТ“ (см. инструкцию к СП-1745) для ввода оставшихся СП на ПЛ1 (и других катушек БСПТ)

СП - 1745

ПОПОЛНИТЬ БСПТ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для ввода с ПЛ и записи на МЛ БСПТ новых СП или замены имеющихся на МЛ СП другими вариантами. Программа используется непосредственно после работы „Открыть БСПТ” или любой другой момент для записи новых СП.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Накопитель на магнитной ленте.
2. Устройство ввода с перфоленты.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Открытая магнитная лента БСПТ, установленная на ЛПМ-*N*.
2. Катушка стандартных программ (последний блок-пустой), подлежащих вводу и записи на МЛ, установленная в устройство ввода.
3. На клавишном наборе - дата.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Магнитная лента БСПТ, пополненная стандартными программами введенной катушки. В шапку БСПТ записана дата пополнения.

ОБРАЩЕНИЕ

Если программа „Пополнить БСПТ” используется без „Открыть БСПТ”, то обращение к ней должно иметь (стандартный) вид:

К) - 31 00 00040 00017
К + 1) 78 05 *N*_{ЛПМ} *A*_{н.р}
К + 2) 00 00 *A*_{к.р} 00000

Здесь *N*_{ЛПМ} - номер ЛПМ с БСПТ;
*A*_{н.р} и *A*_{к.р} - начальный и конечный адреса рабочего поля.

$A_{н.р} - A_{к.р}$ (не менее 6070₈ ячеек) - необходимо для работы данной СП.

После ввода и записи на МЛ одной катушки БСПТ управление передается в ячейку К + 3. Поэтому для пополнения БСПТ программами, находящимися на нескольких катушках, необходимо повторить обращение, например добавив следующие команды:

К + 3) - 00 00 00000 00000

К + 4) - 30 00 К 00000

В этом случае после ввода и записи очередной катушки произойдет останов (для заправки следующей катушки в устройство), а затем, после пуска - передача управления на повторное обращение к „Пополнить БСПТ“. Если программа „Пополнить БСПТ“ работает сразу после „Открыть БСПТ“, то обращение к ней (с заикливанием) построено автоматически и достаточно сделать только пуск.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	308
Длина СП после настройки	300
Индексные ячейки	00013-00017
Рабочее поле	не менее 6070 ячеек

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	2	3
1	Длина рабочего поля меньше 6070 ₈	Увеличить рабочее поле и повторить обращение
2	Неверно прочитана шапка или каталог БСПТ (КС/С)	Пуск. Произойдет повторное чтение

1	2	3
3	Длина СП (вв) больше 4000g	Останов с замком
4	Длина при вводе СП с ПЛ не совпадает с длиной, указанной в ТХ СП	Пуск. Произойдет реверс и повторный ввод. Если добавить 1 в СчАК и дать пуск, то данная СП будет пропущена
5	Неверное введение СП с ПЛ (КС+С)	Пуск. Произойдет реверс и повторный ввод. Если добавить 1 в СчАК и дать пуск, данная СП не будет пропущена
6	Для записи СП не хватает места на МЛ	Пуск. Произойдет запись шапки БСПТ на МЛ и выход из СП
7	Неверно записана СП на МЛ (КС+С)	Пуск. Произойдет повторная запись. Если добавить 1 в СчАК и дать пуск, то будет продолжена работа, но неверная СП останется на МЛ
10	На ЛПМ -И установлена не БСПТ	Заменить МЛ. Пуск

ЗАМЕЧАНИЕ

Останов (СчАК=0265) означает конец записи ПЛ на МЛ при использовании СП-1745 непосредственно после работы СП-1740. Заправить в фотоввод ПЛ и дать пуск.

СП-1746

ВЫВЕСТИ СТАНДАРТНЫЕ ПРОГРАММЫ БСПТ НА ПЕРФОЛЕНТУ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для ввода стандартных программ БСПТ с МЛ на перфоленду. Программа может выводить как отдельные СП, так и все, имеющиеся в заданных диапазонах номеров.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Накопитель на магнитной ленте.
2. Устройство вывода на перфоленду (ПФ-1 и/или ПФ-2).
3. Устройство цифровой печати.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Магнитная лента БСПТ, установленная на ЛПМ-И.
2. На клавишном наборе - дата.

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Стандартные программы БСПТ, отперфорированные на одну или несколько катушек. В начале каждой катушки отперфорирован ее номер (задается при обращении) и дата (снимается с клавишного набора). Между ними отперфорирован условный разделитель - комбинация „Запись“. Длина каждой катушки не более 100 м. Между отдельными СП на катушке - 25 см^х. Последний блок на каждой катушке - пустой.

2. На устройство цифровой печати выводятся: номер катушки, дата вывода, номера СП данной катушки.

х) Для увеличения промежутка нужно задать его величину в сантиметрах в ячейке 1415 (по А₂).

ОБРАЩЕНИЕ

	К)	- 31 00	00040	00017
К +	1)	76 08	А	N_K
К +	2)	00 00	$N_{ЛПМ}$	$A_{н.р}$
К +	3)	00 00	$A_{к.р}$	Р

Значения параметров:

А - начальный адрес списка номеров выводимых СП;

N_K - номер первой выводимой катушки (следующим катушкам будет присвоен номер, на 1 больше предыдущего);

$N_{ЛПМ}$ - номер ЛПМ с МЛ БСПТ;

$A_{н.р}$ и $A_{к.р}$ - начальный и конечный адреса рабочего поля (не менее 8080г ячеек), необходимого для работы данной СП;

Р - задает номера перфораторов;

Р=1 - вывод на перфоратор № 1;

Р=2 - вывод на перфоратор № 2;

Р=3 - вывод на перфораторы № 1 и 2.

Список номеров выводимых СП может состоять из произвольного числа строк (ячеек) следующих двух типов:

1	10 11	23 24	36	
	N1	N2	N3	тип 1

1	10 11	23 24	36	
	0	M1	M2	тип 2

Строки типа 1 предназначены для указания вывода отдельных СП (с номерами № 1, № 2, № 3 и т.д.);

Если в строке данного типа количество номеров меньше трех, то в соответствующих частях ячеек (справа) должны стоять нули.

Строки типа 2 предназначены для указания вывода всех СП, номера которых лежат в диапазоне M1-M2. Последовательность вывода СП соответствует последовательности, заданной списком номеров. Для указания конца списка последняя строка его должна быть со знаком минус.

Замечание. При выводе программ системы ИКС, обслуживания БСПТ и ряда других программ БСП в списке номеров информационная строка о выводе программ системы ИКС и обслуживания БСПТ должна быть первой.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки 450

Длина СП после настройки 457

Индексные ячейки 00013-00017

Рабочее поле не менее 8080 ячеек

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	2	3
1	Длина рабочего поля меньше 8080 ₈ ячеек	Увеличить рабочее поле и повторить обращение
2	Неверно прочитана шапка БСПТ (КС*С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
3	Неверно прочитан каталог БСПТ (КС*С)	То же

Окончание табл.

1	2	3
4	Неверно прочитана СП с МЛ (КС#С). В Р1 - номер СП	Пуск. Произойдет повторное чтение. Если добавить 1 в СЧАК и пуск, данная СП будет пропущена
5	Закончен вывод СП на очередную катушку (100 м)	Проверить и, если нужно заправить перфораторы чистой бумажной лентой. Пуск

СП - 1747

**ВЫВЕСТИ СТАНДАРТНЫЕ ПРОГРАММЫ БСПТ
НА УСТРОЙСТВО АЛФАВИТНО-ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТИ**

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для вывода стандартных программ БСПТ с МЛ на устройство алфавитно-цифровой печати. Программа может выводить как отдельные СП, так и все, имеющие номера в данном диапазоне.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Накопитель на магнитной ленте.
2. Устройство алфавитно-цифровой печати.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Магнитная лента БСПТ, установленная на ЛПМ - N

РЕЗУЛЬТАТЫ

Стандартные программы, отпечатанные устройством алфавитно-цифровой печати на листах стандартного раз-

мера. Каждая программа начинается с нового листа. В шапке каждого листа печатается номер СП.

ОБРАЩЕНИЕ

К) - 31 00 00040 00017
 К + 1) 76 07 $N_{ЛПМ}$ А
 К + 2) 00 00 $A_{н.р}$ $A_{к.р}$

Значения параметров:

- $N_{ЛПМ}$ - номер ЛПМ с МЛ БСПТ;
- А - начальный адрес списка выводимых СП (описание списка см. в п. „Обращение“ СП-1746);
- $A_{н.р}$ и $A_{к.р}$ - начальный и конечный адреса рабочего поля (не менее 6060₈ ячеек), необходимого для работы данной СП.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки 404
 Длина СП после настройки 413
 Индексные ячейки 00013-00017
 Рабочее поле не менее 6060 ячеек

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	Длина рабочего поля меньше 6060 ₈ ячеек	Увеличить рабочее поле и повторить обращение
2	Неверно прочитана шапка БСПТ (КС*С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
3	Неверно прочитан каталог БСПТ (КС*С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
4	Неверно прочитана СП с МЛ (КС*С)	Пуск. Произойдет повторное чтение. Если добавить 1 в СЧАК и пуск, данная СП будет пропущена

СП - 1750

ТЕСТ БСПТ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для проверки сохранности стандартных программ БСПТ на магнитной ленте. Проверка производится путем чтения СП с МЛ и сравнением ее контрольной суммы с кодом С.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Накопитель на магнитной ленте.
2. Устройство цифровой печати.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Магнитная лента БСПТ, установленная на ЛПМ-*И*.
2. На клавишном наборе - дата.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Информация о содержании и состоянии БСПТ на магнитной ленте, отпечатанная на устройстве цифровой печати в такой последовательности:

- дата проверки БСПТ (с клавишного набора);
- дата, указанная в шапке БСПТ;
- номера СП, имеющихся на МЛ БСПТ (с правильной суммой - в правой части строки, с неправильной - в левой части строки);
- первый свободный адрес на МЛ БСПТ;
- последний адрес на МЛ БСПТ.

ОБРАЩЕНИЕ

	К)	- 31 00	00040	00017
К +	1)	78 10	<i>N</i> _{ЛПМ}	<i>A</i> _{И.Р}
К +	2)	00 00	<i>A</i> _{К.Р}	00000

Значения параметров:

$N_{ЛПМ}$ - номер ЛПМ с МЛ БСПТ;
 $A_{н.р}$ и $A_{к.р}$ - начальный и конечный адреса рабочего поля
 не менее 2060₈ ячеек), необходимого для ра-
 боты данной СП.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки 215

Длина СП после настройки 214

Индексные ячейки 00015-00017

Рабочее поле не менее 2060 ячеек

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	Длина рабочего поля меньше 2060 ₈ ячеек	Увеличить рабочее поле и повторить об- ращение
2	Неверно прочитана шапка БСПТ (КС≠С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
3	Неверно прочитан ка- талог БСПТ (КС≠С)	То же
4	Неверно прочитана СП с МЛ (КС≠С). В Р1 - номер СП	Пуск. Произойдет повторное чтение. При повторении ост- танова добавить 1 в СчАК и пуск.

СП - 1751

ПРОДУБЛИРОВАТЬ МЛ БСПТ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для копирования БСПТ с одной магнитной ленты на другую.

ОБОРУДОВАНИЕ

Накопитель на магнитной ленте.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Магнитная лента БСПТ, установленная на ЛПМ-*N1* (исходная МЛ).

2. Подготовленная магнитная лента, т.е. лента, на которую записана метка, установленная на ЛПМ-*N2* (дубль МЛ).

РЕЗУЛЬТАТЫ

БСПТ на магнитной ленте ЛПМ - *N2*, полученная копированием исходной МЛ БСПТ, находящейся на ЛПМ-*N1*. Во время копирования в шапку БСПТ - дубль записывается в соответствующую строку максимальный адрес дубль-МЛ, который определяется из ее метки. Остальные строки шапки копируются.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	- 31 00	00040	00017
К + 1)	78 11	<i>N1</i>	<i>N2</i>
К + 2)	00 00	<i>A_{н.р}</i>	<i>A_{к.р}</i>

Значения параметров:

N1, N2 - номера ЛПМ с исходной МЛ и дубль - МЛ;
A_{н.р} и *A_{к.р}* - начальный и конечный адреса рабочего поля (не менее 4000₈ ячеек), необходимого для работы данной СП.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	211
Длина СП после настройки	225
Индексные ячейки	00013-00017
Рабочее поле	не менее 4000 ячеек

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	Длина рабочего поля меньше 4000 ₈ ячеек	Увеличить рабочее поле и повторить обращение
2	Неверно прочитана шапка БСПТ с исходной МЛ (КС≠С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
3	Неверно прочитана метка дубль - МЛ (КС≠С)	То же
4	Не хватает места на дубль - МЛ	Заменить дубль - МЛ и повторить обращение
5	Неверно прочитана часть БСПТ с исходной МЛ (не совпали суммы чтения и контрольного чтения)	Пуск. Произойдет повторное чтение и контрольное чтение
6	Неверно записана часть БСПТ на дубль МЛ (не совпали суммы чтения этой части с исходной МЛ и контрольного чтения с дубль - МЛ)	Пуск. Произойдет повторная запись
7	Неверно записана на дубль - МЛ (КС≠С)	Пуск. Произойдет повторная запись
10	Итоговая контрольная сумма всех продублированных частей БСПТ не равна С	При пуске произойдет выход из СП. Останов означает, что БСПТ на исходной МЛ имеет СП или промежутки между СП с контрольной суммой ≠ С

СП - 1752

УДАЛИТЬ СП ИЗ БСПТ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для удаления из МЛ БСПТ отдельных стандартных программ. Удаление производится стиранием оглавлений удаляемых СП (т.е. заменой оглавлений кодом С). Удаленные СП фактически остаются на своих местах МЛ, но недоступны для использования.

ОБОРУДОВАНИЕ

Накопитель на магнитной ленте

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Магнитная лента БСПТ, установленная на ЛПМ-И.
2. На клавишном наборе - дата.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Магнитная лента БСПТ, из которой удалены СП, заданные при обращении. В шапку БСПТ записана дата удаления.

ОБРАЩЕНИЕ

	К)	- 31 00	00040	00017	
К +	1)	76 12	А	$N_{ЛПМ}$	
К +	2)	00 00	$A_{н.р}$	$A_{к.р}$	

Значения параметров:

А - начальный адрес списка СП, подлежащих удалению из МЛ БСПТ (в списке могут быть строки только типа 1, описание списка см. в п. „Обращение“ СП-1746);

$N_{ЛПМ}$ - номер ЛПМ с МЛ БСПТ;

$A_{н.р}$ и $A_{к.р}$ - начальный и конечный адреса рабочего подл. (не менее 2080₈ ячеек), необходимого для работы данной СП.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки 205
 Длина СП после настройки 203
 Индексные ячейки 00013-00017
 Рабочее поле не менее 2060 ячеек

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	2	3
1	Длина рабочего поля меньше 2060 ₈ ячеек	Увеличить рабочее поле и повторить обращение
2	Неверно прочитана шапка БСПТ (КС С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
3	Неверно прочитан каталог БСПТ (КС С)	То же
4	Неверно записан каталог БСПТ на МЛ (КС С)	Пуск. Произойдет повторная запись
5	Неверно записана шапка БСПТ на МЛ (КС С)	То же

СП - 1753

СПРАВКА О БСПТ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Зак.295

Программа предназначена для вывода на устройство алфавитно-цифровой печати списка и характеристик стандартных программ, имеющихся на магнитной ленте БСПТ.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Накопитель на магнитной ленте.
2. Устройство алфавитно-цифровой печати.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Магнитная лента БСПТ, установленная на ЛПМ - *л*.
2. На клавишном наборе - дата.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Отпечатанная на устройстве алфавитно-цифровой печати справка о БСПТ на листах стандартного формата. Справка содержит сведения о расположении СП на МЛ БСПТ, их длины (до и после настройки), тип СП (сложные СП отмечаются звездочкой). Печатается также дата выдачи справки, суммарные длины всех СП на МЛ и адреса свободной части МЛ. Листы справки нумеруются.

ОБРАЩЕНИЕ

	К)	- 31 00	00040	00017
К +	1)	76 13	<i>N</i> _{ЛПМ}	<i>A</i> _{н.р}
К +	2)	00 00	<i>A</i> _{к.р}	00000

Значения параметров:

*N*_{ЛПМ} - номер ЛПМ с МЛ БСПТ;
*A*_{н.р} и *A*_{к.р} - начальный и конечный адреса рабочего поля (не менее 6060 ячеек), необходимого для работы данной СП.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	440
Длина СП после настройки	448
Индексные ячейки	00013-00017
Рабочее поле	не менее 6060 ячеек

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Номер останова	Причина	Указания оператору
1	Длина рабочего поля меньше 6060 ₃ ячеек	Увеличить рабочее поле и повторить обращение
2	Неверно прочитана шапка БСПТ (КС≠С)	Пуск. Произойдет повторное чтение
3	Неверно прочитан каталог БСПТ (КС≠С)	То же
4	Неверно прочитана СП с МЛ (КС≠С). В Р1 - номер СП	Пуск. Произойдет повторное чтение СП. При повторении останова добавить 1 в СЧАК и пуск. Для этой СП не будет напечатана ее рабочая длина, а в графе „Примечания“ против этой СП будет напечатана звездочка

СП - 1754

КОНТРОЛЬ ПЕРФОЛЕНТЫ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для контроля перфорации стандартных программ БСПТ. Контроль осуществляется

Зак.295

путем ввода каждого блока катушки и сравнения его контрольной суммы с кодом С. Программу рекомендуется использовать непосредственно после перфорации БСПТ с помощью СП-1746. Программу можно также использовать для контроля любых перфолент, организация которых совпадает с библиотечной (каждый блок имеет $КС=C$, последний - пустой).

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Устройство ввода с перфоленты.
2. Устройство цифровой печати.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Катушка со стандартными программами БСПТ (последний блок - пустой).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Каждый блок, имеющий $КС \neq C$, вводится повторно, и, если во второй раз его сумма отлична от С, на устройстве цифровой печати печатается порядковый номер. Затем вводится и проверяется следующий блок. Если во время контроля перфоленты не было ничего напечатано, то это означает, что все блоки на перфоленте имеют $КС=C$. После ввода пустого блока происходит реверс всей катушки.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	-	31 00	00040	00017
К + 1)		78 14	00000	00000

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	27
Длина СП после настройки	23
Индексные ячейки	00014-00017

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

СП - 1755

ОФОРМИТЬ СП

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для составления таблицы настройки (ТН) и таблицы характеристик (ТХ) к стандартной программе и вывода ее вместе с ТН и ТХ на перфоленту. Программу рекомендуется использовать для окончательного оформления и вывода на стандартную катушку новых СП перед записью их на МЛ БСПТ.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Устройство вывода на перфоленту.

2. Устройство цифровой печати.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Стандартная программа, подлежащая оформлению, расположенная в памяти, начиная с адреса, относительно которого она составлена.

2. Таблица информации о СП, подлежащей оформлению (подробнее о таблице информации см. далее).

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Стандартная программа, выведенная на перфоленту вместе с ТН и ТХ в виде отдельного блока (или отдельной катушки), которую при помощи СП-1745 можно записать на МЛ БСПТ.

2. На устройство цифровой печати при оформлении сложных СП выводится информация, необходимая для ручной корректировки ТН (подробнее см. в п. „Остановы“).

ОБРАЩЕНИЕ

К) - 31 00 00040 00017

К + 1) 78 15 А Р

Значения параметров:

A - начальный адрес таблицы информации (ТИ) об оформляемой СП;

P - задает номера перфаторов:

P = 1 - вывод на перфатор № 1;

P = 2 - вывод на перфатор № 2;

P = 3 - вывод на перфатор № 1 и 2.

ТИ должна иметь следующий вид:

	A)	$N_{СП}$	A_H	A_{PP}
A + 1)	00	0000	$A_{Т.Н}$	A_K
A + 2)	00	00	A_{H1}	A_{K1}
A + 3)	00	00	A_{H2}	A_{K2}
.....				
A + e + 1)	00	00	A_{He}	A_{Ke}
A + e + 2)	00	00	00000	r

Параметры ТИ означают:

$N_{СП}$ - номер, который присваивается оформляемой СП;

A_H - начальный адрес СП, с которого она составлена и расположена;

A_{PP} - адрес просмотра в оформляемой СП (для простых СП $A_{PP} = 00000$);

$A_{Т.Н}$ - адрес СП, начиная с которого нужно поместить таблицу настройки;

A_K - конечный адрес СП;

A_{Hi} и A_{Ki} - начальный и конечный адреса участков СП, которые содержат перерабатываемые адреса;

r - признак, который определяет формат вывода оформленной СП;

$r = 1$ - вывести СП в виде первого блока катушки, т.е. перед блоком отперфорировать длинный промежуток (200 см), после блока - короткий промежуток (25 см);

- $\Gamma = 2$ - вывести СП в виде последнего блока, т.е. отперфорировать после блока короткой промежуток, пустой блок и длинный промежуток;
- $\Gamma = 3$ - вывести СП в виде отдельной катушки (длинный промежуток, СП, короткий промежуток, пустой блок, длинный промежуток);
- $\Gamma = 0$ - вывести СП в виде „среднего“ блока (СП и короткий промежуток).

Таким образом, изменяя параметр Γ , можно отперфорировать одну или несколько СП (несколько раз обращаясь к программе „Оформить СП“) в виде, принятом в БСПТ для организации стандартных программ на перфоленте.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	353
Длина СП после настройки	351
Индексные ячейки	00013-00017

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Если на участках $A_{\mu i} - A_{\kappa i}$ встречалась команда обращения к другим СП (- 31 00 00040 00017), то после формирования ТН и ТХ (непосредственно перед перфорацией) происходит останов (№ 1). Необходимость этого останова возникает из следующих обстоятельств. Параметры стандартных программ, которые задаются в строках, следующих за командой обращения, могут иметь вид, внешне совпадающий с адресом, подлежащим переработке. Такие параметры действительно могут быть перерабатываемыми адресами или быть некоторой перерабатываемой величиной, случайно совпадающей с диапазоном перерабатываемых адресов. Поэтому, если в какой-нибудь строке находятся два параметра, один из которых перерабатываемый (а другой - нет), то такую строку необходимо включить в какой-нибудь из участков $A_{\mu i} - A_{\kappa i}$. Но тогда и для второго парамет-

ра, если его значение принадлежит диапазону перерабатываемых адресов, в ТХ будет поставлен признак перерабатываемости. Таким образом, данная программа при составлении ТХ может допустить ошибку. Чтобы эту ошибку исправить перед выводом СП на перфоленту, и предназначен данный останов. На устройстве цифровой печати к моменту останова о каждом обращении к другим СП (из оформляемой СП) будет напечатана информация из четырех строк, которую мы поясним на следующем примере:

```
+ 000000004037
+ 000000004105
+ 001000000000
+ 000400000000
```

Эта информация означает: в ячейке 04037 стоит команда обращения - 31 00 00040 00017. Ячейка 4105 является строкой ТХ, в которой находятся признаки перерабатываемости, соответствующие ячейке 4037. Причем первому адресу ячейки 4037 соответствует разряд 9, второму адресу - разряд 10. Это следует из 3-й и 4-й напечатанных строк. Таким образом, разряды 11 и 12 соответствуют ячейке 4040 и т.д. Если в этих ячейках, являющихся строками обращения к СП, есть неперабатываемые параметры, совпадающие с перерабатываемыми адресами, то соответствующие разряды ячейки 4105 необходимо заменить нулем. После того, как будет выполнена данная корректировка для всех обращений к СП, нажатием кнопки „Пуск“ произойдет вывод оформленной СП вместе с ТХ и скорректированной ТН на перфоленту.

§ 3.6. Использование БСПТ в транслирующих системах

Библиотека стандартных программ может быть использована в транслирующих системах. Это обеспечи-

Заг.295

вается стандартным обращением к подпрограммам, постоянством порядка задания параметров и возможностью работы в любом месте памяти.

Для обращения к любой стандартной программе из автокодовой программы на языке АКИ-Т служит оператор СП. В операторе указываются номер стандартной программы и следующий за ним в круглых скобках список фактических параметров. Входные фактические параметры разделяются запятыми. Порядок следования параметров определяется расположением их в стандартном обращении к подпрограмме, записанном в коде команд. Параметры перечисляются построчно слева направо, начиная со второй строки обращения. Например, оператор СП для обращения к подпрограммам СП-0023, обращение к которой в кодах команд приведено в § 3.3, имеет следующий вид:

СП_023 (А//, N, С) Z

где - А// - начальный адрес массива, в котором расположены исходные целые числа в двоичной системе счисления, N - количество чисел; С - количество чисел в группе.

Если подпрограмма требует обращения к нестандартному блоку, то последний оформляется в виде подпрограммы на входном языке, а в обращении указывается метка нестандартного блока.

Поскольку при решении инженерных задач и задач исследовательского характера часто встречается необходимость вычисления определенного интеграла и решения систем линейных алгебраических уравнений, то для использования этих подпрограмм в языке АКИ-Т введены специальные операторы ИНТЕГРАЛ и АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ СИСТЕМА. В записи оператора ИНТЕГРАЛ используются служебные слова, указывающие пределы интегрирования (ОТ, ДО), а также шаг интегрирования и необходимую точность (ШАГ, ТОЧНОСТЬ).

Например, для вычисления значения интеграла

$$S = \int_a^b (3 \sin x^2 + x^3 + 2x) dx$$

с шагом h и точностью ϵ оператор имеет следующий вид:

ИНТ $_ S(OT_ A_ DO_ B_ ШАГ_ H_ \equiv$

ТОЧНОСТЬ $_ E) FX = 3. SIN(X^2) + X^3 + 2. X \int$

Подынтегральная функция записывается в виде формулы, в левой части которой указываются условные наименования подынтегральной функции и переменной интегрирования, причем каждое из них - одна буква. В данном примере это F и X соответственно.

Когда подынтегральная функция является сложной, вычисление ее можно производить в подпрограмме на входном языке. В этом случае вместо правой части формулы записывается метка подпрограммы, отделенная от названия функции и переменной интегрирования запятой:

ИНТ $_ S(OT_ A_ DO_ B_ ШАГ_ H_ \equiv$

ТОЧНОСТЬ $_ E) FX, 11 \int$

здесь 11 - метка подпрограммы подынтегральной функции. Пределы интегрирования, шаг и точность могут быть заданы не только переменными вещественного типа, но и вещественными числами.

Оператор ИНТЕГРАЛ использует стандартную программу для вычисления интеграла по формуле Симпсона BSP-T (СП-066).

В операторе АЛГЕБРАИЧЕСКИХ $_ УРАВНЕНИЙ _ СИСТЕМА$ в круглых скобках после наименования оператора указываются через запятую порядок системы (прямая переменная целого типа или число целого

типа), идентификатор двумерного массива, представляющего собой матрицу коэффициентов системы (матрица должна быть записана в памяти построчно), и идентификатор одномерного массива, представляющего собой столбец свободных членов;

АЛГ \perp УРА \perp СИС \perp (N, A, B)

или

АЛГ \perp УРА \perp СИС \perp (G, A, B)

Оператор использует стандартную программу (СП-117) решения систем линейных алгебраических уравнений методом перекрестного умножения. Исходная матрица коэффициентов и столбец свободных членов не сохраняются, решение системы располагается на месте столбца свободных членов (массив В).

Подпрограмма позволяет решать системы алгебраических уравнений до восьмидесяти восьмого порядка включительно.

Описания стандартных подпрограмм, наиболее часто встречающихся при решении специальных, инженерных и исследовательских задач, приводятся в приложении.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СП - 0100

УМНОЖЕНИЕ МАТРИЦЫ НА ВЕКТОР

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Умножение матрицы на вектор.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы порядка n с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

Элементы вектора с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные в массиве В.

Массив рабочих ячеек С.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Элементы произведения с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные в массиве С.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Массивы А, В, С не должны пересекаться.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	- 31 00	00040	00017
К + 1)	04 00	А	В
К + 2)	00 00	С	n

ВРЕМЯ

$$t \approx (0,6n^2 + 0,7n + 0,4) \text{ мсек.}$$

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	31
Длина СП после настройки	31
Индексные ячейки	00015-00017
Длина массива А	n^2
Длина массива В	n
Длина массива С	n

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

После работы программы массивы А и В сохраняются.

СП - 0102

УМНОЖЕНИЕ КВАДРАТНЫХ МАТРИЦ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Умножение квадратных матриц

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы порядка n с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

Элементы матрицы порядка n с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве В.

Массив рабочих ячеек С.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Элементы матрицы $A \times B$ порядка n с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве A .

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок матриц n не должен превышать 6310.

ОБРАЩЕНИЕ

K)	- 91 00	00040	00017
K + 1)	04 02	A	B
K + 2)	00 00	C	n

ВРЕМЯ

$$t \approx (0,6n^3 + n^2 + 0,6n + 0,5) \text{ мсек}$$

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	44
Длина СП после настройки	43
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива A	n^2
Длина массива B	n^2
Длина массива C	n

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

После работы программы массив A не сохраняется.

СП - 0103

**УМНОЖЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ МАТРИЦЫ
НА ТРАНСПОНИРОВАННУЮ**

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Умножение прямоугольной матрицы на транспонированную.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы размерности $(m \times n)$, (m - число строк, n - число столбцов) с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

Массив рабочих ячеек В.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Элементы симметричной матрицы порядка m с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно верхним треугольником в массиве В.

ОБРАЩЕНИЕ

	К)	- 31 00	00040	00017
К + 1)	04 03	А	В	
К + 2)	00 00	m	n	

ВРЕМЯ

$$t \approx [0,7m^2(n+1) + 0,5m + 0,4] \text{ мсек.}$$

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	36
Длина СП после настройки	33
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	mn
Длина массива В	$\frac{m^2 + n}{2}$

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

После работы программы массив А сохраняется.

УМНОЖЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ МАТРИЦ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Умножение прямоугольных матриц.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы размерности $(m \times n)$ (m - число строк, n - число столбцов) с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

Элементы матрицы размерности $(n \times k)$, (n - число строк, k - число столбцов) с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве В.

Массив рабочих ячеек С.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Элементы матрицы размерности $(m \times k)$ (m - число строк, k - число столбцов) с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве С.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Массивы А, В, С не должны пересекаться.

ОБРАЩЕНИЕ

	К)	- 31 00	00040	00017
К + 1)		04 04	А	m
К + 2)		00 00	n	В
К + 3)		00 00	k	С

ВРЕМЯ

$$t \approx m (kn + 0,2k + 1) \text{ мсек.}$$

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	46
Длина СП после настройки	45
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	мл
Длина массива В	пк
Длина массива С	тк

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

После работы программы массивы А и В сохраняются.

СП - 0105

ТРАНСПОНИРОВАНИЕ КВАДРАТНОЙ МАТРИЦЫ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Транспонирование квадратной матрицы.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы порядка n с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Элементы транспонированной матрицы с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок матрицы n не должен превышать 90_{10} .

ОБРАЩЕНИЕ

К) - 31 00 00040 00017
 К + 1) 04 05 А n

Зак.285

ВРЕМЯ

$$t \approx (0,6n^2 - 0,3n + 0,3) \text{ мсек.}$$

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	31
Длина СП после настройки	30
Индексные ячейки	00014-00017
Длина массива А	n^2

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

СП - 0106

ТРАНСПОНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОЛЬНОЙ МАТРИЦЫ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Транспонирование матрицы.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы размерности $(m \times n)$ (m - число строк, n - число столбцов) с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Элементы транспонированной матрицы с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

ОГРАНИЧЕНИЯ

$$mn \leq 8156_{10}$$

ОБРАЩЕНИЕ

	К)	- 31 00	00040	00017
К +	1)	04 08	А	т
К +	2)	00 00	л	00000

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	,	45
Длина СП после настройки	. . . . .	48
Индексные ячейки	. . . . .	00015-00017
Длина массива А	. . . . .	тл

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

СП - 0107

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ МЕТОДОМ ГАУССА

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Вычисление определителя методом Гаусса с выбором главного элемента по всему определителю.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы определителя с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

Порядок определителя $n \cdot 2^{36}$ в ячейке N, ячейка Y.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Значение определителя y в двоичной системе счисления с плавающей запятой на сумматоре z в ячейке Y.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок определителя n не должен превышать 89₁₀.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	31 00	00040	00017
К + 1)	04 07	А	М
К + 2)	00 00	У	00000

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	155
Длина СП после настройки	163
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	n^2
М	1
У	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Останов с замком, если значение определителя превышает 10^{19} .

ЗАМЕЧАНИЯ

Массив А не сохраняется.

СП - 0110

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ МЕТОДОМ ПЕРЕКРЕСТНОГО УМНОЖЕНИЯ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа предназначена для вычисления определителя методом перекрестного умножения.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы определителя с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

Порядок определителя $n \cdot 2^{36}$ в ячейке М, ячейка У.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Значение определителя u с плавающей запятой в двойной системе счисления на сумматоре и в ячейке Y .

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок определителя u не должен превышать 89_{10} .

ОБРАЩЕНИЕ

	K)	- 31 00	00040	00017
K + 1)		04 10	A	\mathcal{N}
K + 2)		00 00	Y	00000

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	153
Длина СП после настройки	157
Индексные ячейки	00018-00017
Длина массива A	n^2
\mathcal{N}	1
Y	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Останов с замком, если значение определителя превышает 10^{19} .

ЗАМЕЧАНИЯ

Массив A не сохраняется.

СП - 0112

ОБРАЩЕНИЕ МАТРИЦЫ МЕТОДОМ ЕРШОВА

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Зах.285

Обращение матрицы А методом Ершова.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А. Порядок матрицы $n \cdot 2^{-36}$ в ячейке N.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Элементы обратной матрицы A^{-1} с плавающей запятой в двоичной системе счисления в массиве А.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок матрицы n не должен превышать 90_{10} .

ОБРАЩЕНИЕ

К)	- 31 00	00040	00017
К + 1)	04 12	А	N

ВРЕМЯ

$$t \approx (0,7n^3 + 1,2n^2 + n + 1) \text{ мсек.}$$

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	76
Длина СП после настройки	100
Индексные ячейки	00014-00017
Длина массива А	n^2
N	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет

ОСТАНОВЫ

Нет.

СП - 0116

**РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ
ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ
МЕТОДОМ ОРТОГОНАЛИЗАЦИИ**

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Зак.295

Решение систем линейных алгебраических уравнений $AX=B$ методом ортогонализации.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы порядка n в двоичной системе счисления с плавающей запятой, расположенные построчно в массиве А.

Столбец свободных членов в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве В.

Массив рабочих ячеек С.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Решение x_1, x_2, \dots, x_n в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве С.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок системы n не должен превышать 88_{10} .

ОБРАЩЕНИЕ

К)	- 31 00	00040	00017
К + 1)	04 16	А	В
К + 2)	00 00	С	n

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	137
Длина СП после настройки	147
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	n^2
Длина массива В	n
Длина массива С	n

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

После работы СП массивы А и В не сохраняются.

РЕШЕНИЕ СИСТЕМ
ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С „К“
ПРАВЫМИ ЧАСТЯМИ МЕТОДОМ ГАУССА
С ВЫБОРОМ ГЛАВНОГО ЭЛЕМЕНТА
ПО ВСЕЙ МАТРИЦЕ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Решение „к“ систем линейных алгебраических уравнений, имеющих матрицу А и отличающихся правыми частями, методом Гаусса с выбором главного элемента по всей матрице.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

Элементы матрицы размерности $n \times k$ (n - строк, k - столбцов) с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные по столбцам в массиве В.

Порядок матрицы $n \cdot 2^{-36}$ в ячейке М.

Число правых частей $k \cdot 2^{-36}$ в ячейке К.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Решения „к“ систем с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные по столбцам в массиве В.

ОГРАНИЧЕНИЯ

$$8072_{10} \geq n^2 + nk.$$

ОБРАЩЕНИЕ

К)	-	31 00	00040	00017
К + 1)		05 00	А	М
К + 2)		00 00	В	К

ВРЕМЯ

$$t \approx [2 + (4,9 + 2,3\kappa) n + (5,3 + 0,8\kappa) n^2 + 1,3n^3] \text{ мсек.}$$

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	160
Длина СП после настройки	170
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	n^2
Длина массива В	$n\kappa$
N	1
K	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

После работы программы массив А не сохраняется.

СП - 0121

РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ
 ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ
 С СИММЕТРИЧНОЙ МАТРИЦЕЙ
 МЕТОДОМ КВАДРАТНОГО КОРНЯ

РЕДАКЦИЯ

I

НАЗНАЧЕНИЕ

Решение системы линейных алгебраических уравнений $AX = B$ в симметричной матрицей А методом квадратного корня.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы порядка n с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно верхним треугольником в массиве А.

Зак.295

Столбец правых частей с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенный в массиве В.
РЕЗУЛЬТАТЫ

Решение x_1, x_2, \dots, x_n с плавающей запятой в двоичной системе счисления в массиве В.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок системы n не должен превышать 125_{10} .

ОБРАЩЕНИЕ

	K)	- 31 00	00040	00017
K +	1)	05 01	A	B
K +	2)	00 00	n	00000

ВРЕМЯ

$$t \approx (2,8n^2 + 0,8n + \alpha \cdot n + 0,8) \text{ мсек,}$$

где α - время работы СП-0025 (вычисление $y = \sqrt{x}$).

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	172
Длина СП после настройки	174
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	$\frac{n(n+1)}{2}$
Длина массива В	n^2

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

СП-0025 (вычисление $y = \sqrt{x}$).

ОСТАНОВЫ

Останов с замком, если хотя бы один из главных миноров матрицы равен нулю.

ЗАМЕЧАНИЯ ♦

После работы программы массив А не сохраняется.

СП - 0128

ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ
ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО ПОЛИНОМА
И СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ
МЕТОДОМ А. М. ДАНИЛЕВСКОГО

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Вычисление коэффициентов характеристического полинома и собственных значений произвольной матрицы.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве А.

Массив рабочих ячеек В.

Порядок матрицы $n \cdot 2^{-36}$ в ячейке N.

ϵ - признак, по которому собственные значения считаются с уточнением ($\epsilon \neq 0$) или без уточнения ($\epsilon = 0$) по исходному полиному.

Погрешность вычислений ϵ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейке E.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Коэффициенты характеристического полинома с плавающей запятой в двоичной системе счисления в первых $n+1$ ячейках массива А.

Собственные значения с плавающей запятой в двоичной системе счисления в $2n$ ячейках массива В в следующем порядке:

$$Re \lambda_1, Im \lambda_1, Re \lambda_2, Im \lambda_2, \dots, Re \lambda_n, Im \lambda_n.$$

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок матрицы n не должен превышать 88_{10} .
Массивы А, В не должны пересекаться.

Зах.295

ОБРАЩЕНИЕ

K)	- 31	00	00040	00017	Программа вычисляет
K + 1)	05	06	A	B	коэффициенты и соб-
K + 2)	00	00	N	r	ственные значения
K + 3)	00	00	E	00000	
K)	-31	00	00040	00017	Программа вычисляет
K + 1)	05	06	A	00000	только коэффициенты.
K + 2)	00	00	N	00000	
K + 3)	00	00	00000	00000	

ТОЧНОСТЬ

Относительная погрешность вычисления собственных значений задается числом ϵ .

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	304
Длина СП после настройки	312
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива A	n^2
Длина массива B	$2n$
N	1
r	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

СП-0045 (вычисление корней полинома с действительными коэффициентами методом Ньютона).

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

1. После работы программы массив A не сохраняется.

2. При нахождении собственных значений характеристического полинома могут встретиться корни, которые не вычисляются с заданной точностью. В этом случае следует понизить заданную точность, или использовать

другую программу вычисления корней полинома с действительными коэффициентами. Тогда в СП-0126 нужно записать в ячейку 4222 номер новой программы.

4222) $N_{СП}$ 00000 00000

СП - 0127

НАХОЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ И СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ СИММЕТРИЧНОЙ МАТРИЦЫ МЕТОДОМ ВРАЩЕНИЙ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Вычисление собственных значений и собственных векторов симметричной матрицы методом вращений.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Элементы матрицы порядка N с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно верхним треугольником в массиве А.

Массивы рабочих ячеек В и С.

Относительная погрешность вычислений ϵ с плавающей запятой в двоичной системе счисления в ячейке Е.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Собственные значения с плавающей запятой в двоичной системе счисления в первых N ячейках массива С.

Собственные векторы с плавающей запятой в двоичной системе счисления, расположенные построчно в массиве В.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Порядок матрицы не должен превышать 71_{10} (программа вычисляет собственные значения и собственные векторы), 123_{10} - программа вычисляет собственные значения.

Зак.285

Массивы А, В, С не должны пересекаться.

ОБРАЩЕНИЕ

К) - 31 00 00040 00017	Вычисляются собствен-
К + 1) 05 07 А С	ные значения и соб-
К + 2) 00 00 В n	ственные векторы.
К + 3) 00 00 E 00000	

Если В = 0, вычисляются собственные значения.

ТОЧНОСТЬ

Относительная погрешность задается числом E .

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	428
Длина СП после настройки	431
Индексные ячейки	00014-00017
Длина массива А	$\frac{n(n+1)}{2}$
Длина массива В	n^2
Длина массива С	$2(n-1)$
E	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

СП-0025 (вычисление $y = \sqrt{x}$).

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

После работы программы массив А не сохраняется.

СП - 0160

ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА АВТОКОРРЕЛЯЦИИ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ .

Вычисление коэффициента автокорреляции для заданного лага Р.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Ряд наблюдений $x_i (i = \overline{1, n})$ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве X1.

Массив рабочих ячеек X3.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Коэффициенты автокорреляции в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве X2.

ОГРАНИЧЕНИЯ

$$n \leq 1024_{10}$$

ОБРАЩЕНИЕ

K ₁	- 31 00	00040	00017	
K + 1)	07 00	X1	n	
K + 2)	00 00	X2	m	
K + 3)	00 00	X3	00000,	где X3=00000, если отсутствует нормализация.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	204
Длина СП после настройки	211
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива X1	n
Длина массива X2	m
Длина массива X3	n

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

СП-0025 (вычисление $y = \sqrt{x}$).

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

И. При суммировании большого числа членов ряда наблюдений возможно переполнение, если абсолютное значение каждого члена велико. В этом случае необходимо предварительно нормализовать исходные данные с засылкой результатов в массив X3.

2. Если исходные данные после нормализации засылаются на прежнее место, то X3 совпадает с X1.
АЛГОРИТМ

Коэффициент автокорреляции между значениями множества x_i и того же множества, сдвинутого на лаг P , вычисляется по формуле

$$K = \frac{(n-p) \sum_{i=1}^{n-p} x_i x_{i+p} - \left(\sum_{i=1}^{n-p} x_i \right) \left(\sum_{i=1}^{n-p} x_{i+p} \right)}{\sqrt{\left[(n-p) \sum_{i=1}^{n-p} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-p} x_i \right)^2 \right] \left[(n-p) \sum_{i=1}^{n-p} x_{i+p}^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-p} x_{i+p} \right)^2 \right]}} \quad (1)$$

$P=0,1, \dots, m$, где m обычно выбирается не превышающим $0,1$.

Вычисления производят по следующей схеме:

А. Нормализация.

Вычисляются: среднее $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ и стандартное отклонение

$$s_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n}.$$

Производится нормализация данных $x_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x}$ и засылка в массив X3.

Б. Вычисляются суммы, суммы квадратов и суммы произведений:

$$T_p = \sum_{i=1}^{n-p} x_i; \quad G_p = \sum_{i=1}^{n-p} x_{i+p}^2; \quad F_p = \sum_{i=1}^{n-p} x_{i+p};$$

$$C_p = \sum_{i=1}^{n-p} x_i x_{i+p}; \quad S = \sum_{i=1}^{n-p} x_i^2 \quad (p=0, m).$$

При вычислении указанных сумм наиболее эффективно сначала получить сумму, равную 0, а затем использовать соотношения

$$T_p = T_{p-1} - x_{n-p+1}; \quad F_p = F_{p-1} - x_p;$$

$$S_p = S_{p-1} - x_{n-p+1}^2; \quad G_p = G_{p-1} - x_p^2.$$

Полученные значения подставляют в формулу (1). Если нормализации данных нет, то программа организует переход к п. Б.

СП- 0161

ВЫЧИСЛЕНИЕ РАНГОВОГО КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Вычисление ранговых коэффициентов корреляции по Спирману R и Кендаллу T .

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

n двоичных чисел, характеризующих 2-й признак, с плавающей запятой в массиве А.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Коэффициенты корреляции R и T в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейках X и Y соответственно.

ОБРАЩЕНИЕ

	К)	- 31 00	00040	00017
К + 1)		07 01	А	г
К + 2)		00 00	Х	У

Зак.295

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	74
Длина СП после настройки	78
Индексные ячейки	00014-00017
X	1
Y	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

В качестве характеристики первого признака рассматривается последовательность из n номеров в возрастающем порядке от 1 до n , а в качестве характеристики второго - номера из второй последовательности, соответствующие первой.

АЛГОРИТМ

Ранговый коэффициент по Кендаллу вычисляется по формуле

$$T = \frac{2S_T}{n(n-1)},$$

где

$$S_T = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(y_j - y_i).$$

Ранговый коэффициент по Спирману вычисляется по формуле

$$R = 1 - \frac{6S_R}{n(n^2-1)},$$

где

$$S_R = \sum_{i=1}^n (y_i - i)^2.$$

СП - 0182

МНОГОФАКТОРНАЯ РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ
С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ СУЩЕСТВЕННЫХ
ФАКТОРОВ

РЕДАКЦИЯ

1

Зак.295

НАЗНАЧЕНИЕ

Программа регрессионного анализа позволяет постепенно определить регрессионные уравнения через один, два и т.д. таких входных параметров, которые больше других влияют на соответствующий выход. Одновременно находятся статистики регрессионного анализа: арифметические средние \bar{x}_i , оценки стандартных отклонений S_{x_i} , коэффициенты парной корреляции $r_{x_i, x_k (i+k)}$, стандартные ошибки коэффициентов регрессии S_{β_i} , элементы преобразованной корреляционной матрицы C_{ij} , коэффициент множественной корреляции R . По полученному уравнению регрессии вычисляются значения зависимой переменной y_i расч., отклонения рассчитанных значений от фактических Δy_i и среднее значение ошибки аппроксимации ϵ .

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

$m (n-1)$ значений независимых переменных x_{ij} ($i=1,2, \dots, n-1; j=1,2, \dots, m$), расположенных по столбцам, в массиве X1, где m - количество наблюдений одной переменной,

$n-1$ - количество независимых переменных.

m значений зависимой переменной y_i в массиве X2.

f_1 и f_2 - критические значения распределения Фишера в ячейках F_1 и F_2 . Можно положить $f_1 = f_2 = 1$.

Вся информация задается в двоичной системе счисления с плавающей запятой.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Коэффициенты регрессии β_i в массиве X3 (свободный член расположен последним), средние арифметические в массиве X4. Стандартные отклонения переменных в массиве X5. Стандартные ошибки коэффициентов регрессии в массиве X6, коэффициенты корреляции в массиве X7 ($r_{i,k} = 1,2, \dots, n-1; k=i+1, \dots, n$) записаны построчно. Корреляционная матрица в массиве X8. Рассчитанные значения зависимой переменной

y_i расч. в массиве X9. Δy_i в массиве X10. Коэффициент множественной корреляции в ячейке R. Среднее значение ошибки аппроксимации ϵ в ячейке E.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Массивы X1-X8 не должны пересекаться.

Массивы X9 и X10 могут совпадать, т.е. получим только отклонения.

$$m \leq 1024_{10}$$

ОБРАЩЕНИЕ

K)	- 31 00	00040	00017
K + 1)	07 02	X1	n
K + 2)	00 00	X2	m
K + 3)	00 00	F_1	F_2
K + 4)	00 00	X3	X4
K + 5)	00 00	X5	X6
K + 6)	00 00	X7	X8
K + 7)	00 00	X9	X10
K + 10)	00 00	R	E

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	671
Длина СП после настройки	702
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива X1	$m(n-1)$
Длина массива X2	m
Длина массивов X3, X4, X5	n
Длина массива X6	$n-1$
Длина массива X7	$\frac{n(n-1)}{2}$
Длина массива X8	n^2
Длина массивов X9, X10	m
R	1
E	1
F_1, F_2	2

АЛГОРИТМ

Множественная регрессия применяется для определения параметров функции

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m, \quad (1)$$

когда значения аргумента и зависимой переменной заданы в виде рядов измерений (наблюдений).

- Заменой переменных к такому виду приводятся функции

$$y = \beta_0 + \beta_1 z_1 + \beta_2 z_1^2 + \beta_3 (z_1, z_3) + \dots + \beta_m f_m (z_1, z_2, \dots, z_m);$$

$$y = \beta_0 x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} \dots x_m^{\beta_m}$$

и другие.

Во множественном регрессионном анализе вычисляются коэффициенты регрессии с помощью метода наименьших квадратов, позволяющего находить коэффициенты β_i таким образом, чтобы получить минимальную средне-квадратическую ошибку, т.е., чтобы выражение

$$\sum_{j=1}^m \left[(y_j - \bar{y}) - \sum_{i=1}^{n-1} \beta_i (x_{ij} - \bar{x}_i) \right]^2$$

было минимальным.

Обозначения:

- x_{ij} - j -тое наблюдение i -той переменной;
- y_j - j -тое наблюдение зависимой переменной;
- β_i - регрессионный коэффициент при i -той переменной;
- \bar{y} - среднее значение зависимой переменной;
- \bar{x}_i - среднее значение i -той переменной.

Вычисления ведутся по следующей схеме.

$$1. \bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{m} + \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (x_{ij} - m_i),$$

где

$$m_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{ij}.$$

Стандартные отклонения

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - m_i)^2 - \frac{1}{m} \left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - m_i) \right]^2},$$

$i = 1, 2, \dots, n.$

$$2. S_{it} = \sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{m}_i)(x_{tj} - \bar{x}_t) - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (x_{ij} - m_i) \sum_{j=1}^m (x_{tj} - \bar{x}_t)$$

($i = 1, 2, \dots, n-1$; $t = i+1, \dots, n$)

элементы матрицы системы нормальных алгебраических уравнений.

3. Коэффициенты корреляции

$$r_{it} = \frac{S_{it}}{\sigma_i \sigma_t}$$

4. Начинается нахождение наиболее значимой переменной, которую необходимо ввести в регрессионное уравнение на данном шаге. Обозначим ее через N_{max} . Принимается, что величина дисперсия за счет удаления из регрессии переменной $V_{min} = \infty$, а уменьшение дисперсия за счет введения переменной $V_{max} = 0$. Вычисляется стандартная ошибка зависимой переменной

$$S_y = \sigma_n \sqrt{\frac{r_{nn}}{\phi}}$$

где ϕ - число степеней свободы ($\phi = n - 1$).

5. $i = 1$, $r_{ii} > t_{0e}$. В программе $t_{0e} = 0,001$.

Если неравенство не удовлетворяется, то первая переменная не рассматривается, так как она является просто линейной комбинацией других независимых переменных.

6. Если $r_{ii} > 0,0001$, то вычисляется $V_i = \frac{r_{i0} r_{i0}}{r_{ii}}$ - изменение дисперсия за счет введения в регрессию переменной x_i .

7. Исследуется V_i . Если $V_i > 0$, то x_i вводится в регрессию; если $V_i = 0$, то прекращается рассмотрение i -той переменной; если $V_i > 0$, то проверяем $V_i > V_{max}$. Если $V_i \leq V_{max}$, то прекращается рассмотрение i -той переменной на данном шаге; если $V_i > V_{max}$, то $V_{max} = V_i$,

$\sigma_i = 0$, $N_{max} = i$.

$$8. V_i < 0; \quad \theta_i = \frac{r_{in} \sigma_n}{\sigma_i}; \quad S_{\theta_i} = \frac{S_y \sqrt{C_{ii}}}{\sigma_i},$$

где C_{ii} — диагональный элемент матрицы, обратной матрице корреляционных коэффициентов.

9. Проверка $|V_i| < |V_{min}|$. Если неравенство удовлетворяется, то

$$V_{min} = V_i; \quad N_{min} = i,$$

где i — переменная, исключаемая из регрессии.

10. $i \leq n-1$; если $i < n-1$, то переходим к испытанию следующей независимой переменной, т.е. п. 8; если $i = n-1$, то вычисляется постоянная составляющая в уравнении регрессии

$$\theta_0 = \bar{x}_n - \sum_{i=1}^{n-1} \theta_i x_i.$$

11. Исследуется

$$\frac{|V_{min}| \varphi}{r_{nn}} < F_2,$$

где F_2 — критерий Фишера (отношение дисперсии) для оценки того, будет ли дисперсия существенно увеличиваться при исключении переменной, обозначенной N_{min} .

12. Если неравенство удовлетворяется, то соответствующая переменная исключается из регрессии. Полагаем $K = N_{min}$, $\varphi = \varphi + 1$ и переходим к вычислению новой матрицы корреляционных коэффициентов, используя $r_{k.k}$ в качестве ключевого элемента. Элементы новой матрицы вычисляются по формулам

$$r'_{it} = \frac{r_{k.k} r_{it} - r_{ik}}{r_{k.k}} \quad \text{для } i \neq k, \quad t \neq k;$$

$$r'_{ik} = - \frac{r_{ik}}{r_{k.k}} \quad \text{для } i \neq k, \quad t = k;$$

$$r'_{kt} = \frac{r_{kt}}{r_{k.k}} \quad \text{для } i = k, \quad t \neq k;$$

$$r'_{k.k} = \frac{1}{r_{k.k}} \quad \text{для } i = k, \quad t = k.$$

Переходим к п. 4.

13. Если неравенство не удовлетворяется, то проверяем

$$\frac{V_{max} \Phi}{r_{00} - V_{max}} > F_1$$

где F_1 - критерий Фишера для оценки того, будут ли дисперсия существенно уменьшаться при введении в регрессию переменной, обозначенной N_{max} . Если неравенство удовлетворяется, то соответствующая переменная вводится в регрессию. Полагаем $k = N_{max}$, $\Phi = \Phi - 1$ и, используя $r_{k,k}$ в качестве ключевого элемента, переходим к вычислению элементов новой матрицы по формулам п. 12.

14. Если неравенство

$$\frac{V_{max} \Phi}{r_{00} - V_{max}} > F_1$$

не удовлетворяется, то окончательное уравнение регрессии получено.

15. Вычисляем: $\Delta_j y = y_i - y'_j$, где y'_j - значение зависимой переменной, рассчитанное по уравнению регрессии

$$\varepsilon = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left| \frac{\Delta_j y}{y_j} \right|;$$

$R = \sqrt{\sum_{i=1}^n \beta_i r_{i,n}}$ - коэффициент множественной корреляции, где $\beta_i = \frac{\sigma_i}{\sigma_n}$.

СП - 0163

ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ
И ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА

РЕДАКЦИЯ

1

Зак.295

НАЗНАЧЕНИЕ

Вычисление коэффициента парной корреляции r_{xy} доверительного интервала r_1, r_2 ; проверка гипотезы о существовании корреляционной зависимости.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Значения случайных величин x и y в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массивах X и Y соответственно, U_x - в ячейке U , $tg(n-2)$ - в ячейке T , n - длина каждого из массивов X и Y

РЕЗУЛЬТАТЫ

r_{xy}, r_1, r_2 , причем $r_2 < r_{xy} < r_1$, в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве R . Если $|r_{xy}| \geq 0,99$, то $r_1 = r_2 = 0$ - признак того, что доверительный интервал не вычислялся.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	-	31	00	00040	00017
К + 1)		07	03	X	Y
К + 2)		00	00	n	U
К + 3)		00	00	T	R

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	203
Длина СП после настройки	205
Индексные ячейки	00015-00017
Длина массива X	n
Длина массива Y	n
U	1
T	1
Длина массива R	3

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

- СП-0025 (вычисление \sqrt{x}).
- СП-0031 (вычисление $\ln x$).
- СП-0043 (вычисление $th x$).

ОСТАНОВЫ

Останов с замком, если корреляционная зависимость отсутствует.

АЛГОРИТМ

Коэффициент корреляции вычисляется по формуле

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_1)(y_i - \bar{y}) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m_1) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})}{s_x s_y},$$

где

$$m_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n};$$

$$s_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - m_1)^2 - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (x_i - m_1) \right]^2};$$

$$s_y = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \right]^2}.$$

Проверяется гипотеза о существовании корреляционной зависимости: если $\frac{|r_{xy}| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} < t_{q, (n-2)}$, то корреляционная связь отсутствует. $t_{q, (n-2)}$ - функция от n и q . Находится по таблице как q - процентная точка распределения Стьюдента с $n-2$ степенями свободы. Например, для $q = 5\%$ (двусторонние границы) и $n = 16$ $t = 2,145$. Доверительный интервал вычисляется по формулам

$$r_1 = th z_1 = th \left[\frac{1}{2} \ln \frac{1+r_{xy}}{1-r_{xy}} + \frac{U_\alpha}{\sqrt{n-3}} \right];$$

$$r_2 = th z_2 = th \left[\frac{1}{2} \ln \frac{1+r_{xy}}{1-r_{xy}} - \frac{U_\alpha}{\sqrt{n-3}} \right],$$

где значение $U = U_\alpha$, соответствующее $\rho = \frac{\alpha}{100}$, называется α - процентным значением нормального распределения, а ρ есть вероятность того, что наблюдаемое значение нормально распределенной величины ξ отличается от среднего значения m больше чем на $U_\alpha \sigma$, т.е.

$$\rho = P(|\xi - m| > U_\alpha \sigma) = 2 \left[1 - \Phi(U_\alpha) \right] = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_{U_\alpha}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt,$$

где $\Phi(U_\alpha)$ находится по таблице нормального распределения. Например, для $\alpha = 5$, $U_\alpha = 1,96$.

СП - 0184

ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАТИСТИЧЕСКОГО РЯДА. ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ ЭМПИРИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО НОРМАЛЬНОМУ ЗАКОНУ

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Построение интервального ряда распределения, вычисление относительных частот и вероятности распределения (f_j^A , f_e^A), математического ожидания x , дисперсии S_x^2 , среднего квадратического отклонения S_x , коэффициента вариации V , асимметрии β_1 , эксцесса β_2 , плотности вероятности нормального закона распределения f_j с параметрами \bar{x} , S_x , оценки различий между теоретическим и эмпирическим распределениями λ и средних квадратных отклонений для асимметрии и эксцесса S_{β_1} , S_{β_2} .

Зак.295

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Статстический ряд из n чисел в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Двоичные числа с плавающей запятой:

m_j - частоты интервалов в массиве A_1 ;

f_j - в массиве A_2 ;

F_j - в массиве A_3 ;

x_j - середины интервалов разбиения в массиве A_4 ;

f_j - в массиве A_5 ;

$[\bar{x}, s_x^2, s_x, \bar{V}, \beta_1, \beta_2, \lambda, S_{\beta_1}, S_{\beta_2}]$ - в массиве A_6 .

ОБРАЩЕНИЕ

К)	-	31	00	00040	00017
К + 1)		07	04	A	n
К + 2)		00	00	A1	A2
К + 3)		00	00	A3	A4
К + 4)		00	00	A5	A6

ЗАМЕЧАНИЯ

1. Массивы A_1 - A_6 не должны пересекаться.

2. Если m_j не участвуют в дальнейших расчетах, то массивы A_1 и A_5 могут совпадать.

3. Если \bar{x} близок к нулю, то при вычислении возможно переполнение.

ВРЕМЯ

$$t \approx (16,5 + 0,7n + 7,3k + t_1 + t_2 + Kt_3),$$

где $K = E(\log_2 n) + 1$; t_1, t_2, t_3 - время выполнения СП $\ln x, \sqrt{x}, e^x$ соответственно.

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	330
Длина СП после настройки	330
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	n
Длина каждого из массивов	

A1, A2, A3, A4, A5 $\ell = E(\log_2 n) + 2$

Длина массива A6 9

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

СП-0025 (вычисление \sqrt{x}).

СП-0030 (вычисление e^x).

СП-0031 (вычисление $\ln x$).

ОСТАНОВЫ

Нет.

АЛГОРИТМ

Строится интервальный ряд распределения: длина интервала

$$\Delta = \frac{R}{K} = \frac{x_{max} - x_{min}}{E(\log_2 n) + 1},$$

частоты интервалов

$$m_j = \sum_{i=1}^n \mu_i \quad (j = 0, 1, \dots, K),$$

где $\mu_i = 1$, если $x_i \in j$ -тому интервалу, и $\mu_i = 0$, если $x_i \notin j$ -тому интервалу.

Номер интервала

$$j = E \left[\frac{x_i - (x_{min} - \theta, S\Delta)}{\Delta} \right].$$

Формулы для вычисления:

$$f_j^{\wedge} = \frac{m_j}{n}; \quad F_{\ell}^{\wedge} = \sum_{j=0}^{\ell} f_j \quad (\ell = 0, 1, \dots, K); \quad x_j^{\circ} = x_{min} + j\Delta.$$

Математическое ожидание

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i;$$

дисперсия

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1};$$

среднее квадратическое отклонение

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}};$$

коэффициент вариации

$$\bar{V} = \frac{s_x}{\bar{x}};$$

асимметрия

$$\beta = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{s_x^2};$$

эксцесс

$$\beta_2 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{s_x^4} - 3;$$

где

$$f_j = \frac{\Delta}{s_x} \varphi(U_j); \quad U = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x}; \quad \varphi(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{U^2}{2}};$$

$$\lambda = \frac{ld/n}{\sqrt{n}} = \left| \sum_{j=0}^e f_j - \sum_{j=0}^e f_j \right| \max \sqrt{n}$$

критерии А. Н. Колмогорова и Н. А. Смирнова;

$$e = 0, 1, \dots, \kappa;$$

$$S_{\beta_1} = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}}; \quad S_{\beta_2} = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+1)(n+5)}}.$$

Если выборочные асимметрия и эксцесс удовлетворяют неравенствам $|\beta_1| \leq 3S_{\beta_1}$; $|\beta_2| \leq 5S_{\beta_2}$, то наблюдаемое распределение можно считать нормальным.

СП - 0062

ИНТЕГРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
ПЕРВОГО ПОРЯДКА МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА
ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА
С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ ШАГА

РЕДАКЦИЯ

1

Зак.295

НАЗНАЧЕНИЕ

Интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\frac{dy_i}{dx} = f_i(x, y_1, \dots, y_n) \quad (1)$$

с начальными условиями

$$y_i |_{x=x_0} = y_i \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Значения $x_0, y_{01}, \dots, y_{0n}$ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А.

Число уравнений системы $n \cdot 2^{-36}$ в ячейке N.

Массивы рабочих ячеек В и С.

Начало нестандартного блока вычисления правых частей F. Значение аргумента $x = \theta$, при котором требуется получить решение системы (1), погрешность вычислений ε в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейках В1, Е соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Решение системы y_1, \dots, y_n в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А, начиная с ячейки А + 1. Аргумент x , при котором получено решение, в двоичной системе счисления с плавающей запятой в первой ячейке массива А.

ОБРАЩЕНИЕ

К) -	31	00	00040	00017
К + 1)	03	02	А	N
К + 2)	00	00	В	С
К + 3)	00	00	F	В1
К + 4)	00	00	E	00000

ТОЧНОСТЬ

Относительная погрешность задается числом ε .

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	212
Длина СП после настройки	215
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	$n + 1$
Длина массива В	$4(n + 1)$
Длина массива С	$n + 1$
В1	1
Е	1
N	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Останов с замком при шаге интегрирования $h_k = \frac{h}{2^k} = 0$.
 Требуемая точность не достигается.

ЗАМЕЧАНИЯ

Для интегрирования системы (1) необходимо составить нестандартный блок вычисления правых частей системы, который по аргументам x, y_1, \dots, y_n из массива А должен вычислить правые части $f_i(x, y_1, \dots, y_n)$ и результаты поместить в массиве С:

С	40 00 00000 00001
С + 1	$f_1(x, y_1, \dots, y_n)$
.	
С + n	$f_n(x, y_1, \dots, y_n)$

СП - 0170

ИНТЕГРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
 ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
 ПЕРВОГО ПОРЯДКА МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА
 С ВИДОИЗМЕНЕНИЕМ ГИЛЛА
 С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ ШАГА

РЕДАКЦИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ

Интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\frac{dy_i}{dx} = f_i(x, y_1, \dots, y_n) \quad (1)$$

с начальными условиями

$$y_i / x = x_0 = y_{0i} \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Значение $x_0, y_{01}, \dots, y_{0n}$ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А.

Число уравнений системы $2^{-36} \cdot n$ в ячейке N.

Массивы рабочих ячеек В и С.

Начало нестандартного блока вычисления правых частей F.

Значение аргумента $x = \beta$ при котором требуется получить решение системы (1), погрешность вычислений ϵ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейках В1, Е соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Решение системы y_1, \dots, y_n в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А, начиная с ячейки А + 1. Аргумент x , при котором получено решение, в двоичной системе счисления с плавающей запятой в первой ячейке массива А.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	- 31	00	00040	00017
К + 1)	07	10	А	N
К + 2)	00	00	В	С
К + 3)	00	00	F	В1
К + 4)	00	00	Е	00000

ТОЧНОСТЬ

Относительная погрешность задается числом ϵ .

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	223
Длина СП после настройки	227
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	$n + 1$
Длина массива В	$4(n + 1)$
Длина массива С	$n + 1$
В1	1
Е	1
N	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Останов с замком при шаге интегрирования $h_k = \frac{h}{2^k} = 0$.

Требуемая точность не достигается.

ЗАМЕЧАНИЯ

Для интегрирования системы (1) необходимо составить нестандартный блок вычисления правых частей системы, который по аргументам x, y_1, \dots, y_n из массива А должен вычислить правые части

$f_i(x, y_1, \dots, y_n)$ и результаты поместить в массиве С:

С	40 00 00000 00000
С + 1	$f_1(x, y_1, \dots, y_n)$
.
С + n	$f_n(x, y_1, \dots, y_n)$

СП - 0171

ИНТЕГРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
ПЕРВОГО ПОРЯДКА МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА
С ВИДОИЗМЕНЕНИЕМ МЕРСОНА
С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ ШАГА

РЕДАКЦИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ

Интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\frac{dy_i}{dx} = f_i(x, y_1, \dots, y_n) \quad (1)$$

с начальными условиями

$$y_i /_{x=x_0} = y_{0i} \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Замечания $x_0, y_{01}, \dots, y_{0n}$ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А.

Число уравнений системы $n \cdot 2^{-38}$ в ячейке N.

Массивы рабочих ячеек В и С.

Начало нестандартного блока правых частей F.

Значения аргумента $x = \beta$, при котором требуется получить решение системы (1), погрешность вычислений ϵ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейках В1, Е соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Решение системы y_1, \dots, y_n в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А, начиная с ячейки А + 1. Аргумент x , при котором получено решение, в двоичной системе счисления с плавающей запятой в первой ячейке массива А.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	- 31	00	00040	00017
К + 1)	07	11	А	N
К + 2)	00	00	В	С
К + 3)	00	00	F	В1
К + 4)	00	00	Е	00000

ТОЧНОСТЬ

Относительная погрешность задается числом ϵ .

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	242
Длина СП после настройки	245
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	$n+1$
Длина массива В	$4(n+1)$
Длина массива С	$n+1$
В1	1
Е	1
N	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Останов с замком при шаге интегрирования $h_k = \frac{h}{2^k} =$

=0. Требуемая точность не достигается.

ЗАМЕЧАНИЯ

Для интегрирования системы (1) необходимо составить нестандартный блок вычисления правых частей системы, который по аргументам x, y_1, \dots, y_n из массива А должен вычислить правые части

$f_i(x, y_1, \dots, y_n)$ и результаты поместить в массиве С:

С	40 00 00000 00001
С + 1	$f_1(x, y_1, \dots, y_n)$
С + n	$f_n(x, y_1, \dots, y_n)$

СП - 0173

ИНТЕГРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
ПЕРВОГО ПОРЯДКА МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА
ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

РЕДАКЦИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ

Интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\frac{dy_i}{dx} = f_i(x, y_1, \dots, y_n) \quad (1)$$

с начальными условиями

$$y_i / x = x_0 = y_{oi} \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Значения $x_0, y_{o1}, \dots, y_{on}$ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А.

Число уравнений системы $n \cdot 2^{-36}$ в ячейке N.

Массивы рабочих ячеек В и С.

Начало нестандартного блока вычисления правых частей F. Значения аргумента $x = \beta$, при котором требуется получить решение системы (1), погрешность вычислений ϵ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейках В1, Е соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Решение системы y_1, \dots, y_n в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А, начиная с ячейки А + 1. Аргумент x , при котором получено решение, в двоичной системе счисления с плавающей запятой в первой ячейке массива А.

ОБРАЩЕНИЕ

К	К) - 31 00	00040	00017
К + 1)	07 13	А	N
К + 2)	00 00	В	С
К + 3)	00 00	F	В1
К + 4)	00 00	Е	00000

ТОЧНОСТЬ

Относительная погрешность задается числом ϵ .

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	214
Длина СП после настройки	220
Индексные ячейки	00018-00017
Длина массива А	$n+1$
Длина массива В	$4 \cdot (n+1)$
Длина массива С	$n+1$
В1	1
Е	1
N	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Останов с замком при шаге интегрирования $h_k = \frac{h}{2^k} = 0$. Требуемая точность не достигается.

ЗАМЕЧАНИЯ

Для интегрирования системы (1) необходимо составить нестандартный блок вычисления правых частей системы, который по аргументам x, y_1, \dots, y_n из массива А должен вычислить правые части

$f_i(x, y_1, \dots, y_n)$ и результаты поместить в массиве С:

С	40 00 00000 00001
С + 1	$f_1(x, y_1, \dots, y_n)$
.
С + n	$f_n(x, y_1, \dots, y_n)$

СП - 0175

ИНТЕГРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА ПЯТИТОЧЕЧНЫМ МЕТОДОМ АДАМСА С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ ШАГА

РЕДАКЦИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ

Интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\frac{dy_i}{dx} = f_i(x, y_1, \dots, y_n). \quad (1)$$

с начальными условиями

$$y_i/x=x_0 = y_{0i} \quad (i=1, 2, \dots, n).$$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Значения $x_0, y_{01}, \dots, y_{0n}$ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А.

Массивы рабочих ячеек В и С.

Начало нестандартного блока вычисления правых частей системы F. Погрешность вычислений ϵ , значение аргумента $x = \delta$, при котором требуется получить решение системы (1), в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейках E, B1 соответственно. Число уравнений системы $n \cdot 2^{-36}$ в ячейке N.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Решение системы y_1, \dots, y_n в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А, начиная с ячейки А+1. Аргумент x , при котором получено решение, в двоичной системе счисления с плавающей запятой в первой ячейке массива А и в ячейке B1.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	- 31 00	00040	00017
К + 1)	07 15	А	N
К + 2)	00 00	В	С
К + 3)	00 00	F	B1
К + 4)	00 00	E	00000

ТОЧНОСТЬ

Относительная погрешность задается числом ϵ .

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	464
Длина СП после настройки	500
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива А	$n + 1$
Длина массива В	$9n$
Длина массива С	n
Е	1
В1	1
М	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Останов с замком при $h=0$. Требуемая точность не достигается.

ЗАМЕЧАНИЯ

1. Для интегрирования системы (1) необходимо составить нестандартный блок вычисления правых частей системы, который по аргументам x, y_1, \dots, y_n из массива А должен вычислить правые части

$f_i(x, y_1, \dots, y_n)$ системы (1) и результаты поместить в массиве С в следующем порядке:

$$f_1, f_2, \dots, f_n.$$

2. Содержимое массива после того, как получено решение системы в точке $x_{k+1} = x_{k+h}$, удовлетворяющее заданной точности ϵ , следующее:

А + 1	А + n	решение в точке x_{k+1} ,
В + 10n	В + 11n - 1	решение в точке x_{k+1} ,
С	С + n - 1	$f_{k+1,i}(x, y_1, \dots, y_n)$,
В + 7n	В + 10n - 1	$f_{k+1,i}(x, y_1, \dots, y_n)$,
В + 6n	В + 7n - 1	$f_{k+1,i}(x, y_1, \dots, y_n)$,
В + 5n	В + 6n - 1	$f_{k,i}(x, y_1, \dots, y_n)$,
В + 4n	В + 5n - 1	$f_{k-1,i}(x, y_1, \dots, y_n)$,
В + 3n	В + 4n - 1	$f_{k-2,i}(x, y_1, \dots, y_n)$,
В + 2n	В + 3n - 1	$f_{k-3,i}(x, y_1, \dots, y_n)$,
В + n	В + 2n - 1	содержимое не определено,
В	В + n - 1	содержимое не определено.

СП - 0043

ВЫЧИСЛЕНИЕ ВСЕХ КОРНЕЙ ПОЛИНОМА С ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ МЕТОДОМ НЬЮТОНА

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Вычисление корней действительных и комплексных корней полинома с действительными коэффициентами

$$P_n(z) = z^n + \sum_{i=1}^n a_i z^{n-i}.$$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Коэффициенты полинома a_1, a_2, \dots, a_n в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А. Погрешность вычислений ϵ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейке Е.

Степень полинома $n \cdot 2^{-36}$ в ячейке N.

r - признак, указывающий, уточняются ли корни по исходному полиному: $r = 0$ - корни не уточняются, $r \neq 0$ - уточняются.

Массив рабочих ячеек Z.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Корни полинома в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве Z в следующем порядке: $Re Z_1, Im Z_1, Re Z_2, Im Z_2, \dots, Re Z_n, Im Z_n$.

ОГРАНИЧЕНИЯ

1. Степень полинома $n \leq 1024_{10}$.

2. Массивы А и Z не должны пересекаться при $r \neq 0$.

ОБРАЩЕНИЕ

К)	-	31	00	00040	00017
К + 1)		02	05	А	Z
К + 2)		0	00	N	r
К + 3)		00	00	E	0

ТОЧНОСТЬ

Абсолютно-относительная погрешность задается числом ε .

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	317
Длина СП после настройки	324
Индексные ячейки	00018-00017
Длина массива А	n
Длина массива Z	$2n$
N	1
ε	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

1. При $r=0$ массивы А и Z могут пересекаться.
2. Коэффициенты полинома сохраняются в массиве А, если массивы А и Z не пересекаются.
3. Кратные корни находятся с малой точностью.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ВСЕХ КОРНЕЙ ПОЛИНОМА С ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ МЕТОДОМ СКОРЕЙШЕГО СПУСКА

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Вычисление всех корней полинома n -й степени с действительными коэффициентами

$$P_n(z) = z^n + \sum_{i=1}^n a_i z^{n-i}$$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Коэффициенты полинома a_1, a_2, \dots, a_n в двоичной системе счисления с плавающей запятой в массиве А.

Степень полинома $n \cdot 2^{-36}$ в ячейке N .

- признак, указывающий, уточняются ли корни по исходному полиному: $r=0$ - корни не уточняются, $r \neq 0$ - уточняются.

Массив рабочих ячеек, Z . Погрешность вычислений ϵ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейке E .

РЕЗУЛЬТАТЫ

Корни полинома в массиве Z в следующем порядке: $Re Z_1, Im Z_1, Re Z_2, Im Z_2, \dots, Re Z_n, Im Z_n$.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Массивы A и Z не должны пересекаться при $r \neq 0$.

ОБРАЩЕНИЕ

K)	- 31 00	00040	00017
K + 1)	06 07	A	Z
K + 2)	00 00	N	r
K + 3)	00 00	E	00000

ТОЧНОСТЬ

Абсолютно-относительная погрешность ϵ задается числом

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	506
Длина СП после настройки	520
Индексные ячейки	00013-00017
Длина массива A	n
Длина массива Z	$2n$
E	1
N	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

1. При $r=0$ массивы A и Z могут пересекаться.
2. Коэффициенты полинома сохраняются в массиве A , если массивы A и Z не пересекаются.
3. Кратные корни находятся с малой точностью.

СП - 0135

ВЫЧИСЛЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО КОРНЯ
ТРАНСЦЕНДЕНТНОГО УРАВНЕНИЯ
МЕТОДОМ ВЕГСТЕБНА

РЕДАКЦИЯ

1

НАЗНАЧЕНИЕ

Вычисление действительного корня трансцендентного уравнения $f(x) = 0$.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Начальное приближение x_0 в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейке X.

Погрешность вычислений ϵ в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейке E.

F - начало нестандартного блока вычисления $f(x)$.

Y - ячейка обмена между стандартной программой и нестандартным блоком.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Корень уравнения в двоичной системе счисления с плавающей запятой в ячейке Y и на сумматоре.

ОБРАЩЕНИЕ

K)	-	31	00	00040	00017
K + 1)		08	18	F	X
K + 2)		00	00	E	Y

ТОЧНОСТЬ

Относительная погрешность задается числом ϵ

ПАМЯТЬ

Длина СП до настройки	76
Длина СП после настройки	100
Индексные ячейки	00016, 00017
E	1
X	1
Y	1

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СП

Нет.

ОСТАНОВЫ

Нет.

ЗАМЕЧАНИЯ

Нестандартный блок должен по аргументу x , находящемуся в ячейке Y , вычислить значение функции $f(x)$ и поместить его в ячейку Y .

СП - 0130

ПОСТРОЕНИЕ ТАБЛИЦ И ГРАФИКОВ („ТИГР“)

НАЗНАЧЕНИЕ

Построение таблиц и графиков на АЦПУ-128.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Перед обращением к подпрограмме для каждого выводимого массива необходимо задать шкалу вывода. Шкала вывода имеет вид целого шестиразрядного числа, в котором старший разряд означает признак таблицы (1 - печатать таблицу, 0 - не печатать таблицу), следующий разряд - признак графика (1 - печатать график, 0 - не печатать график), следующие два разряда - точность ($n \leq 99$) и два младших разряда - формат ($m \leq 99$). Шкала последнего массива должна быть снабжена знаком „-“.

ОБРАЩЕНИЕ К ПОДПРОГРАММЕ

$СП130(N, M, A1//, S1, \dots, AP//, SP) \Delta$

N - длина массива;

M - ширина полосы печати;

$A1, \dots, AP$ - идентификаторы выводимых массивов;

$S1, \dots, SP$ - шкалы выводимых массивов.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Все выводимые массивы должны иметь одинаковую длину.

ПАМЯТЬ

Длина СП	317
Длина перерабатываемой части	272
Стандартные рабочие ячейки	0040-0052
Индексные ячейки	0001-0008

ЛИТЕРАТУРА

1. Леневиц Л. П. и др. Автокод „ИНЖЕНЕР“ для решения задач на машине „Минск-22М“. Руководство по эксплуатации. В сб., „Математическое обеспечение ЭВМ“ Минск-22“ в режиме Т“. Вып. 6. Минск, 1970.
2. Матюшевская И. М. и др. Автокод „ИНЖЕНЕР“ для решения задач на машине „Минск-22М“. Входной язык. В сб., „Математическое обеспечение ЭВМ „Минск-22“ в режиме Т“. Вып. 5. Минск, 1970.
3. Математическое обеспечение ЭВМ „Минск-2(22)“ в режиме Т. Библиотека стандартных программ. Минск, 1968.
4. Неменман М. Е., Цагельский В. И., Черкасова М. П. „Программирование на АКИ“. Минск, 1972.
5. Черкасова М. П. Сборник задач по численным методам. Минск, 1967.
6. Савинков В. М. Программирование для ЭВМ „Минск-22“. Статистика, М., 1972.
7. Калачев В. М., Якубович М. М. Программирование для ЭЦВМ „Минск-2“ и „Минск-22“. „Сов. радио“, М., 1971.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава 1. Сведения о машинах „Минск-22” и „Минск-32”, необходимые для программирования	5
§ 1.1. Назначение, технические характе- ристики, блок-схема машины „Минск-22” и краткая характеристика ее основных устройств	5
§ 1.2. Кодирование информации	10
§ 1.3. Назначение, технические характе- ристики, блок-схема машины „Минск-32” и краткая характеристика ее основных устройств	13
§ 1.4. Управление выполнением программ на ЦВМ „Минск-32”	18
Глава П. Программирование на языке АКИ-Т	21
§ 2.1. Основные понятия языка	21
§ 2.2. Программирование арифметических выражений	26
§ 2.3. Обработка массивов	30
§ 2.4. Разветвляющиеся программы	34
§ 2.5. Организация циклов в автокодových программах	38
§ 2.6. Организация вывода результатов	47
§ 2.7. Использование кода машины	55

§ 2.8. Использование магнитной ленты . . .	59
§ 2.9. Обработка двоичных величин	60
§ 2.10. Порядок подготовки автокодовой программы в исходных данных	63
§ 2.11. Порядок трансляции автокодowych программ	70
Глава Ш. Принципы построения и использования библиотеки стандартных программ в режиме Т (БСПТ)	88
§ 3.1. Назначение библиотеки стандартных программ	88
§ 3.2. Требования, предъявляемые к стандартным программам. Схема стандартной программы	90
§ 3.3. Правила обращения к стандартным программам и организация БСПТ на магнитной ленте	93
§ 3.4. Описание системы ИКС	97
§ 3.5. Программы системы ИКС и обслуживания БСПТ. Основы в системе ИКС	100
§ 3.6. Использование БСПТ в транслирующихся системах	129
Приложение	133
Литература	184