

7438

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



7438

Экз. чит. зала

11 - 7438

А.Я.Астахов, Л.Л.Закамский, А.Б.Швачка

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРТРАНа ДЛЯ ЭВМ ТРА-1001  
С ПАМЯТЬЮ 8К.

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭВМ ТРА-1001.  
СИСТЕМА КОМАНД. ПРОГРАММЫ - ЗАГРУЗЧИКИ

**1973**

**ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ  
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ**

11 - 7438

А.Я.Астахов, Л.Л.Закамский, А.Б.Швачка

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРТРАНА ДЛЯ ЭВМ ТРА-1001  
С ПАМЯТЬЮ 8К.

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭВМ ТРА-1001.  
СИСТЕМА КОМАНД. ПРОГРАММЫ - ЗАГРУЗЧИКИ

**Научно-техническая  
библиотека  
ОИЯИ**

Система 8K ФОРТРАН состоит из однопроходного транслятора (8K FORTRAN COMPILER )/1/, ассемблера (8K SABR ASSEMBLER )/2/ и библиотеки подпрограмм. Эта система может быть использована для малых ЭВМ типа ТРА-1001 с объемом памяти не менее 8К, имеющих в комплекте внешних устройств телетайп типа ASR-33 и быстрый считыватель, например, FS-1500.

Наличие магнитофонов (магнитных дисков), а также быстрого перфоратора ( HIGH SPEED PUNCH ) в комплекте внешних устройств ТРА-1001 не обязательно. С помощью программы LSPUNCH , написанной для ЭВМ СДС-1604А, можно внести изменения в версию транслятора 8K ФОРТРАН на бумажной перфоленге. При этом обращения к быстрому перфоратору заменяются соответствующими обращениями к телетайпу-медленному перфоратору.

Настоящая работа написана с целью дать необходимый набор сведений пользователю, желающему программировать на языке 8K ФОРТРАН.

В ее 1-ой части приведены некоторые характеристики и система команд ЭВМ ТРА-1001, а также указано назначение и порядок использования программ-загрузчиков RIM-LOADER и BIN-LOADER /3/.

Часть 2-я содержит описание ассемблера 8K SABR , который применяется на втором этапе трансляции программы, написанной на 8K ФОРТРАНе. Язык 8K SABR ASSEMBLER может использоваться и непосредственно для написания программ.

Часть 3-я посвящена описанию языка 8K ФОРТРАН и последовательности операций при работе с версией системы 8K ФОРТРАН на бумажной перфоленге.

## 1. Некоторые характеристики ЭВМ ТРА-1001

ЭВМ ТРА-1001 является малой цифровой вычислительной машиной общего назначения. Она может быть использована как универсальная ЭВМ для обработки данных, а также в качестве управляющего элемента в системах автоматического управления, сбора и обработки данных. Преимущественно ЭВМ ТРА-1001 применяется как управляющая машина<sup>4/</sup>.

ТРА-1001 является машиной параллельного действия. В основной комплект машины входит оперативная память емкостью 4096 12-разрядных слов (4К) с циклом обращения 10мксек. Емкость памяти можно наращивать блоками по 4К слов до 32К (32708 слов).

Процессор является ядром ЭВМ ТРА-1001, он выполняет все логические и арифметические операции, а также функции управления. В состав процессора входят устройство управления и арифметическое устройство, необходимые для определения очередности и выполнения команд программы. Система команд ЭВМ ТРА-1001 включает в себя 65 основных команд.

В процессоре ТРА-1001 имеются следующие регистры:

1. Счетчик команд /PC/ определяет порядок выполнения команд программы. Этот 12-разрядный регистр содержит адрес ячейки памяти, из которой выбирается очередная команда.

2. Клавишный регистр /SR / служит для занесения слова, набранного на пульте управления с помощью 12 клавиш, в память, счетчик команд или сумматор.

3. Сумматор /AC/ служит для хранения операнда и результатов логических и арифметических операций. С помощью специальных команд сумматор можно очистить, его содержимое можно обратить или заслать в него -1. Он используется также как буферный регистр при операциях ввода-вывода. В случае переполнения сумматора содержимое дополнительного разряда (L) (специального одноразрядного регистра) обращается, т.е. 0 заменяется на 1, а 1 на 0. Через сумматор проходят также все программно управляемые передачи кодов между памятью и внешними устройствами.

4. Регистр адреса /MA/ содержит адрес ячейки памяти, выбранной для чтения или записи. Он позволяет адресоваться к 4096 ячейкам.

5. Буферный регистр /MB/ служит для промежуточного хранения информации, передаваемой между памятью и регистрами процессора.

Оперативная память /M/ служит для хранения программ и данных.

В состав математического обеспечения ЭВМ ТРА-1001 входят:

- а) трансляторы с языков ФОКАЛ и 4К ФОРТРАН;
- б) ассемблеры SLANG и SLANG II;
- в) комплекс подпрограмм FLDT, позволяющий оперировать с числами, представленными в формате с плавающей запятой;
- г) программа редактирования, дающая возможность вносить изменения в исходную программу на бумажной перфоленте;
- д) библиотека подпрограмм, включающая в себя основные арифметические и тригонометрические функции;
- е) служебные и тестовые программы.

Существует также транслятор с автокода SLANG 3 для ТРА-1001, работающий на ЭВМ БЭСМ-6<sup>5/</sup>.

Телетайп типа ASR -33 является единственным внешним устройством, входящим в основной комплект ТРА-1001. Он может быть использован для двухсторонней связи оператора с ЭВМ, а также для чтения и перфорации бумажной перфоленты со скоростью 10 символов в секунду.

Набор внешних устройств ТРА-1001 может быть дополнен устройствами быстрого чтения и перфорации, а также магнитофонами и дисками. Например, в ЛВТА ОИЯИ в состав внешних устройств ТРА-1001 наряду с телетайпом входят быстрый считыватель FS-1500 и магнитофон СДС-608.

## 2. Организация памяти

Оперативная память ТРА-1001 (8К) условно разбита на  $32_{10}$  страницы по  $128_{10}$  ( $200_8$ ) слов. Такая организация памяти машины обусловлена длиной машинного слова ТРА-1001.

Абсолютный адрес представляет собой 12-разрядное число, позволяющее указать адрес любой ячейки памяти. Пять старших разрядов машинного слова выделяются для обозначения страницы памяти ( $0-37_8$ ), последние семь разрядов используются для обозначения адреса на странице ( $0-177_8$ ).

Нулевую страницу составляют первые 128 слов памяти. Страница,

из которой взята текущая команда программы, называется текущей. Номер текущей страницы совпадает со значением пяти старших разрядов счетчика команд.

Как будет показано ниже, в случае команд с обращением к памяти только 4-11 разряды слова могут быть использованы для целей адресации, причем 4 разряд слова выделяется под признак страницы. Разряды 5-11 слова указывают адрес на странице, 0 или 1 в 4 разряде слова указывают соответственно на нулевую или текущую страницу.

При размещении команд и данных в памяти следует помнить, что в нулевой странице ячейки 0-17<sub>8</sub> зарезервированы для специальных целей. Ячейка 0 содержит адрес возврата в прерванную программу, ячейка 1 - первый адрес программы обслуживания запросов. Ячейки 10<sub>8</sub>-17<sub>8</sub> используются для целей автоиндексации. При обращении к этим ячейкам с признаком косвенной адресации их содержимое автоматически увеличивается на 1.

### 3. Система команд

Система команд ТРА-1001 делится на команды с обращением к памяти и без обращения к памяти. К числу команд без обращения к памяти относятся команды ввода-вывода и безадресные команды.

Во всех командах 0, 1 и 2 разряды используются для обозначения кода операции. Так, командам с обращением к памяти соответствуют коды операций с 0 по 5, командам ввода-вывода - код 6, безадресным командам - код 7.

Краткое описание системы команд ТРА-1001 содержится в<sup>15/</sup>.

#### 3.1. Команды с обращением к памяти

Команды с обращением к памяти заносят данные в память или выбирают их из памяти.

Формат команд с обращением к памяти показан на рис.3.1.

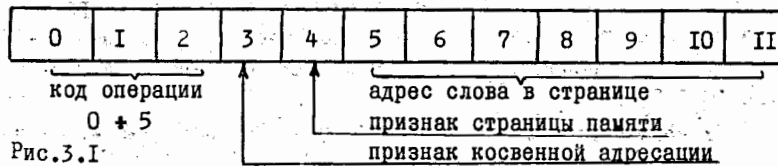


Рис.3.1

Косвенной адресации соответствует 1 в 3 разряде, прямой адресации - 0. В случае косвенной адресации адресная часть команды (разряды 5-11) с обращением к памяти содержит не адрес операнда, а адрес ячейки, содержащей адрес операнда. Признак страницы памяти: 0 - нулевая, 1 - текущая страница.

Перечень 6 команд с обращением к памяти приведен в Приложении.

#### 3.2. Команды ввода-вывода

Команды ввода-вывода служат для управления устройствами ввода-вывода по программному каналу. Формат команд ввода-вывода показан на рис 3.2.

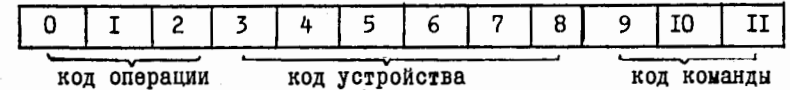


Рис. 3.2

Разряды 3-8 используются для обозначения номера устройства ввода-вывода, а разряды 9-11 - для обозначения команд, передаваемых устройству. Эти команды могут выполнять функции управления и передачи данных.

Перечень 17 команд ввода-вывода приведен в Приложении.

#### 3.3. Безадресные команды

Безадресные команды состоят из двух групп команд. Команды первой группы используются для преобразования кодов в регистрах процессора - операций сброса (очистки), обращения, увеличения на 1 содержимого регистра - и характеризуются наличием 0 в 3-м разряде. Формат команд первой группы приведен на рис. 3.3.

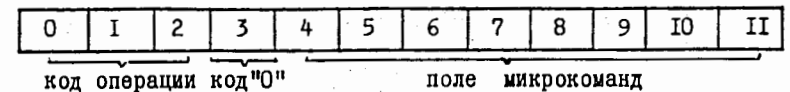


Рис. 3.3

Команды второй группы служат для проверки содержимого суммато-

ра и дополнительного разряда. В зависимости от содержимого этих регистров следующая команда выполняется или пропускается. Команды второй группы характеризуются наличием 1 в 3-м разряде и 0 в II-м разряде. Формат команд этой группы приведен на рис. 3.4.

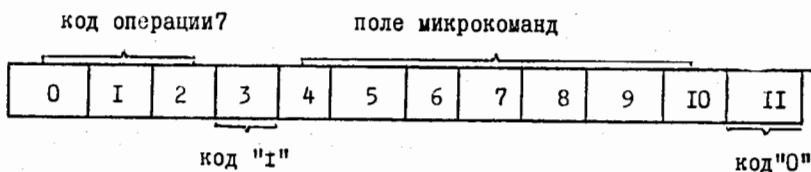


Рис. 3.4

Перечень 25 безадресных команд приведен в Приложении.

### 3.4. Дополнительные команды

Дополнительные команды TPA-1001 могут быть использованы при наличии блоков расширенной памяти и расширенной арифметики.

Наличие блока расширенной памяти позволяет использовать команды, связанные с занесением данных и команд в дополнительные поля памяти (полем памяти называется блок памяти, содержащий 4К). Блок расширенной памяти включает в себя несколько вспомогательных регистров, служащих для адресации в дополнительные поля памяти:

1. Регистр поля команд (IF) - 3-разрядный регистр, который расширяет возможности счетчика команд (PC). Содержимое регистра IF указывает номер поля памяти, из которого выбираются команды и операнды команд AND, TAD, ISZ и DCA в случае прямой адресации.
2. Регистр поля данных (DF) - 3-разрядный регистр, содержимое которого указывает номер поля памяти, из которого выбирается операнд команд AND, TAD, ISZ и DCA в случае косвенной адресации.
3. Регистр запоминания поля памяти (SR) - 6-разрядный регистр, в который заносится содержимое регистров IF и DF в момент программного прерывания.

Наличие блока расширенной арифметики позволяет использовать другую группу безадресных команд, к которой относятся команды быстрой арифметики и сдвига. Блок расширенной арифметики включает в се-

бя два вспомогательных регистра:

1. Счетчик шагов (SC) - 5-разрядный регистр, содержащий дополнение содержимого 7-II-разрядов ячейки с номером PC+1.
2. Регистр множителя-частного (MC) - 12-разрядный регистр, который используется совместно с регистрами AC, L и MB при выполнении команд быстрой арифметики.

Перечень 17 дополнительных команд приведен в Приложении.

### 4. Программы-загрузчики

#### 4.1. RIM-загрузчик

RIM-загрузчик / READ IN MODE LEADER / является самой первой программой, помещаемой в оперативную память TPA-1001. В начале работы он загружается в память ЭВМ пользователем с помощью клавиш пульта управления и служит для ввода в память ЭВМ программ, написанных в формате RIM, в частности, двоичного загрузчика (BIN LEADER) и тестовых программ TPA-1001.

Бумажная перфолента с программой, написанной в формате RIM, имеет следующую структуру. В начале ленты перфорируются коды LEADER-TRAILER (код 200<sub>8</sub>), которые игнорируются RIM-загрузчиком. Далее следуют коды программы, расположенные попарно. Первая пара кодов указывает адрес ячейки памяти, в которую должна быть занесена команда, обозначенная следующей парой кодов. Вслед за последней командой на ленте располагается набор кодов LEADER-TRAILER.

Коды LEADER-TRAILER служат для защиты содержимого ячеек памяти от затирания при загрузке двоичной ленты в оперативную память ЭВМ. Обычно они занимают 50-60 см на бумажной перфоленте.

Имеется два типа RIM-загрузчиков: быстрый RIM-загрузчик и медленный. Первый используется при наличии быстрого считывателя, второй - при вводе с помощью телетайпа ASR-33.

#### 4.2. Загрузка RIM-загрузчика в оперативную память

RIM-загрузчик всегда заносится в последние 18 ячеек памяти и занимает ячейки с 7756 по 7776.

На пульте TRA-1001 приведен перечень абсолютных адресов и команд для быстрого и медленного RIM-загрузчиков.

Для того, чтобы поместить RIM-загрузчик в оперативную память, необходимо:

1. Набрать на клавишном регистре ( SR ) начальный адрес 7756.
2. Нажать клавишу LOAD ADDRESS.
3. Набрать на клавишном регистре первую команду.
4. Нажать клавишу LOAD MEMORY.
5. Набрать на клавишном регистре следующую команду.
6. Нажать клавишу LOAD MEMORY.

Операции 5 и 6 повторяются до окончания ввода RIM-загрузчика в память ЭВМ. По окончании операции желательно убедиться в том, что все команды загружены правильно.

Если RIM-загрузчик уже занесен в память, то для загрузки ленты, отперфорированной в RIM-формате, необходимо установить ее в читающее устройство, набрать на клавишном регистре начальный адрес (7756) RIM-загрузчика и нажать последовательно клавиши LOAD ADDRESS и START. При вводе перфоленты с помощью телетайпа его нужно включить. По окончании ввода перфоленты следует нажать клавишу STOP.

#### 4.3. Двоичный загрузчик

Двоичный загрузчик / BINARY LOADER / представляет собой небольшую программу, которая управляет чтением двоичных программ и данных пользователя.

В зависимости от положения клавиши нулевого разряда клавишного регистра (0 или 1) ввод двоичных перфолент может осуществляться с помощью быстрого считывателя (0) FS-1500 либо с помощью телетайпа (1) ASR-33.

Бумажная перфолента с программой в двоичном формате имеет почти ту же структуру, что и перфолента в формате RIM. Отличие состоит в том, что вслед за последней командой на перфоленте в двоичном формате имеется код контрольной суммы, а за ним следует набор кодов LEADER-TRAILER.

Первая часть программы-загрузчика служит для определения типа кодов. Если на перфоленте встретится код RUBOUT (код зачеркивания),

то последующие символы игнорируются вплоть до следующего кода RUBOUT. Если на перфоленте имеются коды LEADER-TRAILER, то они также игнорируются.

Основная часть программы-загрузчика предназначена для последовательного декодирования адресов и команд (данных) программы пользователя и загрузки последних в оперативную память ЭВМ. По окончании ввода перфоленты проверяется контрольная сумма. Если содержимое сумматора при этом отлично от нуля, то это указывает на ошибку в контрольной сумме.

Двоичный загрузчик занимает следующие ячейки памяти: 7612-7616, 7664-7752 и ячейку 7777. Начальный адрес программы-загрузчика -7777, программа-загрузчик написана в формате RIM.

#### 4.4. Использование двоичного загрузчика для загрузки двоичной перфоленты в оперативную память

Для того, чтобы загрузить двоичную перфоленту в оперативную память TRA-1001, необходимо:

1. Занести в память RIM-загрузчик с помощью клавиш пульта управления (см.4.2).
2. Ввести в память двоичный загрузчик, как указано в 4.2.
3. Вставить двоичную перфоленту программы в читающее устройство.
4. Набрать на клавишном регистре код 7777<sub>8</sub>.
5. Нажать клавишу LOAD ADDRESS.
6. Задать 1 в нулевом разряде клавишного регистра при загрузке двоичной перфоленты с помощью телетайпа ASR-33 и 0 при загрузке с помощью быстрого считывателя FS-150Q.
7. Нажать клавишу START.
8. Включить телетайп ASR-33, если он используется для ввода двоичной перфоленты.

Работа программы-загрузчика прекращается по окончании ввода двоичной перфоленты программы пользователя в оперативную память ЭВМ. Если содержимое сумматора при этом отлично от нуля, то имеет место ошибка в контрольной сумме.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Ю.А.Каржавину и В.М.Котову за поддержку и интерес к работе и А.П.Иерусалимову за помощь в работе и полезные обсуждения. Авторы благодарят также А.А.Корнейчука за помощь, оказанную им при редактировании данной работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Система команд ЭВМ ТРА-1001

Ниже мы пользуемся следующими обозначениями:

Символ	Определение
C/A/ C/A/ ⇒ C/B/	Содержимое регистра А Содержимое регистра А засылается в регистр В
Y	Адрес или ячейка некоторого регистра памяти
Y <sub>i</sub> C/A <sub>0-5</sub> / ⇒ C/Y <sub>6-II</sub> /	i-ый разряд регистра Y Содержимое разрядов 0-5 регистра А засылается в 6-II разряды регистра Y
V	ИЛИ - логическое сложение: O <sub>VO</sub> =0, O <sub>V1</sub> =1, 1 <sub>V1</sub> =1
Λ	И - логическое умножение: O <sub>ΛO</sub> =0, O <sub>Λ1</sub> =0, 1 <sub>ΛO</sub> =0, 1 <sub>Λ1</sub> =1
C/A/	Обращение содержимого регистра А: O=1, I=0

I. Команды с обращением к памяти

Обозначение	Код операции	Назначение
AND Y	0	Логическое "И". Коды сумматора /AC/ и ячейки памяти с адресом Y поразрядно логически умножаются, результат помещается в AC. $C(Y_i) \wedge C/AC_i/ \Rightarrow C/AC_i/$ .
TAD Y	I	Сложение. Коды AC и ячейки с адресом Y складываются по правилам сложения дополнительных кодов (в ТРА все числа представляются дополнительными кодами), результат помещается в AC. $C/Y / + C/AC/ \Rightarrow C/AC/$ .

I. Команды с обращением к памяти (продолжение)

Обозначение	Код операции	Назначение
ISZ Y	2	Содержимое ячейки с адресом Y увеличивается на I. Если результат равен 0, то следующая команда пропускается. $C/Y / + I \Rightarrow C/Y /$ . Если $C/Y / \neq 0$ , то $C/PC/ + I \Rightarrow C/PC/$ . С помощью этой команды организуются циклы.
DCA Y	3	Запись и очистка AC. Содержимое AC записывается в ячейку с адресом Y, после чего выполняется очистка AC. $C/AC/ \Rightarrow C/Y /$ , $0 \Rightarrow C/AC/$ .
JMS Y	4	Переход к подпрограмме. Содержимое счетчика команд (PC) засылается в ячейку с адресом Y. Следующая команда берется из ячейки с адресом Y + I. $C/PC/ + I \Rightarrow C/Y /$ , $Y + 1 \Rightarrow C/PC/$ .
JMP Y	5	Переход к Y. Следующая команда берется из ячейки с адресом Y. $Y \Rightarrow C/PC/$ .

2. Команды ввода-вывода

2.1. Команды управления схемой прерываний

Обозначение	Код	Назначение
IØN	6001	Разрешение прерываний.
IØF	6002	Запрещение прерываний.



### 2.2. Команды чтения с клавиатуры телетайпа

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
KSF	6031	Проверка флага клавиатуры телетайпа (ТТ). Если он содержит I, то содержимое РС увеличивается на I. Если флаг ТТ=I, то /PC/+I⇒PC.
KCC	6032	Очистка АС и флага клавиатуры ТТ для подготовки к передаче символа с ТТ в АС.
KRS	6034	Содержимое ТТИ (входного буферного регистра ТТ) переносится в 4-II разряды АС. /ТТИ/ v /АС 4-II/⇒/АС 4-II/.
KRB	6036	Очистка АС и флага ТТ. Содержимое буфера ТТИ заносится в 4-II разряды АС. 0⇒АС, /ТТИ/ v /АС 4-II/⇒/АС 4-II/.

### 2.3. Команды перфорации на телетайпе

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
TSF	6041	Проверка флага медленного перфоратора (LSP). Если он содержит I, то следующая команда пропускается. Если флаг LSP=I, то /PC/+1⇒/PC/.
TSC	6042	Сброс в 0 флага LSP. 0⇒флаг LSP.
TRC	6044	Занесение содержимого разрядов 4-II АС в ТТФ (выходной буферный регистр ТТ), печать или перфорация символа. /АС 4-II/⇒ТТФ, ТТФ⇒напечатать или отперфорировать.

### 2.3. Команды перфорации на телетайпе (продолжение)

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
TLS	6046	Сброс в 0 флага LSP, занесение содержимого разрядов 4-II АС в ТТФ и печать или перфорация символа. 0⇒флаг LSP, /АС 4-II/⇒ТТФ, ТТФ⇒напечатать или отперфорировать.

### 2.4. Команды управления быстрым считывателем

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
RSF	6011	Пропуск следующей команды, если флаг быстрого считывателя /NSR/ равен I. Если флаг=I, то /PC/+I⇒PC.
RRB	6012	Занесение содержимого буфера быстрого считывателя (RB) в 4-II разряды АС и сброс флага NSR. RB v /АС 4-II/⇒/АС 4-II/, 0⇒флаг NSR.
RFC	6014	Сброс флага NSR и RB в 0, занесение кода символа с перфоленты в RB. 0⇒флаг NSR, RB, код символа с перфоленты⇒RB, I⇒флаг NSR.

### 2.5. Команды управления быстрым перфоратором

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
PSF	6021	Пропуск следующей команды, если флаг быстрого перфоратора (NSP) равен I. Если флаг NSP=I, то /PC/+I⇒/PC/.
PCF	6022	Сброс флага и буфера перфоратора /PB/ в 0.

### 2.5. Команды управления быстрым перфоратором (продолжение)

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
PPC	6024	Занесение кода символа из 4-II разрядов AC в PB и перфорация его. /AC 4-II/v PB $\Rightarrow$ PB.
PLS	6026	Сброс флага и PB перфоратора в 0, занесение кода символа из 4-II разрядов AC в PB и перфорация его. 0 $\rightarrow$ флаг NSP, PB, /AC 4-II/ $\rightarrow$ PB.

### 3.1. Безадресные команды. Группа I

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
CLA	7200	Очистка AC. 0 $\Rightarrow$ C/AC/.
CLL	7100	Очистка дополнительного разряда (L). 0 $\Rightarrow$ C/L/.
SMA	7040	Обращение содержимого AC (0 заменяется на I, I на 0). C/AC/=C/AC/.
CML	7020	Обращение L. $\overline{C(L)} \Rightarrow$ C/L/.
RAR	7010	Сдвиг циклический содержимого AC и L на один разряд вправо. C/ACi/ $\Rightarrow$ C/ACi+I/, C/AC <sub>II</sub> / $\rightarrow$ C/L /, C/L $\rightarrow$ C/AC <sub>0</sub> /.
RAL	7004	Сдвиг циклический AC и L на один разряд влево. C/ACi/ $\rightarrow$ C/ACi-I/, C/AC <sub>0</sub> / $\rightarrow$ C/L /, C/L $\rightarrow$ C/AC <sub>II</sub> /.
RTR	7012	Сдвиг циклический AC и L на два разряда вправо. Соответствует двум последовательно выполненным командам RAR.
RTL	7006	Сдвиг циклический AC и L на два разряда влево. Соответствует двум последовательно выполненным командам RAL.

### 3.1. Безадресные команды. Группа I (продолжение)

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
IAC	700I	Добавление I к содержимому AC. C/AC/+I $\Rightarrow$ C/AC/.
NOP	7000	Пустая команда. Применяется для программной организации временных задержек. Пропускается один цикл памяти (10 мксек).
CIA	704I	Обращение и увеличение на I содержимого AC. $\overline{C/ACi/} \Rightarrow$ C/ACi/, C/AC/+I $\Rightarrow$ C/AC/.
STA	7240	Занесение 7777 в AC. 7777 $\Rightarrow$ C/AC/.
STL	7120	Занесение I в L. I $\Rightarrow$ C/L /.
GLK	7204	Занесение содержимого L в AC <sub>II</sub> . C/L / $\Rightarrow$ C/AC <sub>II</sub> /.

### 3.2. Безадресные команды. Группа 2

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
CLA	7600	Очистка AC. Используется как самостоятельная команда и в сочетании с другими командами второй группы. 0 $\Rightarrow$ C/AC/.
SPA	7510	Пропуск следующей команды по положительному содержанию AC. Если C/AC <sub>0</sub> $\neq$ 0, то C/PC/+I $\Rightarrow$ C/PC/.
SMA	7500	Пропуск следующей команды по отрицательному содержанию AC. Если C/AC <sub>0</sub> = I, то C/PC/+I $\rightarrow$ C/PC/.
SNA	7450	Пропуск следующей команды по ненулевому содержанию AC. Если C/AC $\neq$ 0, то C/PC/+I $\rightarrow$ C/PC/.

### 3.2. Безадресные команды. Группы 2 (продолжение)

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
SZA	7440	Пропуск следующей команды по нулевому содержанию AC. Если C/AC=0, то C/PC/+I $\Rightarrow$ C/PC/.
SZL	7430	Пропуск следующей команды по нулевому содержанию L. Если C/L $\neq$ 0, то C/PC/+I $\Rightarrow$ C/PC/.
SNL	7420	Пропуск следующей команды по ненулевому содержанию L. Если C/L $\neq$ 1, то C/PC/+I $\Rightarrow$ C/PC/.
SKP	7410	Пропуск следующей команды. C/PC/+I $\Rightarrow$ C/PC/.
SR	7404	Наложение кода клавишного регистра SR. Код SR логически складывается с кодом AC. C/ SR / VC /AC/ $\Rightarrow$ C/AC/.
HLT	7402	Программный останов. Выполнение программы прекращается после завершения текущего цикла.
LAS	7604	Занесение содержимого SR в AC.

#### 4. Дополнительные команды.

##### 4.1. Команды управления блоком расширенной памяти

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
CDF	62M1	Занесение в регистр DF номера поля памяти N (N=0-7). Все последующие обращения к памяти будут производиться в поле памяти N до тех пор, пока содержимое регистра DF не изменится с помощью следующей команды CDF.
CIF	62N2	Занесение в регистр IF номера поля памяти N (N=0-7). Последующие команды JMP и JMS передают управление в пределах поля N.
RDF	62I4	Занесение содержимого регистра DF в 6-8 разряды AC. DF $\Rightarrow$ AC 6-8.

#### 4. Дополнительные команды.

##### 4.1. Команды управления блоком расширенной памяти (продолжение)

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
RIF	6224	Занесение содержимого регистра IF в 6-8 разряды AC. IF $\Rightarrow$ AC 6-8.
RIB	6234	Занесение содержимого регистра SF в 6-II разряды AC. SF 0-5 $\Rightarrow$ AC 6-II.
RMF	6244	Восстановление содержимого регистров IF и DF при выходе из программного прерывания. SF 0-2 $\Rightarrow$ IF, SF 3-5 $\Rightarrow$ DF.

##### 4.2. Команды расширенной арифметики

Обозначение	Код <sub>8</sub>	Назначение
MU	7405	Умножение. Число, содержащееся в регистре MQ, умножается на число, содержащееся в ячейке PC+I. В результате умножения L содержит 0, старшие I2 разрядов произведения помещаются в AC, I2 младших разрядов - в MQ. Yx MQ $\Rightarrow$ AC, MQ, 0 $\Rightarrow$ L.
DVI	7407	Деление. Делимое, содержащееся в AC (I2 старших разрядов) и MQ (I2 младших разрядов), делится на число, содержащееся в ячейке памяти PC+I. I2 старших разрядов частного заносятся в MQ, I2 младших - в AC. AC, MQ:Y $\Rightarrow$ MC, AC <sub>0</sub> .
NMI	7411	Нормализация. Содержимое AC и MQ сдвигается влево до тех пор, пока AC <sub>0</sub> не сравняется с AC <sub>1</sub> либо пока общее содержимое AC и MQ не будет равно 60000000. Освобождающиеся разряды MQ заполняются нулями.

4.2. Команды расширенной арифметики (продолжение)

Обозначение	Код	Назначение
NMI	74I1	В конце операции счетчик шагов ( SC ) содержит число выполненных сдвигов. $AC_n \Rightarrow AC_{n-1}$ , $AC_0 \Rightarrow L$ , $MQ_0 \Rightarrow AC_{II}$ , $MQ_n \Rightarrow MQ_{n-1}$ , $0 \Rightarrow MQ_{11}$ .
SHL	74I3	Арифметический сдвиг влево. Общее содержимое AC и MQ сдвигается влево на число разрядов, на I большее, чем содержимое ячейки PC+I. Освобождающиеся разряды MQ заполняются нулями. $AC_n \Rightarrow AC_{n-1}$ , $AC_0 \Rightarrow L$ , $MQ_0 \Rightarrow AC_{II}$ , $MQ_n \Rightarrow MQ_{n-1}$ , $0 \Rightarrow MQ_{11}$ .
ASR	74I5	Арифметический сдвиг вправо. Общее содержимое AC и MQ сдвигается вправо на число разрядов, на I большее, чем содержимое ячейки PC+I. Знаковый разряд сумматора AC <sub>0</sub> засылается в освобождающийся разряд, исходное значение знакового разряда AC <sub>0</sub> сохраняется в L. $AC_0 \Rightarrow L$ , $AC_0 \Rightarrow AC_0$ , $AC_n \Rightarrow AC_{n+1}$ , $AC_{11} \Rightarrow MQ_0$ , $MQ_n \Rightarrow MQ_{n+1}$ .
LSR	74I7	Логический сдвиг вправо. Общее содержимое AC и MQ сдвигается вправо на число разрядов, на I большее, чем содержимое ячейки PC+I. Освобождающиеся разряды заполняются 0.

4.2. Команды расширенной арифметики (продолжение)

Обозначение	Код	Назначение
LSR	74I7	$0 \Rightarrow L$ , $0 \Rightarrow AC_0$ , $AC_n \Rightarrow AC_{n+1}$ , $AC_{II} \Rightarrow MQ_0$ , $MQ_n \Rightarrow MQ_{n+1}$ .
MQI	742I	Содержимое AC заносится в MQ и AC очищается. $AC \Rightarrow MQ$ , $0 \Rightarrow AC$ .
SCL	7403	Дополнение содержимого 7-II разрядов ячейки PC+I заносится в SC. $MB\ 7-II \Rightarrow SC$ .
SCA	744I	Содержимое SC заносится в AC. $SC \Rightarrow AC$ .
MQA	750I	Содержимое MQ заносится в AC. $MQ \Rightarrow AC$ .
CLA	760I	Очистка AC. Эта команда может быть объединена с другими командами расширенной арифметики, например, с MQA и SCA.

Литература

1. PDP-8 FAMILY 8K FORTRAN SYSTEM Programmer's Reference Manual, Digital Equipment Corporation, Maynard, Massachusetts, 1969.
2. 8K SABR ASSEMBLER Programmer's Reference Manual, Digital Equipment Corporation, Maynard, Massachusetts, 1969.
3. TPA Computer Manual, KFKI 4693 Budapest, 1972.
4. Е.П.Калиниченко. Область применения и особенности ЭВМ ТРА. Депонированная публикация ОИЯИ БИ-10-5435.
5. В.В.Галактионов. Транслятор на БЭСМ-6 с автокода SLANG 3 для ТРА, Ю-59II, Дубна, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел 31 августа 1973 года.