

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



19/10-76

P10 - 9484

Д-142

1469/2-76

К.Дади, Л.Дади, А.Матеева, И.М.Саламатин

ОРГАНИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ
СТАНДАРТНЫХ ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ПРОГРАММ
ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ
НА БАЗЕ ЭВМ ТИПА ТРА

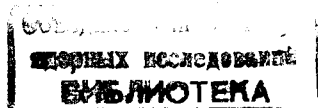
1976

P10 - 9484

К.Дади, Л.Дади, А.Матеева, И.М.Саламатин

ОРГАНИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ
СТАНДАРТНЫХ ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ПРОГРАММ
ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ
НА БАЗЕ ЭВМ ТИПА ТРА

Направлено в журнал "Программирование"



Введение

Для ЭВМ типа ТРА-1001-и /Электроника-100, PDP-8 /, имеется обширное программное обеспечение, включающее широко используемые трансляторы с языков SLANG, FORTRAN, BASIC и др.^{/1,2,3}

Существенные удобства предоставляет ориентированная на специальный ассемблер SABR система^{/3/}, работающая с перемещаемыми в двоичном виде программами. Такая система успешно использовалась в работах по созданию программного обеспечения спирального измерителя^{/4/}.

При использовании ЭВМ с фиксированной конфигурацией на линии с экспериментальной установкой обычной является ситуация, когда возможность поставить эксперимент определяется распределением памяти между программами и данными. Например, в работе^{/5/} при создании программного обеспечения измерительного модуля на базе ЭВМ ТРА-1001-и с оперативной памятью 16К мы столкнулись с необходимостью ограничить объем памяти до 3К. Такое ограничение исключило возможность использовать известное /см^{/3/} / программное обеспечение. Поэтому была предпринята попытка разработать специализированное программное обеспечение, структура которого описана в работе^{/5/}. Специализация программного обеспечения позволяет более эффективно использовать оборудование и может привести к сокращению общих затрат на программирование ряда однотипных задач.

В состав программного обеспечения измерительного модуля^{/6/} были введены группа резидентных организующих программ /монитор/ и специализированная библиотека. Для измерительного модуля на базе ЭВМ ТРА-1001-и

нами была разработана библиотека стандартных программ /СП/, перемещаемых в двоичном виде. Все программы библиотеки написаны на автокоде SLANG. Использованный при этом транслятор^{/7/} не был ориентирован на компоновку перемещаемых в двоичном виде программ, как это, например, имело место в случаях ассемблера SABR. В связи с этим при написании СП нам пришлось ввести несколько специальных правил. Правила написания СП были сформулированы при разработке резидентной части программного обеспечения. Соблюдение принятой методики написания давало определенные гарантии работоспособности автономно написанных и отлаженных программ.

В данной работе описаны организация библиотеки, структура библиотечных текстов и даны основные сведения, необходимые программисту при составлении СП, совместимых с разработанным программным обеспечением.

Структура библиотеки

Рабочая библиотека размещается на внешнем запоминающем устройстве /ВЗУ/ и имеет модульную структуру. Отведенная библиотеке память на ВЗУ разделена на страницы. При загрузке в оперативную память ЭВМ несколько страниц могут рассматриваться как единое целое и выступать в качестве загрузочного модуля /ЗМ/.

Конфигурация измерительного модуля и накопитель на магнитном диске /НМД/, на котором размещена библиотека, описаны в работе^{/5/}. При емкости НМД 1,25 млн. слов для библиотеки отведено $\sim 50_{10}$ тыс. слов /8 цилиндров/. В первой половине нулевого цилиндра /3072₁₀ слова/ библиотеки записана резидентная часть системы программ, в остальных 7,5 цилиндрах - собственно библиотека ЗМ.

Загрузочным модулем в описываемой библиотеке мы считали двоичный программный текст, реализующий заданный алгоритм работы при соблюдении определенных правил взаимодействия с остальным программным обеспечением и используемый в режиме динамического распре-

деления памяти /ДРП/. Были разрешены ЗМ длиной 1,2,3 и 4 страницы.

Фиксированная минимальная длина /1 страница/ ЗМ обусловлена особенностями способа адресации программируемой ЭВМ и определяет принятый шаг перемещения модулей в оперативной памяти.

Максимальная длина ЗМ определяет нижний предел длины динамически распределяемой памяти, при котором программное обеспечение сохранит работоспособность. Введение какого-либо ограничения максимальной длины ЗМ представляется целесообразным. Выбор конкретной цифры /4 страницы/ объясняется тем, что большинство программ, написанных для данной библиотеки, требовали меньшего объема памяти.

Структура текста ЗМ при длине его в несколько страниц показана на *рис. 1*. Первое слово каждой страницы ЗМ было отведено для контрольной суммы. Это слово используется служебными программами лишь во время загрузки ЗМ в оперативную память. Содержание его при трансляции может быть любым. Второе слово первой из принадлежащих ЗМ страниц во время трансляции и загрузки в ОЗУ содержало номер ЗМ и информацию о его длине. Обе эти ячейки использовались также в программном тексте ЗМ в качестве рабочих.

Для построения достаточно простого алгоритма настройки модуля по месту загрузки были введены три правила:

1. Всем ЗМ был присвоен один и тот же начальный адрес трансляции /АТ/. Страницы, включенные в ЗМ, занимали последовательные адреса /АТ, АТ+200, .../.

2. Нужные адресные константы, принадлежащие модулю /т.е. имеющие значения \geq АТ/, были расположены в конце соответствующей страницы в поле ссылок, как это показано на *рис. 1*. Поле ссылок может также содержать неперерабатываемые ссылки на резидентную часть /т.е. имеющие значения $<$ АТ/ либо быть пустым.

3. При трансляции, лишь на время загрузки, программный текст был отделен от поля ссылок нулевым кодом - терминатором поля ссылок.

После загрузки модуля в оперативную память /в ДРП/ настройка его по месту загрузки сводилась к переработке

полей ссылок на всех принадлежащих модулю страницах. Каждый код A_i в поле ссылок, для которого выполнялось условие $A_i \geq AT$, заменялся кодом A_i^* :

$$A_i^* = A_i + AZ - AT,$$

где AZ - адрес загрузки модуля.

*AT

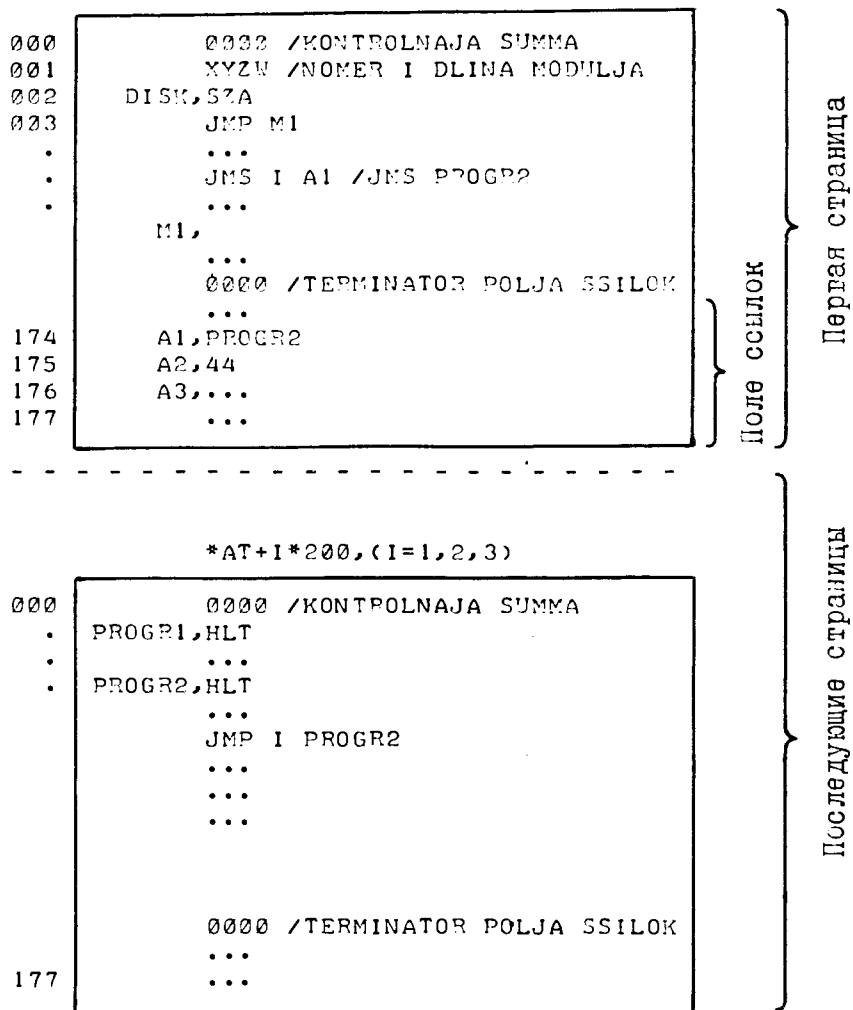


Рис. 1. Структура текста загрузочного модуля при длине в несколько страниц.

Стандартная программа

Стандартная программа /СП/ была принята в качестве конструктивной единицы программы измерений/6/. Соотношение между ЗМ и СП следующее:

1. При длине СП в 1 страницу и более одна СП занимала ЗМ. Первая исполняемая команда программы размещалась непосредственно после номера ЗМ в третьей строке первой из принадлежащих модулю страниц /рис. 1/.

2. При длине, равной 1 странице, загрузочные модули содержали до четырех СП. В этом случае после номера ЗМ в последовательных строках помещались входы в СП - команды передачи управления соответствующим СП. На рис. 2 показана структура такого ЗМ, содержащего 4 СП с именами NAME 1 - NAME 4 .

*AT

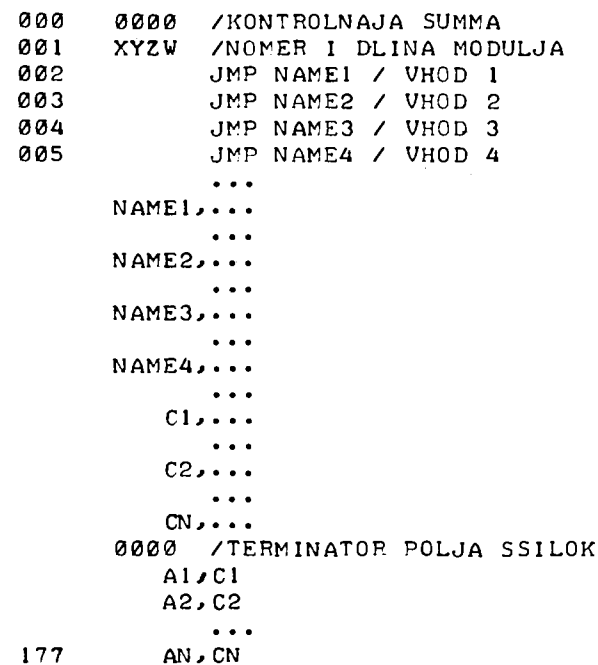


Рис. 2. Структура текста загрузочного модуля при длине в 1 страницу.

Любая страница многостраничного ЗМ, исключая первую, может быть оформлена аналогично описанному в предыдущем пункте и использоваться в качестве одностраничного ЗМ. Причина, по которой было запрещено загружать в ДРП отдельно от остальных первую страницу ЗМ, связана с алгоритмом поиска ЗМ /и СП/ в памяти. Монитор, в соответствии с приведенным выше определением ЗМ, делает вывод о наличии нужного модуля в ДРП после обнаружения первой из принадлежащих ему страниц, не проверяя наличия остальных. Эта возможность включения в ЗМ дополнительных СП была введена для экономии памяти ВЗУ, например, в случаях, когда основная СП не полностью занимает отведенные ей несколько страниц емкости ЗМ. Такие дополнительные СП теряют возможность использования абсолютных адресных ссылок на область ДРП.

Номера загрузочных модулей и стандартных программ

Вторая строка первой страницы любого ЗМ была занята кодом, который выше мы назвали "номером ЗМ". Старшие /с 0 по $10_8/9$ разрядов слова были отведены для порядкового номера, а остальные разряды - для информации о длине ЗМ, как это показано на рис. 3.

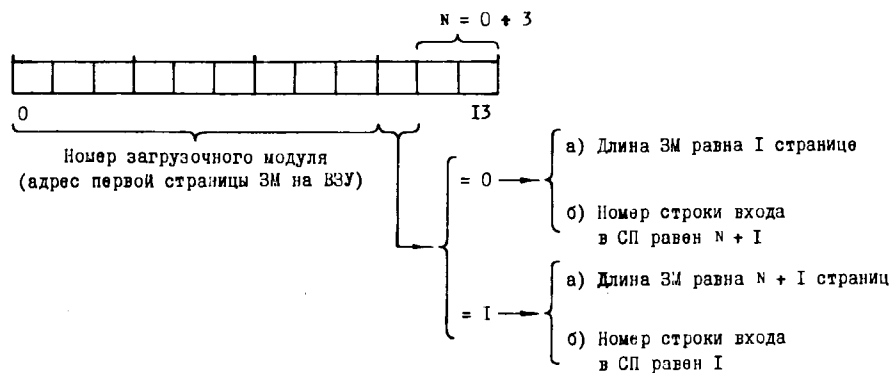


Рис. 3. Способ кодирования номера стандартной программы.

В случае ненулевого значения 11-го разряда остальные /12,13₈/ разряды несут информацию о длине ЗМ. При нулевом значении 11 разряда подразумевается длина в 1 страницу и содержание 12,13 разрядов безразлично. В таком виде номер ЗМ использовался в операциях чтения-записи программ и для контроля прочитанных текстов.

При максимальном количестве порядковых номеров ЗМ 512_{10} количество страниц, которое может быть занято кодами программ, зависит от конструкции конкретного устройства, хранящего библиотеку, и алгоритма преобразования номера ЗМ в абсолютный адрес на ВЗУ. Для измерительного модуля на базе ЭВМ ТРА-1001-и, располагая резервом номеров, мы предпочли упростить программу поиска абсолютного адреса и в качестве номера ЗМ использовали адрес первой относительно начала библиотеки страницы ЗМ.

Для обращения к программе введены номера СП. Номер СП является виртуальным адресом строки входа в нужную СП и занимает одно машинное слово. Способ его кодирования показан на рис. 3. В номере ЗМ длиной в 1 страницу свободны 12,13 разряды. Эти последние использованы для указания номера строки входа в нужную СП, содержащуюся в ЗМ. Таким образом, номер СП содержит номер соответствующего ЗМ, информацию о его длине и номер строки входа в данную СП. При нулевом значении 11 разряда /многостраничный ЗМ/ номер строки входа подразумевается равным единице.

Номера СП использовались в текстах программ. Для сокращения объема связывающего загрузчика мы отказались от автоматического присвоения номеров при загрузке библиотеки. Кодирование номеров и распределение памяти на ВЗУ, отведенной под библиотеку, выполнялось программистом.

Передача управления

Стандартная программа может передать управление другой СП либо резидентной организующей программе /монитору/.

1. Для передачи управления стандартной программе следует поместить в аккумулятор номер СПи обратиться к блоку динамического распределения памяти, т.е. выполнить команды:

```
TAD NOMER
JMP INTERP
```

Управление будет передано СП при нулевом аккумуляторе, состояние дополнительного разряда /линка/ не определено.

До появления этих команд в тексте программы должны быть определены соответствующие идентификаторы. В табл. 1,2 приведены необходимые для написания СП идентификаторы и их значения.

2. По окончании работы СП передает управление монитору командой

```
JMP I EXIT
```

3. Помимо указанного в пункте 1 /основного/ способа обращения к СП введены другие:

а/ передача управления с возвратом

```
JMS INTJMS
NOMER
```

б/ загрузка в оперативную память группы страниц без переработки их содержания:

```
TAD NOMER
JMS LOADM.
```

Эта операция введена для загрузки в ДРП таблиц, текстов и др. Такие ЗМ при длине в несколько страниц могут иметь непрерывную структуру, процедура настройки их по месту загрузки лишена смысла и может привести к недопустимому искажению содержания ЗМ. Для отключения этой процедуры на первой странице в слове, зарезервированном для контрольной суммы, при трансляции такого ЗМ должен стоять условный код 7676. После номера ЗМ следует поместить команду JMP I EXIT. Остальное место в ЗМ может быть занято полезной информацией.

Таблица 1
Рабочие ячейки, содержащие информацию о состоянии буферов

Идентификатор и адрес ячейки памяти		Содержание ячейки
Для буфера 1	Для буфера 2	
KUBFB1 0102	KUBFB2 0103	Команда CDF для формирования доступа к кубу памяти, содержащему данные
ТРАКТ 1+3 0121	ТРАКТ 2+3 0136	Текущий абсолютный адрес обрабатываемого массива данных
CNTRB1 0124	CNTRB2 0141	Счетчик числа слов в обрабатываемом массиве данных

Таблица 2

Рабочие ячейки и входы резидентных программ, используемые в стандартных программах

Идентификатор и адрес ячейки памяти	Содержание ячейки
-------------------------------------	-------------------

KUBSYS 0101	Команда CDF для формирования доступа к кубу памяти, содержащему стандартную программу
LC 0112	Адрес меньшего из двух счетчиков (CNTRB1, CNTRB2)
GC 0113	Адрес большего из двух счетчиков (CNTRB1, CNTRB2)
0125-0132	Первая группа рабочих ячеек
0142-0147	Вторая группа рабочих ячеек
EXIT 0077	Адрес входа в блок управления буферами
EXSYST 0076	Адрес входа в монитор, минуя блок управления буферами
INTJMS 1200	Вход в блок динамического распределения памяти при обращении к стандартной программе с возвратом (операция типа JMS)
LOADM 1213	Вход в блок динамического распределения памяти, минуя программы настройки загрузочного модуля по месту загрузки (операция типа JMS)
INTERP 2006	Вход в блок динамического распределения памяти для передачи управления стандартной программе (операция JMR)

Доступ к данным

Доступ к данным обеспечивают резидентные программы. Мы выделили два типа данных: данные, полученные в процессе регистрации и обработки информации; параметры, заданные программистом при написании программы измерений.

1. В процессе регистрации и обработки информации формируются и заносятся в буфера массивы данных. Основной набор программ библиотеки обрабатывает буферизованные данные. В момент передачи управления к СП в фиксированных ячейках нулевой страницы монитором подготовлена информация об участках двух буферов /буфер 1 и буфер 2/, с которыми может работать СП, и о состоянии резидентных программ. В табл. 1 и 2 перечислены идентификаторы этих ячеек, их абсолютные адреса и указана содержащаяся в них информация.

Заготовленные /табл. 1,2/ команды CDF используются для настройки СП по месту размещения данных.

Выборка очередного слова из буфера 1 осуществляется последовательностью команд:

```

...
CYKL , CDF      /для первого буфера/
TAD I TRAKT 1 + 3
ISZ TRAKT 1 + 3
...

```

Для возврата к тому кубу памяти, в котором работает в данный момент СП, может быть использована команда CDF из ячейки KUBSYS.

Аналогичная последовательность команд позволяет выбирать слово из буфера 2.

Цикл по кубам памяти, занятым буфером, исполняет монитор. Цикл по элементам массива данных в пределах выбранного куба памяти исполняет СП по длине счетчиков, подготовленных монитором.

Программа, закончившая работу с массивами в любом из двух выделенных буферов, должна оставить в соответствующем счетчике содержание 7777. Если оба буфера

находятся в ОЗУ, то обычно достаточно в цикле работать с одним /меньшим/ из счетчиков. Например:

```
...  
ISZ I LC  
JMP CYCL  
STA  
DCA I LC  
JMP I EXIT
```

В этом случае перед началом цикла, пока программой не изменено содержимое меньшего счетчика, следует выполнить команды:

```
...  
TAD I LC  
CMA  
TAD I GC  
DCA I GC  
...
```

При написании программ ввода, вывода, очистки памяти мы пользовались информацией о буфере 1. В программах преобразования потока информации предполагалось, что исходная информация находится в буфере 1, результаты помещались в буфер 2. Если совместно обрабатывалась информация из двух буферов, результаты также помещались в буфер 2.

В тех случаях, когда последовательно работающие стандартные программы должны обмениваться немногими параметрами, разрешено занимать резидентные адреса из области 2700÷2777₈ /вместо того, чтобы заводить буфер/. В этих ячейках программы могут записывать

историю работы. Часть ячеек уже закреплена за следующими программами:

- а/ адреса 2740÷2777 отведены системе управления с телетайпа работой программного обеспечения;
- б/ адреса 2735÷2737 заняты программами ON LINE и OFF LINE для обмена информацией;
- в/ адреса 2733, 2734 используются программами чтения и записи на НМД.

2. Параметры, заданные программистом при написании /и трансляции/ программы измерений, в момент передачи управления СП размещены, начиная с адреса 2740. Таким способом одной СП может быть передано не более 32₁₀ параметров.

Рабочие ячейки

Две группы по 6 ячеек на нулевой странице разрешено использовать СП в качестве рабочих. Состояние этих ячеек при передаче управления СП не определено. Эти ячейки не могут быть использованы для обмена параметрами между СП.

Обсуждение

Созданный вариант библиотеки используется в настоящее время в нулевом кубе памяти.

Для измерительного модуля данный способ организации библиотеки перемещаемых СП обладает рядом преимуществ по сравнению с принятым в работе^{/3/}. В табл. 3 приведены сравнительные характеристики данной библиотеки и библиотеки перемещаемых программ фирмы DEC. Наиболее существенными свойствами описанной библиотеки являются следующие:

- 1/ возможность использования ее в режиме динамического распределения памяти;
- 2/ библиотека может использоваться для ЭВМ с объемом оперативной памяти 4К.
- 3/ отсутствует этап кодирования перемещаемой про-

Таблица 3

Сравнительные характеристики данной библиотеки и библиотеки перемещаемых программ фирмы DEC /3/

Сравниваемые свойства библиотек	Работа /3/	Данная работа
1. Минимальный необходимый объем оперативной памяти	8К	4К
2. Количество разрядов для кодирования одной команды	16	12
3. Среда для хранения библиотеки	Перфолента	Любая память
4. Способ использования оперативной памяти ЭВМ	Компоновка программы перед использованием	Динамическое распределение памяти
5. Способ настройки по месту загрузки	Перевод с промежуточного языка SABB	Переработка ссылок на перемещаемые страницы SLANG и др.
6. Используемый ассемблер	Нет	Есть
7. Возможность использовать абсолютный загрузчик	3	2
8. Количество слов для кодирования команды с косвенной адресацией на перемещаемую страницу	3	2
9. Количество дополнительных слов для кодирования повторного косвенного обращения к ячейке на перемещаемой странице	2	0

граммы на промежуточном языке. СП, будучи введена в оперативную память абсолютным загрузчиком начиная с адреса АТ, для своего применения не требует никакой переработки. Благодаря этому возможна автономная отладка СП.

Авторы благодарны В.В.Галактионову и В.И.Ширикову за полезные обсуждения данной работы.

Литература

1. TPA SLANG Programming Language MTA KFKI 3819 Budapest, 1968.
2. Small Computer Handbook, USA, 1970.
3. Programming Language, PDP-8, Handbook Series, vol. 2, 1974.
4. В.М.Котов. Сообщение ОИЯИ 10-8439, Дубна, 1974.
5. A. ABogdzel, J. Brankowski, K. Dady et al. Second Intern. Symp. on CAMAC in Computer Applications. Brussel, 14-16 October, 1975, IV, 2-12.
6. К. Дади, Л. Дади, Г. П. Жуков, А. Матеева, И. М. Саламатин, М. А. Фурман. Сообщение ОИЯИ, 10-9060, Дубна, 1975.
7. В. В. Галактионов. Сообщение ОИЯИ, 10-5911, Дубна, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 января 1976 года.