

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

1870/2-80

21/4-80

P10 - 12971

И.М.Саламатин, Г.Я.Яновский

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЕЙ,
НАПИСАННЫХ НА ФОРТРАНЕ,
В СИСТЕМЕ САНПО ДЛЯ ЭВМ ТИПА СМ-3

1979

ВВЕДЕНИЕ

В модульной системе автоматического накопления и первичной обработки экспериментальных данных САНПО^{1/} операции прикладной системы выполняются стандартными программами /СП/. Эти программы хранятся в библиотеке в перемещаемом формате загрузки REL^{2/} и по мере надобности загружаются на динамически распределяемое поле памяти /ДРП/ во время исполнения программы эксперимента. Такой режим использования СП подразумевает возможность параметризации их на этапе исполнения, а не на этапе трансляции.

Разработка СП на языке ассемблер позволяет легко обеспечить их взаимодействие с монитором САНПО, передачу параметров и управления, однако программирование на ассемблере требует повышенного расхода времени на запись алгоритма и отладку по сравнению с языками высокого уровня. Поэтому нами была предпринята попытка обеспечить возможность использования в системе САНПО стандартных программ, написанных на фортране.

Полезность включения фортрана в САНПО для написания СП можно обосновать, во-первых, широкой распространенностью фортрана среди экспериментаторов, что, безусловно, облегчит для них создание СП; во-вторых, возможностью использовать готовые библиотеки программ различного назначения на фортране. При реализации такой задачи требовалось разрешить проблемы, связанные как с особенностями фортрана /например, способом работы с данными, структурой загрузочного модуля, организацией его исполнения/, так и с особенностями САНПО /например, принципом динамического распределения рабочего поля/.

В данном сообщении описывается подсистема, обеспечивающая возможность использования СП, написанных на фортране, в формате загрузки в системе САНПО.

Работа выполнена для мини-ЭВМ, программно совместимых с ЭВМ СМ-3^{3/}.

ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ

Для использования СП, написанных на фортране, сформулирована подсистема. Данный подход соответствует общей тенденции развития функциональных возможностей системы САНПО. В состав подсистемы входят резидент и набор фортранных СП. Резидент является организующей программой. Он выполняет определенные операции, общие для всех СП, в частности, начальную подготовку специальных рабочих полей. Эта подготовка требуется каждый

раз перед исполнением фортранной СП, поэтому работа резидента перед передачей управления фортранной СП является обязательным требованием подсистемы.

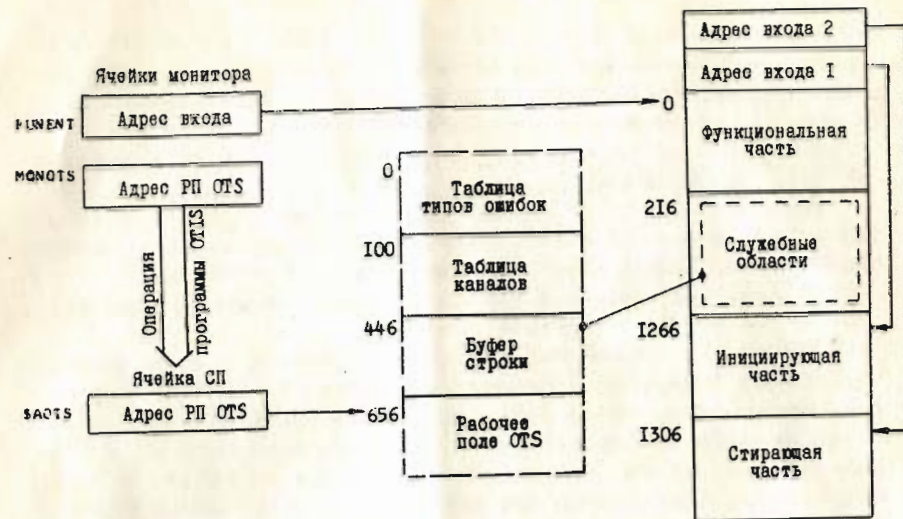
Резидент данной подсистемы оформляется как СП специального назначения и представлен в виде загрузочного модуля в формате REL. Специальной операцией монитора САНПО он загружается и фиксируется на ДРП, другой специальной операцией - стирается с занятой области ДРП.

Стандартные программы предназначены для исполнения операций системы. Они оформляются в виде подпрограмм типа SUBROUTINE. Такой подход имеет ряд положительных моментов. Так, фортранная подпрограмма типа SUBROUTINE, в отличие от фортранной программы в системе RT-11, не требует задания на этапе трансляции конкретных адресов данных. Помимо этого, каждая программа, написанная на фортране, включает в себя весь набор служебных программ и таблиц. Это ведет к избыточному расходу оперативной памяти, если несколько программ загружаются одновременно. При использовании подпрограмм типа SUBROUTINE такой избыточный расход памяти может быть устранен. Стандартные программы загружаются из библиотек СП^{5,6/} и работают на ДРП. При наличии у фортранной СП параметров монитор системы обеспечивает обмен данными между системой и СП.

Описываемая версия подсистемы для работы с СП, написанная на языке FORTRAN-IV^{4/}, дает возможность при создании СП использовать следующие операторы: арифметические, логические, передачи управления, вызова подпрограмм, спецификации и обмена с печатающими устройствами. Операторы обмена с запоминающими внешними устройствами /например, с НМЛ, НМД/ в данной версии подсистемы не реализованы.

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ РЕЗИДЕНТА

Резидент данной подсистемы содержит программное тело и несколько служебных областей. Структура резидента и состав служебных областей показаны на рисунке. Программное тело состоит из трех частей, выполняющих различные функции. Иницирующая часть объявляет резидент фиксированным на ДРП. Ее функция заключается в заполнении специальной ячейки FUNENT монитора САНПО кодом - адресом входа в функциональную часть резидента. Стирающая часть предназначена для освобождения резидентом участка оперативной памяти в фиксированной области ДРП, на котором он размещен. При этом вышеупомянутая специальная ячейка очищается. Функциональная часть выполняет ряд служебных операций, общих для всех



Структура резидента и состав служебных областей подсистемы.

фортранных СП. Основная из них - выделение и заполнение начальными кодами нескольких служебных областей. Следует подчеркнуть, что инициализация и стирание - разовые операции, исполняемые по специальным приказам монитора, в то время как функциональная часть резидента исполняется перед работой каждой фортранной СП.

В состав служебных областей входят рабочее поле OTS, буфер строки, таблица каналов и таблица типов ошибок /см. рисунок/. Общая длина указанных областей - 424₈ слов. Рабочее поле OTS предназначено для работы модулей фортранной библиотеки FORLIB^{7/}. Поле занимает 75₈ слов памяти. Назначение отдельных ячеек поля OTS следующее:

Адрес относительно начала поля	Назначение
0	Номер строки исполняемого оператора
2	Адрес буфера строки
10	Адрес таблицы каналов
16	Указатель текущего элемента описания трассы передачи управления
154	Адрес таблицы типов ошибок

Другие ячейки рабочего поля OTS содержат дополнительную информацию, связанную с исполнением фортранной СП. Адрес рабочего поля OTS является специальным параметром для фортранной СП. Его значение вычисляется при исполнении функциональной части резидента и заносится в специальную ячейку MONOTS монитора САНПО.

Буфер строки /136₁₀ байтов/ и таблицы каналов /по 28₁₀ байтов на каждый из шести каналов/ используются для организации обмена информацией с внешними устройствами. В частности, в буфере строки накапливается информация, предназначенная для вывода на устройства печати.

Таблица типов ошибок /100₈ байтов/ является элементом подсистемы обработки аварийных ситуаций и предназначена для определения типа ошибки, которая может возникнуть на этапе исполнения фортранной СП. Формирование данной таблицы возложено на функциональную часть резидента описываемой подсистемы, чтобы сохранить соответствие вида диагностических сообщений и способа их интерпретации с описанными в справочных материалах по фортрану в системе RT-11⁷⁷. Эти вопросы подробнее будут рассмотрены при описании подсистемы обработки аварийных ситуаций.

СТРУКТУРА СП

Для фортранной СП принята структура типа SUBROUTINE. Обязательным элементом структуры загрузочного модуля фортранной СП является модуль OTIS. Он обеспечивает взаимодействие между системой и СП, в частности, принимает адрес поля OTS и адреса фактических аргументов СП, а также ряд других специфических функций. Другими обязательными компонентами загрузочного модуля являются элементы библиотеки FORLIB с именами SAOTS и RET8. Ячейка SAOTS предназначена для хранения адреса рабочего поля OTS /см. рисунок /, модуль RET8 - для возврата управления вызывающей программе. При наличии в СП оператора вызова подпрограммы в структуру загрузочного модуля включаются модули библиотеки FORLIB с именами REL8 и CAL8. Модуль REL8 формирует в стеке таблицу параметров для подпрограммы. Модуль CAL8 заполняет указатель /универсальный регистр 5/ кодом адреса начала этой таблицы и передает управление подпрограмме, имя которой указано в операторе CALL.

Такая структура фортранной СП САНПО позволяет добиться экономии памяти по сравнению с модулем, выполняющим идентичные функции, но оформленным как программа в системе RT-11. В таблице дана сравнительная оценка расхода оперативной

Таблица

Сравнительная оценка затрат оперативной памяти /в байтах/

Организирующий модуль	Таблицы ошибок	Передача управления между подпрограммами	Реализуемый алгоритм	Общий расход оперативной памяти	
Программа на фортране в RT-11	1512 ₈	2752 ₈	56 ₈	N	4542 ₈ +N 1466 ₈ +N
СП на фортране в САНПО	-	-	66 ₈	N	
Резидент фортранной подсистемы САНПО	1300 ₈	100 ₈	-	-	

памяти по элементам структуры следующих модулей: фортранной программы в системе RT-11, СП, написанной на фортране, в системе САНПО, и резидента описываемой подсистемы. Организующий модуль и таблицы ошибок являются обязательными компонентами загрузочного модуля фортранной программы в системе RT-11. Отсутствие этих элементов в структуре загрузочного модуля СП обеспечено тем, что часть функций организующего модуля вынесена в резидент данной подсистемы, а часть, связанная с обработкой ошибок, а также сами таблицы ошибок - в подсистему обработки аварийных ситуаций /ПОАС/. Эти элементы ПОАС хранятся на диске и загружаются в оперативную память только в случае обнаружения ошибки при работе фортранной СП. Уменьшение расхода памяти стандартной программой по сравнению с эквивалентной программой в системе RT-11 составляет около 800₁₀ слов.

Организация описываемой подсистемы выдвигает к ПОАС ряд требований, которые вытекают из организации модулей библиотеки FORLIB. Вектор команды TRAP /ячейки 34, 36 нулевого блока оперативной памяти/ должен обеспечивать вход в ПОАС для обработки фортранных ошибок. По разработанной системе классификации ошибок сто старших кодов команды TRAP взаимно однозначно отнесены к ошибкам фортранных СП. Ввиду

того, что фортранные ошибки делятся на четыре типа, подсистема обработки аварийных ситуаций должна обеспечить вид диагностики и выход из подсистемы для каждого типа ошибок.

ИСПОЛНЕНИЕ СП

Передача управления фортранной СП обеспечивается в САНПО оператором JSR PC, SBNAME, где SBNAME - имя вызываемой СП.

Модуль OTIS является первым исполняемым элементом загрузочного модуля фортранной СП. Он заполняет ячейку SAOTS кодом - адресом рабочего поля OTS, принимает параметры для СП и формирует в стеке элемент описания трассы передачи управления. Аналогично, при входе в подпрограмму данной СП первым получает управление модуль OTIS. В этом случае он принимает параметры для вызванной подпрограммы и формирует в стеке очередной элемент описания трассы передачи управления, характеризующий подпрограмму. Таким образом, модуль OTIS работает как при входе в СП, так и при передаче управления ее подпрограммам. При входе в СП доступ к ее аргументам обеспечивается монитором САНПО, при входе в подпрограмму - автоматически модулями библиотеки FORLIB.

Трасса передачи управления предназначена для анализа состояния исполнения фортранной СП. Просмотр трассы является функцией подсистемы обработки аварийных ситуаций и осуществляется только при обнаружении ошибки. Цель просмотра - выдача подробного диагностического сообщения.

Последний исполняемый модуль каждой подпрограммы и СП - RETS. Он выбирает из стека элемент описания трассы, освобождает стек от таблицы параметров, переданных данной подпрограмме, и оператором RTS PC возвращает управление в вызывающую программу. Для каждой подпрограммы такой программой является модуль CALS, а для СП - монитор САНПО.

Если нормальный выход из СП не обеспечен вследствие обнаружения ошибки, управление передается подсистеме обработки аварийных ситуаций.

ПОДГОТОВКА СП

Подготовка фортранной СП осуществляется с использованием соответствующих программ операционной системы RT-11. Программа EDIT оформляет в виде файла исходный текст СП, программа FORTRA осуществляет трансляцию СП. Предложенная организация описываемой подсистемы не накладывает ограни-

чений на способ выполнения редактирования и трансляции, т.е. эти операции выполняются согласно инструкциям из описания программ EDIT^{/8/} и FORTRA^{/7/} в системе RT-11.

Загрузочный модуль в перемещаемом формате REL создается программой LINK^{/8/} по следующему приказу:

```
* FILE, LIST=FILE 1,..., FILEN, OTIS|F|R|T:0 ]
```

где подчеркнутый символ печатает программа LINK, а остальные - оператор.

В строке приказа слева - список спецификаций результирующих файлов, справа - исходных файлов и ключей, модифицирующих способ исполнения приказа программой LINK. Спецификация выполняется стандартным для системы RT-11 способом с указанием /или умолчением/ устройства - носителя файла, имени файла и расширения имени. Результирующих файлов может быть не более двух: файл, содержащий загрузочный модуль, т.е. СП, и распечатка карты загрузки.

Имя модуля OTIS всегда должно присутствовать в строке приказа в списке исходных файлов. Ключи F, R и T также обязательны в строке линкирования. Ключ F предназначен для включения в загрузочный модуль необходимых для компоновки СП элементов библиотеки FORLIB, ключ R обеспечивает REL-формат загрузочного модуля, а ключ T - передачу управления первому исполняемому элементу загрузочного модуля во время работы СП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подсистема для работы с фортранными СП, представленными в перемещаемом формате загрузки REL, предназначена для использования в модульной системе САНПО. Она позволяет в режиме динамического распределения памяти использовать СП, написанные на фортране, наряду с СП, написанными на ассемблере MACRO-11.

Данная версия подсистемы разрешает при написании СП использовать любые операторы языка FORTRAN-IV /за исключением операторов обмена с запоминающими внешними устройствами, например, с НМЛ, НМД/ и библиотеку фортранных функций операционной системы RT-11.

Предложенная организация подсистемы предъявляет дополнительные требования к подсистеме обработки аварийных ситуаций, определяющие способ идентификации и обработки ошибок, возникающих при исполнении фортранных СП.

Изменение программы эксперимента, в частности, изменение параметров СП /их адресов, длин массивов и др./ не требует создания новой версии СП.

В описанной организации работы фортранной СП в системе САНПО сведены к минимуму различия по сравнению с работой фортранной программы в системе RT-11.

Способ подготовки СП, написанной на фортране, позволяет экономить оперативную память по сравнению с эквивалентной программой в системе RT-11 за счет удаления из загрузочного модуля СП избыточных элементов. Из последнего столбца таблицы видно, что уменьшение расхода памяти составляет 1426_8 /около 800_{10} / слов.

В заключение авторы благодарят А.И.Островного и Г.Балуку за полезные обсуждения и помощь в работе, Т.Б.Журавлеву - за оформление рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Островной А.И., Саламатин И.М. ОИЯИ, P10-11349, Дубна, 1978.
2. RT-11. Software Support Manual (Dec.11-ORPGA-B-D), Dec., Maynard, Massachusetts, 1975, 342 p.
3. Наумов Б.Н., Боярченко М.А., Кабелевский А.Н. "Приборы и системы управления", 1977, №10, с.12-15.
4. PDP-11. Fortran Language Reference Manual (Dec.-11-LFLRA-B-D). Dec., Maynard, Massachusetts, 1974, 173 p.
5. Балука Г., Саламатин И.М., Хрыкин А.С. ОИЯИ, 10-12545, Дубна, 1979.
6. Балука Г., Саламатин И.М., Хрыкин А.С. ОИЯИ, 10-12546, Дубна, 1979.
7. The RT-11 Fortran Compiler and Object Time System User's Manual (Dec.-11-LRFP-A-D), Dec., Maynard, Massachusetts, 1975, 214 p.
8. RT-11 System Reference Manual (Dec.-11-ORUGA-C-D). Dec., Maynard, Massachusetts, 1975, 755 p.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 декабря 1979 года.