

13040  
5676  
**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**  
**ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**  
**И АВТОМАТИЗАЦИИ**

**11 - 5613**

**А.И. Волков**

**МАШИННО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ**  
**ЯЗЫКИ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ**  
**ЭЛЕМЕНТЫ В СИСТЕМЕ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**  
**"ДУБНА"**

**Специальность 010 - математическое**  
**программирование**

Автореферат диссертации на соискание учёной  
степени кандидата физико-математических наук

Дубна 1971

А.И. Волков

МАШИННО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ  
ЯЗЫКИ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ  
ЭЛЕМЕНТЫ В СИСТЕМЕ  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
"ДУБНА"

Специальность 010 - математическое  
программирование

Автореферат диссертации на соискание учёной  
степени кандидата физико-математических наук

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и  
автоматизации Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:  
кандидат физико-математических наук И.Н.Силин.

Официальные оппоненты:  
доктор физико-математических наук Л.Н.Королев,  
кандидат технических наук А.И.Никитин.

Ведущее научно-исследовательское учреждение:  
Институт прикладной математики АН СССР, г.Москва.

Автореферат разослан "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1971 года.

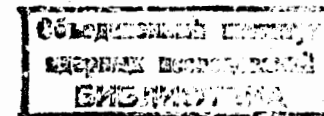
Защита диссертации состоится "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1971 года  
на заседании Ученого совета Лаборатории вычислительной техники  
и автоматизации в конференц-зале ЛТФ ОИЯИ, г.Дубна, Московской  
области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

Ю.В.КАТЪШЕВ

755569



Сфера применения вычислительных машин в различных областях науки, техники, экономики неуклонно расширяется. Успех использования вычислительной техники в значительной мере определяется уровнем развития ее математического обеспечения.

В современном представлении математическое обеспечение вычислительной машины состоит из двух частей /1/: операционной системы и системы программирования. Операционную систему можно рассматривать в качестве программного продолжения устройства управления машины. Задачей системы программирования является обеспечение максимальных удобств при использовании возможностей вычислительной системы, включающей вычислительную машину и ее операционную систему.

В 1967 году под руководством С.С.Лаврова комиссия из представителей ряда организаций, в том числе ИТМиЗТ, ОИАИ, ВЦ ИГУ, разработала требования на операционную систему для серийного образца машины БЭСМ-6/2/, допускающую включение в нее в качестве подсистемы мониторной системы программирования ДУБНА/20/, создаваемой в ОИАИ. В настоящее время эта система в составе математического обеспечения машины БЭСМ-6 успешно эксплуатируется в ряде вычислительных центров СССР и ГДР.

Диссертация посвящена вопросам конструирования некоторых элементов системы программирования ДУБНА. Функционирование рассматриваемых элементов системы базируется на использовании машинно-ориентированных языков.

Диссертация состоит из введения и четырех глав.

Введение включает обзор литературы и описание содержания глав диссертаций. Ограничимся здесь лишь краткой характеристикой обзора.

В системах программирования широкое распространение получили трансляторы с алгоритмических языков АЛГОЛ, ФОРТРАН и КОБОЛ /3/. В развитых системах /4-6, 20/ важное место отводится машинно-ориентированным языкам и соответствующим им подсистемам. К числу "машинно-ориентированных" компонент систем программирования относятся, прежде всего, системы загрузки и автокоды /7/. Включение этих элементов в системы программирования подготовлено предшествующим опытом развития средств "малой автоматизации". К работам этого этапа следует отнести, в первую очередь, известные работы /8-10/.

В обзоре подробно рассматриваются различные аспекты использования систем загрузки в рамках систем программирования, ориентированных на совместимость различных алгоритмических языков. Отмечается влияние этих элементов на архитектуру включающих их систем программирования.

## I.

Первая глава диссертации посвящена описанию языка загрузки и статического способа загрузки программ в оперативную память машины.

Язык загрузки /23/ предназначен для представления результатов трансляции с алгоритмических языков в форме, пригодной к формированию из них рабочей программы пользователя, через загрузчик /II/. Основной единицей языка является модуль загрузки, называемый в диссертации стандартным массивом. Подробно описаны все компоненты стандартного массива: каталог входов, структура, тело, рассылка данных, таблица описаний, вспомогательные таблицы. Предусмотрено специальное средство - объявление глобального базирования - для автоматической модификации короткоадресных

команд машины БЭСМ-6 /12/ с помощью индексных регистров. Язык загрузки предусматривает возможность полной обработки любого стандартного массива в один просмотр его текста.

Рассматриваемый язык загрузки был получен в результате усовершенствования варианта такого языка, разработанного в 1967 году авторами проекта /2/.

Распределение памяти в процессе загрузки в системе программирования ДУБНА выполняется в соответствии с принципами, близкими к изложенным в /13/. Каждый раз, когда необходимо вызвать в память некоторую часть программы, называемую разделом, активизируется загрузчик. Программу в этом случае можно рассматривать как динамически образуемое дерево разделов (рис. I).

Процесс загрузки каждого раздела в общем случае состоит из следующих этапов:

- а) извлечение необходимых модулей из библиотеки,
- б) объединение модулей в единую программу (сборка раздела),
- в) перенесение готового раздела на отведенное ему место в оперативной памяти машины.

Загрузчик, описанный в /II/, выполняет все эти этапы при получении директивы на загрузку раздела. Назовем такой способ загрузки динамическим.

Идея статического способа загрузки основана на попытке выполнения этапов а) и б) заблаговременно, то есть до выхода задачи на счет. Совокупность программ, предназначенных для реализации этого способа, образует статическую систему загрузки, выполняющую следующие функции:

- организацию постоянного архива разделов,
- организацию временного архива разделов,
- обслуживание директив на вызов разделов в процессе решения задачи.

Постоянный архив разделов формируется по методу моделирования динамического способа загрузки с использованием загрузчика /II/. Предполагается, что структура соответствующего программе

Рис. 1. Дерево разделов

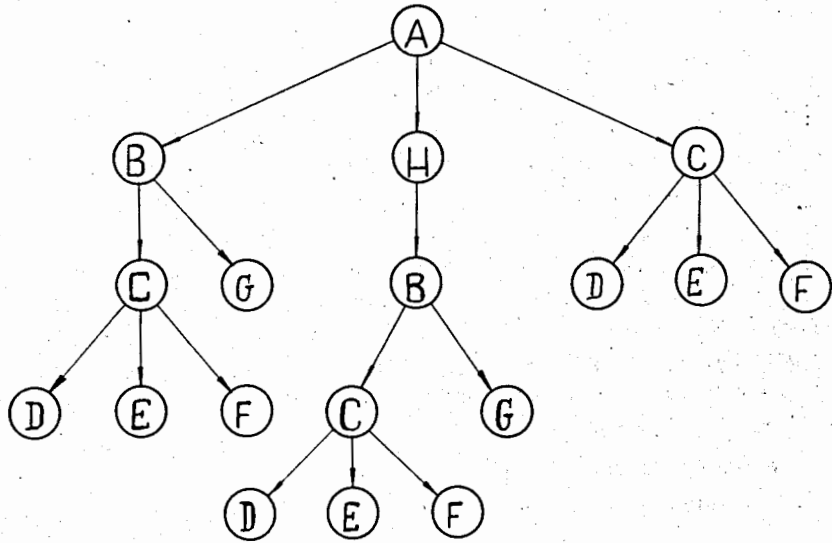
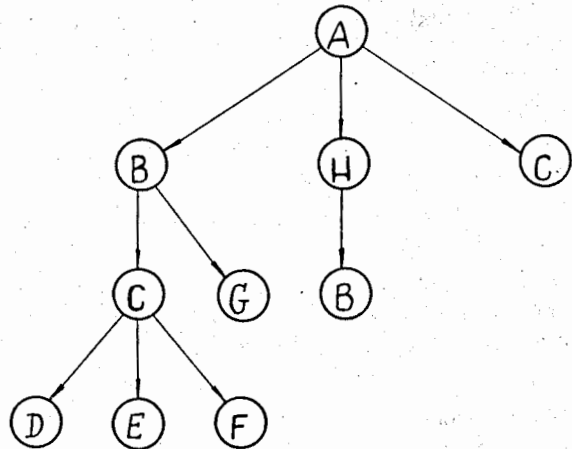


Рис. 2. Минимальное поддереву



дерева разделов заранее определена пользователем. При этом требуется описание структуры лишь так называемого минимального поддерева (рис.2).

В отличие от постоянного архива временный архив разделов образуется каждый раз, когда возобновляется решение задачи на машине, и для его размещения используются более быстрые внешние накопители.

При применении статической системы загрузки полностью сохраняется специфика распределения памяти, имеющая место при использовании динамического загрузчика /11/, включая меры по экономии памяти. Изменение способа загрузки не приводит к каким-либо изменениям в тексте задачи пользователя. Описан простой способ "компрессии" текста разделов при записи их в архивы.

В диссертации подробно описаны все компоненты статической системы загрузки, реализованной автором, структура архивов разделов и некоторые алгоритмы.

## II.

Во второй главе описан синтаксис автокода МАДЛЕН /20-23/, который является машинно-ориентированным языком, основанным на системе команд машины БЭСМ-6.

Автокод МАДЛЕН является расширением разработанного ранее в ВЦ МГУ языка символического кодирования SIVESM-6 /14/.

В диссертации описан ряд отличий языка МАДЛЕН от автокода В.С.Штаркмана /19/.

Формат инструкций автокода подобен структуре машинных команд БЭСМ-6. Допустимы следующие варианты инструкции:

```

<инструкция> ::= <описание> |
                  <команда> |
                  <параметрическая команда> |
                  <константа> |
                  <рассылка данных>
    
```

Описания определяют заголовок подпрограммы, входы в подпрограмму, массивы, вызовы используемых подпрограмм, эквивалентности различных типов или блок эквивалентностей (своеобразный аналог COMMON-блока в ФОРТРАНе).

Инструкции-команды представляют команды машины. В автокоде предусмотрен ряд возможностей для смягчения некоторых "неприятных" особенностей системы команд БЭСМ-6 - автоматическая помеченность ряда команд, заказы на автоматическое базирование и т.п.

Параметрические команды предназначены для задания констант в форме команд машины.

МАДЛЕН допускает восьмеричные, целые, вещественные и текстовые константы. Возможны несколько типов текстовых констант, соответствующих различным системам алфавитно-цифровых кодов. Такие константы могут быть заданы фразами произвольной длины. В ряде случаев возможно применение средств для сокращения записи текстовых фраз. Значение таких средств особенно ощутимо при задании констант в телеграфном коде /24/.

Аппарат рассылки данных представляет аналог оператора DATA в ФОРТРАНе.

В общем случае программа на автокоде имеет следующую структуру:

NAME
Тело подпрограммы
Рассылка данных
END

На порядок следования допустимых инструкций наложено единственное ограничение: описание любого идентификатора должно предшествовать инструкциям, в которых он используется.

Автокод МАДЛЕН используется в системе программирования ДУБНА для обеспечения программирования задач в случаях, когда

пользователю необходимо максимально учитывать особенности машины БЭСМ-6, и в качестве промежуточного языка при трансляции с языка ФОРТРАН /15/. Все элементы системы программирования ДУБНА выполнены на автокоде.

В диссертации перечислен ряд требований, удовлетворению которых при определении синтаксиса автокода уделялось основное внимание.

### III.

Глава третья посвящена описанию транслятора с автокода МАДЛЕН /23,25/. Выходным языком транслятора является язык загрузки, описанный в первой главе диссертации.

Транслятор с автокода фактически является комплексом из двух трансляторов, имеющих некоторые общие части. Один из них предназначен для трансляции подпрограмм пользователя - программиста, другой обеспечивает трансляцию автокодных текстов, переданных ему транслятором с языка более высокого уровня. Для этих трансляторов предусмотрены различные формы задания входной информации - текстовые карты и наборы понятий /25/, соответственно, выбранные с учетом специфики пользователей автокода.

Транслятор с автокода МАДЛЕН /25/ является двухпроходным, причем при выполнении двух проходов осуществляются просмотры исходного текста транслируемой подпрограммы (в том или ином представлении). На первом просмотре выполняется обработка меток, некоторых эквивалентностей, а также ряд операций вспомогательного характера. Результаты работы транслятора на первом просмотре сводятся в справочные таблицы, содержащие сведения о характере всех объектов, использованных в тексте подпрограммы. На втором просмотре формируются окончательно все элементы стандартного массива и выполняется, если необходимо, печать результатов трансляции. Печать документации выполняется с использованием редактирования /25/ для достижения достаточно наглядного ее представления.

В диссертации описан применяемый метод трансляции, который может быть отнесен к методу приоритетов /16/. Приведено описание состава основных таблиц транслятора и особенностей трансляции различных инструкций автокода. При работе с таблицами используется аппарат функций расстановки /17/. Специальные меры приняты для максимально возможного сокращения таблиц в результате трансляции - стандартном массиве.

В рассматриваемой главе диссертации приведены некоторые алгоритмы. Для символьной обработки в ряде случаев используется написанная автором подпрограмма для работы с лентами символов /25/. Под лентой символов понимается последовательность символов

$$S_1, S_2, \dots, S_N,$$

которой поставлен в соответствие некоторый указатель  $j$ . На этом множестве объектов определен ряд простых операций типа запись-чтение и изменение значения указателя  $j$ , которые и реализуются подпрограммой.

Приведенные в диссертации характеристики транслятора указывают на достаточно высокую его эффективность. Интересно отметить, что трансляция подпрограмм (имеющая место при трансляции с ФОРТРАНА /20/), представленных наборами понятий, выполняется по сравнению с трансляцией подпрограмм, представленных текстовыми картами, вдвое быстрее - со скоростью около 400 инструкций в секунду.

В трансляторе с автокода предусмотрена возможность, в основном, транслировать и подпрограммы на языке SIVESM -6 /14/.

## IV.

В четвертой главе диссертации описана организация работы блока ENDPRO транслятора с языка ФОРТРАН /21/.

В результате выполнения ENDPRO фактически завершается получение результата трансляции с ФОРТРАНА в виде подпрограммы на автокоде МАДЛЕН /20/. Такая подпрограмма должна быть стандартной, то есть удовлетворять ряду требований для облегчения организации взаимосвязи подпрограмм и обмена подпрограммами между всевозможными пользователями машины. Требования, сформулированные в диссертации, могут быть отнесены к соглашениям, с одной стороны, об использовании устройств и регистров машины, с другой - об организации обращения к подпрограмме. Описаны элементы блока ENDPRO, обеспечивающие оформление подпрограммы в соответствии с такими требованиями. Эти элементы, в частности, выполняют обработку фактических параметров подпрограммы.

Блок ENDPRO также формирует ряд процедур для вычисления индексных выражений, соответствующих переменным в ФОРТРАНЕ с индексами стандартной формы /15/:

$$A(c_*I+d, c' * J+d', c'' * K+d''),$$

где

$c, c', c''$  - целые без знака;

$d, d', d''$  - целые;

$I, J, K$  - индексные переменные.

Идея применяемого метода вычисления индексного выражения основана на линейной зависимости индексного выражения от индексных переменных: заново вычисляются лишь те составляющие индексного выражения, которые зависят от индексных переменных, изменивших свои значения. Все возможные индексные выражения подразделяются на семь типов в зависимости от степени упрощения по сравнению с общим случаем. Каждому типу индексных выражений соответствуют различные последовательности команд в телах процедур, генерируемых ENDPRO. Этот метод близок к описанному в /18/.

В конце главы приведена структура подпрограммы на автокоде, полученной в результате работы блока ENDPRO . . .

Ниже кратко перечислены основные результаты диссертации.

1. Разработана и создана статическая система загрузки, базирующаяся на описанном в диссертации языке загрузки. Эта система применима для обеспечения эффективного выполнения программ, использующих многоуровневую сегментацию.

2. Разработан автокод, удобный для программирования задач в случаях, когда пользователю необходимо максимально учитывать особенности машины БЭСМ-6, и в качестве промежуточного языка при трансляции с других языков.

3. Разработан и создан эффективный транслятор с автокода, результат работы которого представляется на языке загрузки.

4. Разработан и создан блок ENDPRO транслятора с языка ФОРТРАН, завершающий оформление результата трансляции в виде стандартной подпрограммы на автокоде.

5. Статическая система загрузки, транслятор с автокода и блок ENDPRO включены в состав мониторинной системы программирования ДУБНА и успешно эксплуатируются.

В основу диссертации положены работы /20-25/. Результаты диссертации были доложены на совещании по программированию и вычислительным методам решения физических задач (г. Дубна, 27-30 мая 1969 г.) и Второй всесоюзной конференции по программированию (г. Новосибирск, 3-6 февраля 1970 г.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И.Б.Задыхайло, С.С.Камынин, Э.З.Любимский. ИИМ АН СССР, М., 1967.
2. В.Ю.Веретенков, Н.Н.Говорун, Е.А.Жоголев, В.П.Иванников, М.И.Кабанов, Л.Н.Королев, Е.Н.Пасхин, Д.Б.Подшивалов, О.И.Рау, В.А.Ростовцев, И.И.Силин, А.Н.Томилини, И.Г.Чайковский, В.П.Шириков. Первая всесоюзная конференция по программированию, Киев, 1968, ИК АН УССР.
3. Пер. И.Б.Задыхайло и В.В.Мартынюка. Современное программирование, I, "Советское радио", М., 1966.
4. С.С.Камынин, Э.З.Любимский, В.Л.Ушкова. Вторая всесоюзная конференция по программированию, Новосибирск, 1970, ИГиГ СО АН СССР.
5. Л.И.Красник, М.Э.Неменман, В.И.Цегельский. Там же.
6. A.S.Noble. IBM SYSTEMS JOURNAL, June 1963.
7. И.В.Поттосин. Первая всесоюзная конференция по программированию, Киев, 1968, ИК АН УССР.
8. Е.А.Жоголев. Система автоматизации программирования, ФМГиз, М., 1961.
9. М.Р.Шура-Бура. Библиотека стандартных программ, ЦБТИ, М., 1961.
10. Автоматизация программирования. Под ред. А.Л.Ершова, ФМГиз, М., 1961.
11. И.И.Силин. Материалы совещания. II-4655, Дубна 1969.
12. Инструкция по программированию на БЭСМ-6. ИТМИВТ АН СССР, М., 1967.
13. Е.А.Жоголев, О.И.Рау, ОИЯИ, Дубна 1967.
14. Н.П.Трифонов, ВЦ МГУ, 1967.



15. CERN 6600 Computer, CERN FORTRAN, CERN, 1964.
16. Б.Рендс, Л.Рассел. "МИР", М., 1967.
17. А.И.Ершов. Автореферат диссертации, Новосибирск, 1966.
18. CDC Pub. No, MO513, 1964.
19. В.С.Штаркман. ИГиГ АН СССР, М., 1969.
20. И.И.Говорун, В.Ю.Веретенев, А.И.Волков, Н.С.Заикин, И.Н.Силин, Р.Н.Федорова, В.П.Шириков. Вторая всесоюзная конференция по программированию, Новосибирск, 1970, ИГиГ СО АН СССР.
21. А.И.Волков, Е.Д.Лисина. В препринте ОИЯИ II-4655, Дубна, 1969.
22. А.И.Волков. В препринте ОИЯИ II-4655, Дубна, 1969.
23. А.И.Волков. Препринт ОИЯИ Б4-II-46-54, Дубна, 1969.
24. А.И.Волков, Препринт ОИЯИ II-5426, Дубна, 1970.
25. А.И.Волков. Препринт ОИЯИ II-5427, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел  
9 февраля 1971 года.