

ОРДЕНА ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ



АКАДЕМИИ НАУК СССР

Отдел автоматизации программирования

С.Н.Флоренцев В.Ю.Олюнин

С.А.Романенко В.Ф.Турчин

**ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ
ПРОГРАММИРОВАНИЯ «РЕФАЛ»**

(Инструкция для пользователей)

ПРЕПРИНТ № 30

за 1969 год

ОРДЕНА ЛЕНИНА ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Отдел автоматизации программирования

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
"Р Е Ф А Л"

(Инструкция для пользователей)

Зав.отделом - М.Р.Шура-Бура

Исполнители: С.Н.Флоренцев

В.Ю.Олюнин

С.А.Романенко

В.Ф. Турчин

Москва, март 1969г.

I. Предисловие

Настоящая инструкция является первой попыткой изложить все сведения, необходимые для практического использования РЕФАЛ - интерпретатора, описанного в работе [1]. Описание языка РЕФАЛ содержит [2].

Как первая попытка, эта инструкция содержит, вероятно, много недочетов, которые выяснятся в процессе ее использования. Поскольку работа над РЕФАЛ-интерпретатором (точнее, над РЕФАЛ-системой, ибо в нее входят блок синтаксического контроля и различные машинные операции) продолжается, инструкция будет уточняться и улучшаться при следующих изданиях. Авторы будут благодарны за все критические замечания по поводу как инструкции, так и самой РЕФАЛ-системы.

2. Входной язык РЕФАЛ-интерпретатора для БЭСМ-6

В связи с особенностями устройства пробивки перфокарт машины БЭСМ-6 во входной язык РЕФАЛ-интерпретатора для этой машины внесены следующие изменения:

1. Знак § заменяется на \diamond (ромб).
2. Знак \sim заменяется на \cong (подчёркнутая ампликация).
3. Угловые скобки $<$ и $>$ заменяются на знак $'$ (правая строчная кавычка).

Сам интерпретатор вводит следующие ограничения:

1. Число различных свободных переменных в предложении не должно превышать 16.
2. Число символов в левой части предложения не должно превышать 100.
3. Число всех свободных переменных в левой части не должно превышать 100.
4. В начальном выражении, заносимом в поле зрения, глубина скобочной структуры не должна превышать 256.

При записи на бланке знак подчеркивания ставится перед подчеркиваемым символом. Пробивка производится по 9 символов в строке (включая знаки подчеркивания).

3. Ввод задачи в РЕФАЛ-систему

На рис. I показан порядок расположения перфокарт при вводе задачи в РЕФАЛ-систему.

Паспорт диспетчера БЭСМ-6 оформляется обычным образом (3). В паспорте указывается: общее число листов памяти, отводимых под РЕФАЛ-задачу; информация об использовании магнитных лент и барабанов, передача управления на начало работы (адрес 77400).

При этом следует учесть, что для работы собственно РЕФАЛ-интерпретатора необходимы: 4 листа МОЗУ (0, I, 2, 37), одна магнитная лента (3-е направление, 0-ой магнитофон) и один барабан (0-е направление, 0-ой барабан).

Кроме паспорта диспетчера БЭСМ-6 для ввода РЕФАЛ-задачи необходимы карты ввода (см. на рис. I карты I, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

На картах I, 2, 3, 5, 6 и 7 пробивается стандартная информация. Содержимое карты 4 зависит от режима работы системы и количества листов памяти, необходимых задаче.

3.1. Память, необходимая для решения задачи.

Память, необходимая для решения задачи, может быть определена по следующей формуле:

$$N_{P3} = 0,3 N_3 + N_{P3} + \sum_{i=1}^n N(MO)_i + N_{P3H}$$

где: N_{P3} - общее число слов памяти машины БЭСМ-6, необходимое для РЕФАЛ-задачи;

N_3 - число символов в предложениях общей памяти;

N_{P3H} - число символов в поле зрения;

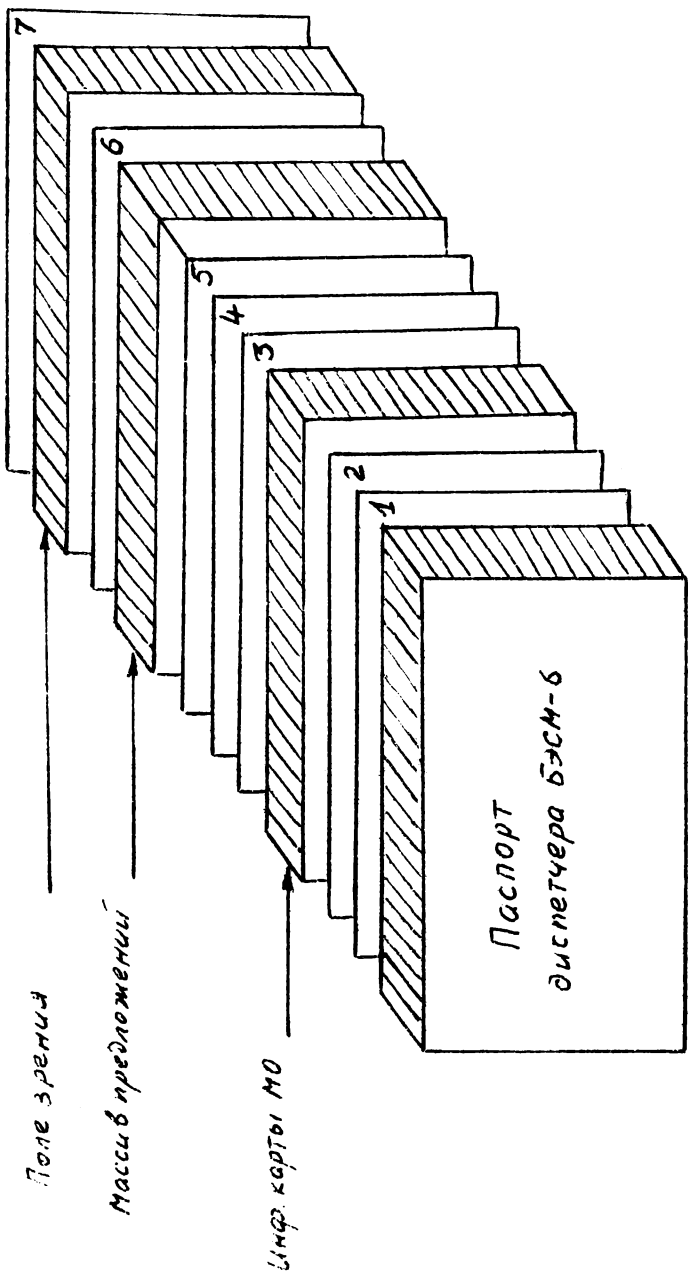


Рис. 1

$N(MO)_i$ - память, необходимая для выполнения i -ой машинной операции (см. ниже);

N_{PI} - память, необходимая РЕФАЛ-интерпретатору (4 листа);

n - число машинных операций, используемых в РЕФАЛ-задаче.

Следует напомнить, что в диспетчере БЭСМ-6 указывается целое число листов памяти, на которых умещается N_{PI} .

3.2. Различные режимы работы системы

РЕФАЛ-система состоит из трёх независимых блоков: блока синтаксического контроля (БСК), препроцессора (ППР) и собственно интерпретатора (ИНТ). Подробно работа каждого из этих блоков описана в [I] .

Исключая различные блоки из работы системы, пользователь может задавать следующие режимы работы.

3.2.1. Синтаксический контроль

Задание режима. 4-я карта в картах ввода отсутствует,

Работа системы заканчивается после того, как закончится синтаксический контроль вводимого текста. При этом печатается только та информация, которая содержит ошибки [I] .

3.2.2. Синтаксический контроль с печатью на

АЦПУ-128 вводимого текста.

Задание режима. На 4-й карте пробивается: ПЕЧАТЬ.

В этом режиме указание о числе листов в 4-ой карте отсутствует.

Этот режим совпадает с предыдущим режимом с той лишь разницей, что на АЦПУ-128 печатается весь вводимый текст.

3.2.3. Запись внутреннего представления предложений общей памяти на ленту

Задание режима: На 4-й карте пробивается:

(\mathcal{N}) ЗАПИСЬ (A, B, C).

где: \mathcal{N} - число листов памяти (см. п. 3.1);

A - математический номер направления обмена;

B - математический номер магнитной ленты;

C - номер зоны МЛ, участвующей в обмене.

(, A, B, C - восьмеричные числа).

Работа системы заключается в следующем:

- 1) Предложение общей памяти и поле зрения вводится с перфокарт.
- 2) Проводится синтаксический контроль вводимого текста.
- 3) С помощью ППР вводимый текст преобразуется во внутренний вид
- 4) Все заказанные в задаче ленты, исключая 2 листа собственно РЕФАЛ-системы, записываются на ленту подряд, начиная с зоны, указанной в C.

Если необходимо отпечатать на АЦПУ-128 вводимый текст, то на 4-й карте пробивается:

(\mathcal{N}) ПЕЧАТЬ, ЗАПИСЬ (A, B, C).

Если после записи на ленту необходимо продолжить решение задачи, то на 4-й карте пробивается:

(\mathcal{N}) ПЕЧАТЬ, ЗАПИСЬ (A, B, C), ИНТ.

Может быть использована любая лента. Если для данного режима используется лента, на которой расположена РЕФАЛ-система, то в этом случае недоступными являются первые 15 зон.

Если используется другая лента, то в паспорте диспетчера БЭСМ-6 это должно быть отражено.

3.2.4. Решение задачи при вводе предложений общей памяти с ленты.

Задание режима: На 4-й карте пробивается:

(\mathcal{N}) СЧИТАТЬ (А, В, С).

где: \mathcal{N} - число листов памяти (см. п.3.1);

А - математический номер направления обмена;

В - математический номер магнитной ленты;

С - номер зоны МЛ, участвующей в обмене.

(\mathcal{N} , А, В, С - восьмеричные числа).

Работа системы заключается в следующем:

- 1) Поле зрения вводится с перфокарт.
- 2) Считывается информация с ленты и в соответствующем месте оперативной памяти располагаются предложения общей памяти. При этом следует учесть, что если с помощью режима 3.2.3 предварительно на ленте были записаны как предложение общей памяти, так и поле зрения, то в данном режиме это поле зрения игнорируется.
- 3) Проводится синтаксический контроль поля зрения, введенного с перфокарт.
- 4) С помощью ППР поле зрения записывается в оперативную память волею за предложениями общей памяти.
- 5) Отдается управление интерпретатору.

Если необходимо отпечатать на АЦПУ-128 вводимое с пер-

фокарт поле зрения, то на 4-й карте пробивается:

(\mathcal{N}) ПЕЧАТЬ, СЧИТАТЬ (А, В, С).

3.2.5. Решение задачи при вводе как предложенной
общей памяти, так и поля зрения с перфокарт.

Задание режима: На 4-й карте пробивается:

где: \mathcal{N} - число листов памяти (см. п.3.1).

Работа системы заключается в следующем:

- 1) Предложение общей памяти и поле зрения вводятся с перфокарт.
- 2) Проводится синтаксический контроль вводимого текста.
- 3) С помощью ППР вводимый текст преобразуется во внутренний вид [I] .
- 4) Задача решается с помощью интерпретатора.

Если необходимо отпечатать на АЦПУ-128 вводимый текст,

то на 4-й карте пробивается:

(\mathcal{N}) ПЕЧАТЬ.

Примечание.

При выполнении режимом 3.2.3, 3.2.4 и 3.2.5 в случае обнаружения хотя бы одной синтаксической ошибки работа РЕФАЛ-системы заканчивается, как только закончит работу блок БСК.

4. Конец РЕФАЛ-ЗАДАЧИ

При остановке работы машины на АЦПУ-128 печатается сообщение о причине остановки и число шагов интерпретатора.

Остановка может произойти по одной из следующих причин:

- 1) В поле зрения не осталось ни одного символа К - печатается сообщение:

"Конкретизация выполнена!"

- 2) Не хватило памяти – печатается сообщение:
– «свободная память исчерпана».
- 3) Отождествление невозможно – печатается неотождеств-
ленное конкретизируемое выражение, а также область
действия самого внешнего символа K.

5. Использование машинных операций (МО).

5.1. Внешний формат МО.

В РЕФАЛ-системе машинная операция выполняется, когда ве-
дущим термом становится

$$\underline{K} M \mathcal{E} .$$

где M – детерминатив машинной операции, являющийся значащим
символом вида «несобственная цепочка», а \mathcal{E} – аргумент МО.

5.2. Внутренний формат МО.

Машинные операции располагаются на магнитных лентах как
перемещаемые программы с базой, хранящейся на регистре II
(IВ₈). Каждой машинной операции на ленте предшествуют два
служебные ячейки.

В I-й ячейке в младших разрядах указывается число $\mathcal{N} + 1$,
где \mathcal{N} – число ячеек, занимаемых МО (включая рабочие ячейки).
2-я ячейка должна быть заполнена нулями.

Обычно в системе машинные операции хранятся в библиотеке
МО (см. ниже). Однако пользователь может хранить собственную
машинную операцию на любой ленте. Информация о ленте должна
быть отражена в паспорте диспетчера и в информационной карте
(см. ниже), относящейся к данной МО.

5.3. Информационная карта МО

Для каждой МО, используемой в РЕФАЛ-задаче, вместе с программой вводится информационная карта (см.рис.1). На этой карте пробивается детерминатив МО (без первой кавычки) в виде буквенно-цифровой константы или в виде текстовой константы (см. [3]). После нее следует константа, содержащая информацию о расположении МО:

18 + 16 разряды содержат математический номер направления магнитной ленты;

15 + 13 разряды - математический номер магнитофона;

9 + 1 разряды - номер зоны на ленте;

34 + 25 разряды - адрес данной МО внутри зоны.

Неиспользуемые разряды должны быть нулевыми.

6. МО пользователя

Пользователь может использовать собственные МО. Для написания собственной МО необходимо знать следующее:

6.1. Обращение к МО

РЕФАЛ-система, встретив детерминатив МО, произведет следующие операции:

1) на регистр 9 (II_9) заносится адрес детерминатива МО,

стоящего в конкретизируемом выражении;

- 2) в ячейку I350₈ посылается адрес последнего символа аргумента MO (если аргумент MO – пустой, то в I350 заносится адрес детерминатива MO).
- 8) управление передается в первую ячейку MO.

6.2. Подпрограммы выборки следующего и предыдущего символа аргумента MO.

Обращение к подпрограммам осуществляется по команде с возвратом по регистру I и с адресом текущего символа, расположенным на регистре 9 (II₈).

Адрес входа в подпрограмму:

выбор следующего символа – 3055₈,

выбор предыдущего символа – 3063₈.

Использование этих подпрограмм освобождает пользователя от необходимости знать внутреннее представление аргумента MO в поле зрения интерпретатора.

6.3. Выход из MO.

Результат работы MO, т.е. последовательность символов, на которую необходимо заменить обращение к MO, располагается в массиве, начало которого перед выходом из MO заносится в регистр I, а конец – в регистр 2. Если результат работы MO представляет пустую последовательность, то на I-й регистр заносится ноль.

Каждый символ массива представляется 9-ти разрядным кодом и должен располагаться в отдельной ячейке, в старших разрядах. При этом нужно учитывать внутреннюю подправку сле-

дующих символов:

<u>Внешний код</u>	<u>Внутренний код</u>
(200
)	300
<u>K</u>	700
<u>z</u>	100
F	141
∅	140

Все остальные символы, которые есть на УПП, дополняются слева дополнительным нулевым разрядом.

В МО запрещается использовать сложные символы РЕФАЛа

Передача управления после выполнения МО осуществляется по адресу I744.

7. Библиотека МО РЕФАЛ-системы

В настоящий момент (на 20.Ш.69 г.) библиотека машинных операций РЕФАЛ-системы содержит следующие МО.

7.1. Печать

МО печати имеет формат:

K'n'ℓ

где 'n' - детерминатив МО, а ℓ - аргумент, представляющей из себя ту последовательность символов, которую необходимо напечатать на АЦПУ-128.

МО ~~перекодирует~~ ^{перекодирует} информацию из внутреннего кода интерпретатора в код АЦПУ-128 и печатает в буквенно-цифровом виде, начиная с нулевой позиции. При этом печатается всё конкретизируемое выражение.

Печать единственная машинная операция, не требующая информационной карты.

После печати информация уничтожается. При необходимости сохранить печатаемую информацию можно ввести, например, следующее предложение:

◇ К' ПЕЧАТЬ БЕЗ УНИЧТОЖ.' E1 ~ К' П' E1 . E1

7.2. Отладка (прокрутка)

Для отладки программ в РЕФАЛ-системе предусмотрена машинная операция - прокрутка. Детерминатив МО - 'ПР'.

Эта МО печатает стандартную информацию от определенных шагах РЕФАЛ-интерпретатора, заданных пользователем. Стандартная информация состоит из:

- а) номера шага,
- б) конкретизируемого выражения,
- в) результата применения подходящего предложения либо из результата выполнения МО.

Дадим формальное описание синтаксиса обращения к прокрутке:

<обращение к прокрутке> ::= К' ПР' <список шагов> .

<список шагов> ::= <элемент списка шагов> |

<список шагов> ; <элемент списка шагов>

<элемент списка шагов> ::= <указатель начала>

<указатель условия>

<указатель конца>

<указатель начала> ::= | <детерминатив> |

<детерминатив> [<целое десятичное без знака>]

| [<целое десятичное без знака>]

$$\begin{aligned}
 \langle \text{указатель условия} \rangle & ::= \left\{ \langle \text{детерминатив} \rangle \right\} \neq \langle \text{детерминатив} \rangle \\
 & \quad \left| \langle \text{указатель условия} \rangle, \quad \langle \text{детерминатив} \rangle \right. \\
 \langle \text{указатель конца} \rangle & ::= \left\{ ; \langle \text{детерминатив} \rangle \right\} \\
 & \quad : \left[\langle \text{целое десятичное без знака} \rangle \right]
 \end{aligned}$$

Обращение к прокрутке помещается в начале вводимого в память машины поля зрения. Каждый элемент списка шагов определяет диапазон прокручиваемых шагов, указывая начало и конец прокрутки. При этом в качестве указателей используется либо детерминатив (точнее первый символ детерминатива) конкретизируемого выражения (в дальнейшем мы будем называть его иногда детерминативом шага), либо целое десятичное число.

Опишем семантику элементов обращения к прокрутке.

⟨ указатель начала ⟩.

Если указатель начала является детерминативом, в этом случае диапазон прокрутки начинается, как только появится конкретизируемое выражение с данным детерминативом.

Если указатель начала представляет из себя последовательность, состоящую из детерминатива и целого десятичного числа N , заключенного в квадратные скобки, то прокрутка начнется, как только в $N + 1$ раз появится конкретизируемое выражение с данным детерминативом.

Если указатель начала есть целое десятичное число, то прокрутка начнется с N -го шага.

И, наконец, если указатель начала отсутствует, то прокрутка начнется с первого шага.

⟨ указатель конца ⟩.

Указатель конца может быть либо детерминативом, либо целым десятичным числом N , либо пустым.

В первом случае прокрутка закончится, как только появится конкретизируемое выражение с данным детерминативом.

Во втором случае прокрутка закончится на N -ом шаге.

При отсутствии указателя конца прокрутка будет продолжаться до конца задачи.

< указатель условия > .

Если указатель условия является последовательностью детерминативов, отделяемых друг от друга запятой и начинается со знака $=$, то стандартная информация печатается только для шагов, детерминатив которых указан в условии.

Если указатель условия начинается со знака \neq , то прокручиваются все шаги между началом и концом прокрутки за исключением тех, детерминатив которых указан в условии.

Если указатель условия пуст, то прокручиваются все шаги между началом и концом.

Например, если в поле зрения вводится выражение

$$\underline{K} \text{ 'PP' } \alpha : \beta ; A = \text{'Bx' , 'Bx' } : \beta ; C \neq D : \underline{K} \underline{E}$$

то в процессе обработки выражения E : прокручиваются все шаги, встречающиеся между конкретизируемыми выражениями, детерминатив которых равен α и β ;

в диапазоне между шагами, имеющими детерминатив A и B , прокручиваются только те шаги, которые имеют детерминатив 'Bx' и 'Bx' ;

начиная с шага, имеющего детерминатив C , и до конца задачи будут прокручиваться все шаги за исключением тех, де-

терминатив которых равен D .

Если список шагов состоит из нескольких элементов, то приоритетом обладает самый левый из них. И только после того, как будет достигнут конец диапазона, определяемого первым элементом списка шагов, после этого приоритетом будет обладать следующий диапазон. При этом предыдущий элемент списка шагов в дальнейшем игнорируется.

7.3. Арифметические МО.

Арифметические операции представляют из себя встроенные в систему подпрограммы вычисления суммы, разности, произведения, частного двух десятичных чисел, а также возведение в степень.

Десятичные числа в качестве разделителя целой и десятичной части используют точку. Числа задаются без порядка, однако, знак может присутствовать.

Формат МО следующий:

$$\underline{K} \text{ 'вчсл' } \sigma x, y \underline{.}$$

где: σ - символ арифметической операции ($+$, $-$, \times , $/$, \uparrow),

x - десятичное число,

y - десятичное число.

Например, для сложения двух чисел -1.456 и 7.01 МО сложение представляется следующим образом:

$$\underline{K} \text{ 'вчсл' } + -1.456, 7.01 \underline{.}$$

7.4. Занесение в счётчик.

МО имеет формат:

$$\underline{K} \text{ 'сч' } \uparrow x = y \underline{.}$$

По этой операции в МОЗУ заводятся две ячейки, в первую из которых посылается X , а во вторую - Y . Необходимым условием является то, что X и Y должны содержать не более 6 символов.

7.5. Извлечение содержимого счётчика.

МО имеет формат:

K'c4'x.

С помощью этой МО в поле арения извлекается содержимое счётчика X .

Литература

1. С.Н.Флоренцев, В.Ю.Олюнин, В.Ф.Турчин.
Эффективный интерпретатор для языка РЕФАЛ.
ИПМ АН СССР, Москва, март, 1969 г.
2. В.Ф.Турчин. Алгоритмический язык рекурсивных
функций (РЕФАЛ). ИПМ АН СССР, Москва, сентябрь,
1968 г.
3. Математическое обеспечение машины БЭСМ-6.
ИТМ и ВТ, Вычислительный центр АН СССР.
Москва, 1967 г.

Подписано к печати 12 VI 1989 г.

№ 09208 от 19 VI 1989 г. Заказ № 977 Тираж 300 экз.

Орлова Людмила институт прикладной математики
Москва, Мясницкая пл., 4