



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

3826/2-80

11/8-80

11-80-382

А.А.Корнейчук

СТРУКТУРНЫЙ ДИАЛЕКТ ФОРТРАНА

1980

Уровни структурного диалекта ФОРТРАНА

Структурный диалект ФОРТРАНА имеет следующие уровни:

1. Уровень 1 (СДФ/1)

Дополнительными, по сравнению с ФОРТРАНОМ, структурами являются главные и подчиненные блоки, дополнительными спецоператорами – вызовы блоков.

2. Уровень 2 (СДФ/2)

Помимо структур и спецоператоров СДФ/1, в СДФ/2-программе допустимы относительные метки вида ..1, ..23, ..456, . . . и ступенчатая запись СДФ/2-программы, которая позволяет отобразить внутреннюю структуру ее текста (вложение блоков) в соответствующей ФОРТРАИ-программе.

СДФ/2 включает в себя СДФ/1 в том смысле, что синтаксически правильная СДФ/1-программа является и синтаксически правильной СДФ/2-программой.

3. Уровень 3 (СДФ/3)

Дополнительными, по сравнению с СДФ/2, структурами являются управляющие структуры – альтернативы и циклы – структурного программирования, дополнительными спецоператорами – спецоператоры перехода и спецоператоры обмена с внешними устройствами.

СДФ/3 включает в себя СДФ/2 в том смысле, что синтаксически правильная СДФ/2-программа является и синтаксически правильной СДФ/3-программой.

1. Синтаксис и семантика СДФ/1

СДФ/1-программа

СДФ/1-программа представляет собой последовательность СДФ/1-блоков, которые могут быть разделены СДФ/1-комментариями.

СДФ/1-программа заканчивается признаком конца СДФ/1-программы.

СДФ/1-блоки могут быть главными СДФ/1-блоками и подчиненными СДФ/1-блоками.

В тексте СДФ/1-программы должен быть хотя бы один главный СДФ/1-блок.

СДФ/1-комментарий представляет собой последовательность строк, не являющихся заголовками СДФ/1-блоков и признаком конца СДФ/1-программы.

Признак конца СДФ/1-программы имеет вид

и располагается в 1 - 4 позициях строки.

СДФ/1-блок

Главный СДФ/1-блок состоит из заголовка главного СДФ/1-блока, тела СДФ/1-блока и спецоператора конца СДФ/1-блока.

Подчиненный СДФ/1-блок состоит из заголовка подчиненного СДФ/1-блока, тела СДФ/1-блока и спецоператора конца СДФ/1-блока.

Заголовок главного СДФ/1-блока имеет вид

*MAIN IGV ,

где IGV - имя главного СДФ/1-блока. Заголовок главного СДФ/1-блока начинается с 7-й позиции строки.

Заголовок подчиненного СДФ/1-блока имеет вид

*BEGIN IPB,

где IPB - имя подчиненного СДФ/1-блока. Заголовок подчиненного СДФ/1-блока начинается с 7-й позиции строки. Между ключевым словом BEGIN и именем СДФ/1-блока должен быть пробел.

Имя СДФ/1-блока может иметь от 1 до 6 литер (букв, цифр). Первой литерой имени СДФ/1-блока должна быть буква.

Спецоператор конца СДФ/1-блока имеет вид

*END

и начинается с 7-й позиции строки.

Тело СДФ/1-блока представляет собой последовательность ФОРТРАН-операторов и спецоператоров вызова СДФ/1-блока.

Спецоператор вызова СДФ/1-блока

Спецоператор вызова СДФ/1-блока имеет вид

*CALL IVB

(IVB - имя вызываемого блока).

Спецоператор вызова СДФ/1-блока располагается в 7 - 72 позициях строки. Между ключевым словом CALL и именем вызываемого блока должен быть один пробел.

Семантика СДФ/1

Семантика СДФ/1 определяется заданием правил перевода СДФ/1-программы на ФОРТРАН.

1. Из СДФ/1-программы извлекаются тела всех ее главных блоков в том порядке, в котором они встречаются в СДФ/1-программе.

2. В полученной последовательности тел главных блоков вместо спецоператоров вызова блоков подставляются тела вызываемых блоков. Такая подстановка выполняется до тех пор, пока не останется ни одного спецоператора вызова блока. При этом рекурсия, т.е. прямой либо косвенный (через посредство других блоков) вызов блоком самого себя считается ошибкой, а вызов несуществующего блока игнорируется.

3. При формировании ФОРТРАН-программы в 73 - 78 позиции ее строк заносится имя СДФ/1-блока, которому принадлежала строка, а в 79 - 80 позиции - порядковый номер строки в СДФ/1-блоке.

2. Синтаксис и семантика СДФ/2

СДФ/2-программа

Определение СДФ/2-программы аналогично данному выше определению СДФ/1-программы (с заменой СДФ/1 на СДФ/2).

СДФ/2-блок

Определение СДФ/2-блока аналогично данному выше определению СДФ/1-блока, СДФ/2-блок отличается от СДФ/1-блока тем, что тело СДФ/2-блока представляет собой последовательность обобщенных ФОРТРАН-операторов и спецоператоров вызова СДФ/2-блока.

Обобщенный ФОРТРАН-оператор

Обобщенный ФОРТРАН-оператор отличается от ФОРТРАН-оператора тем, что в первом, наряду с обычными числовыми (абсолютными) метками, допустимы относительные метки вида

..1, ..37, ..256

и т.п.

Относительные метки локализованы в блоке, т.е. ссылки на них возможны только в пределах блока.

Специатор вызова СДФ/2-блока

Специатор вызова СДФ/2-блока идентичен специатору вызова СДФ/1-блока.

Правила ступенчатой записи СДФ/1-программы

Для того, чтобы наглядно отобразить в тексте ФОРТРАН-программы блочную структуру исходной СДФ/2-программы, текст последней следует записывать так, чтобы начало строки, принадлежащей телу блока, было сдвинуто относительно начала заголовка блока на 3 позиции вправо (при этом метка или признак продолжения, если они есть, остаются в 1 - 6 позициях).

Семантика СДФ/2

Определение семантики СДФ/2 повторяет определение семантики СДФ/1 с тем отличием, что при подстановке вместо специатора вызова блока тела вызываемого блока выполняется дополнительная переработка строк СДФ/2-программы, при которой

- относительные метки заменяются абсолютными по алгоритму, включающему появление двух одинаковых меток в части ФОРТРАН-программы, полученной из одного главного СДФ/2-блока,

- части текста, расположенные в 7 - 72 позициях строк, дополнительно сдвигаются вправо на число позиций, отражающее глубину вложения оператора вызова блока.

3. Синтаксис СДФ/3

СДФ/3-программа

Определение СДФ/3-программы аналогично данному выше определению СДФ/1-программы (с заменой СДФ/1 на СДФ/3).

СДФ/3-блок

Определение СДФ/3-блока аналогично данному выше определению СДФ/1-блока, СДФ/3-блок отличается от СДФ/1-блока тем, что тело СДФ/3-блока представляет собой последовательность СДФ/3-структур.

тур, обобщенных ФОРТРАН-операторов, специаторов вызова СДФ/3-блока, специаторов задания символических меток, специаторов перехода и специаторов обмена с внешними устройствами.

СДФ/3-структуры

СДФ/3-структурами являются

- альтернатива о управляющих условиях,
- альтернатива с управляющей переменной,
- цикл о управляющей переменной,
- цикл без управляющей переменной.

В СДФ/3-структурах, определение которых дается ниже, специатор конца структуры *END должен располагаться в 8 - 72 позициях строки.

Определение тела СДФ/3-структуры (альтернативы, цикла) аналогично определению тела СДФ/3-блока.

Альтернатива о управляющих условиях

```
*IF (UU1) *THEN
  TA1
*ELSEIF (UU2) *THEN
  TA2
. . .
*ELSEIF (UUK) *THEN
  TAK
*ELSE
  TAP
*END
```

(UU1, UU2, ..., UUK - управляющие условия, TA1, TA2, ..., TAK, TAP - тела альтернативы).

Управляющие условия проверяются сверху донизу, и если M-тое условие удовлетворено, то выполняется следующее за ним M-тое тело альтернативы. Если же ни одно из управляющих условий не удовлетворено, то выполняется последнее тело альтернативы, следующее за *ELSE.

Возможны сокращенные формы альтернативы, когда

- есть только первая пара "управляющее условие - тело альтернативы",
- есть только первая и последняя пары,
- отсутствует последняя пара.

Альтернатива с управляющей переменной

```
*SELECT /IUP/ OSIS
*CASE CHSIS1
  TA1
*CASE CHSIS2
  TA2
  ...
*CASE CHSISK
  TAK
*ELSE
  TAP
*END
```

(IUP - имя управляющей переменной, OSIS - общий список имен случаев, CHSIS1, CHSIS2, ..., CHSISK - частные списки имен случаев, *CASE CHSIS1, *CASE CHSIS2, ..., *CASE CHSISK - заголовки групп случаев, TA1, TA2, ..., TAK, TAP - тела альтернативы).

Ограничитель *ELSE вместе со следующим за ним телом альтернативы могут отсутствовать.

Если управляющая переменная принимает некоторое значение M, то будет выполняться то тело альтернативы, для которого M-тое имя из общего списка имен случаев принадлежит соответствующему частному списку имен случаев. Если же нет такого частного списка, то будет выполнено тело альтернативы, следующее за ограничителем *ELSE, или же, если этот ограничитель вместе с соответствующим телом отсутствуют, никакое действие не будет выполнено.

Частные списки имен случаев не должны пересекаться, т.е. никакие два из них не должны иметь общих имен.

Общий и частные списки имен случаев имеют вид IS1, IS2, ..., ISL.

Цикл с управляющей переменной

```
*LOOP IUPC=NZ,KZ,JS
  TC
*END
```

(IUPC, NZ, KZ, JS - имя, начальное значение, конечное значение, шаг управляющей переменной цикла (параметры цикла), TC - тело цикла).

Параметры цикла должны подчиняться правилам задания аналогичных элементов фортрановского оператора цикла.
Шаг управляющей переменной, равный 1, может быть опущен.

Цикл без управляющей переменной

```
*LOOP IC
  TC
*END
```

(IC - имя цикла, TC - тело цикла).

Тело цикла выполняется, вообще говоря, бесконечное число раз; операторы выхода из цикла должны быть предусмотрены в теле цикла.

Специальный вызов СДФ/3-блока

Специальный вызов СДФ/3-блока идентичен специоператору вызова СДФ/2-блока.

Специальный задание символической метки

```
*LABEL ISM
(ISM - имя символической метки).
```

Специальные переходы

В СДФ/3 допустимы следующие специоператоры безусловного и условного перехода:

1. Переход на начало блока

```
*ENTER IB
```

```
*IF (UP) *ENTER IB.
```

2. Переход на начало цикла без управляющей переменной

```
*ENTER IC
```

```
*IF (UP) *ENTER IC.
```

3. Переход на конец блока

```
*LEAVE IB
```

```
*IF (UP) *LEAVE IB.
```

4. Переход на конец цикла без управляющей переменной (выход из цикла)

*LEAVE IC

*IF (UP) *LEAVE IC.

5. Пропуск оставшейся части тела цикла без управляющей переменной

*SKIP IC

*IF (UP) *SKIP IC.

6. Переход на конец цикла с управляющей переменной (выход из цикла)

*LEAVE IUPC

*IF (UP) *LEAVE IUPC.

7. Пропуск оставшейся части тела цикла с управляющей переменной

*SKIP IUPC

*IF (UP) *SKIP IUPC.

8. Переход на символическую метку

*GOTO ISM

*IF (UP) *GOTO ISM

(IV - имя блока, IC - имя цикла, IUPC - имя управляющей переменной цикла, UP - условие перехода, ISM - имя символической метки).

Переходы локализованы в блоке или цикле, т.е. переход на начало или конец блока или цикла допустим только непосредственно из тела соответствующего блока или цикла, а спецоператор пропуска оставшейся части тела цикла допустим лишь в теле соответствующего цикла.

Спецоператоры обмена с внешними устройствами

Спецоператоры обмена с внешними устройствами отличаются от соответствующих операторов ФОРТРАНа тем, что в первых дается неявная ссылка на формат, т.е. вместо метки формата указывается ключевое слово *FORMAT; при этом спецоператор формата (без метки) должен следовать непосредственно за спецоператором обмена:

1. Спецоператор выборки данных с внешнего устройства

*READ (NU, *FORMAT) JSOO

*FORMAT (JSF).

2. Спецоператор записи данных на внешнее устройство

*WRITE (NU, *FORMAT) JSOO

*FORMAT (JSF).

3. Спецоператор печати данных

*PRINT *FORMAT JSOO

*FORMAT (JSF).

4. Спецоператор перфорации данных

*PUNCH *FORMAT JSOO

*FORMAT (JSF)

(NU - номер устройства, JSOO - список оператора обмена, JSF - список формата).

Правила ступенчатой записи СДФ/3-программы

На СДФ/3-программу распространяются правила ступенчатой записи СДФ/2-программы со следующими дополнениями:

1. Начало строки, принадлежащей телу СДФ/3-структуры (альтернативы, цикла), сдвигается относительно начала заголовка этой структуры на 3 позиции вправо.

2. Ограничители тел СДФ/3-структуры начинаются с той же позиции, что и заголовок структуры.

4. Семантика СДФ/3

Семантика СДФ/3 определяется путем задания правил перевода СДФ/3-программы на СДФ/2.

Помимо такого чисто методического значения, использование СДФ/2 в качестве промежуточного языка целесообразно и при создании транслятора "СДФ/3-ФОРТРАН". Как известно, программные модули (программы, подпрограммы, подпрограммы-функции), составляющие ФОРТРАН-программу, могут быть переведены на входной язык редактора связей (загрузчика) независимо друг от друга. Подобным же образом перевод СДФ/3-программы на СДФ/2 сводится к независимому переводу на СДФ/2 каждого из составляющих ее блоков.

Разметка СДФ/3-блока

Перевод СДФ/3-блока на СДФ/2 начинается с разметки, при которой просматривается текст СДФ/3-блока и отмечаются спецоператоры, на которые должны быть сделаны ссылки в СДФ/2-блоке. В результате этого просмотра помеченными оказываются следующие спецоператоры:

В блоке

- заголовок блока (если есть переходы на начало блока),
- спецоператор конца блока (если есть переходы не конец блока).

В альтернативе с управляющими условиями

- ограничители типа "Иначе" и "Иначе если",
- спецоператор конца альтернативы.

В альтернативе с управляющей переменной

- заголовок групп случаев,
- ограничитель типа "Иначе",
- спецоператор конца альтернативы.

В цикле с управляющей переменной

- спецоператор конца цикла. Если есть переход на конец цикла (выход из цикла), это отмечается о том, чтобы спецоператору конца цикла, помимо основной, была выделена дополнительная метка.

В цикле без управляющей переменной

- заголовок цикла,
- спецоператор конца цикла (если есть переход на конец цикла).

Метятся также спецоператоры задания символической метки и формата. Помеченным спецоператорам последовательно присваиваются относительные метки вида ..I1, ..I2,

Перевод размеченного СДФ/3-блока на СДФ/2

Спецоператоры вызова блока и обобщенные ФОРТРАН-операторы при переводе не изменяются.

В спецоператорах обмена с внешними устройствами уничтожается литер-признак спецоператора, формируется метка формата, некая ссылка на формат заменяется этой меткой.

СДФ/3-спецоператоры переводятся на СДФ/2 следующим образом (слева - СДФ/3-спецоператор, справа - результат перевода):

I. В блоке

	*MAIN IB	*MAIN IB
(M)	*MAIN IB	*MAIN IB
		(M) CONTINUE
	*BEGIN IB	*BEGIN IB
(M)	*BEGIN IB	*BEGIN IB
		(M) CONTINUE
	*END	*END
(M)	*END	(M) CONTINUE
		*END

(M)	*LABEL ISM	(M)	CONTINUE
	*GOTO ISM		GOTO MSOZSM
	*ENTER IB		GOTO MZB
	*IF(UP) *ENTER IB		IF (UP) GOTO MZB
	*LEAVE IB		GOTO MKB
	*IF(UP) *LEAVE IB		IF(UP) GOTO MKB

(M - метка, присвоенная спецоператору при разметке СДФ/3-блока, IB - имя блока, ISM - имя символической метки, MSOZSM - метка спецоператора задания символической метки, MZB - метка заголовка блока, MKB - метка конца блока, UP - условие перехода).

2. В альтернативе с управляющими условиями

	*IF(UU) *THEN	IF(.NOT.(UU)) GOTO MSOA
(M)	*ELSEIF(UU) *THEN	GOTO MKA
		(M) IF(.NOT.(UU)) GOTO MSOA
(M)	*ELSE	GOTO MKA
		(M) CONTINUE
(M)	*END	(M) CONTINUE

(UU - управляющее условие, MSOA - метка следующего ограничителя альтернативы, MKA - метка конца альтернативы).

3. В альтернативе с управляющей переменной

	*SELECT/IUPA/IOS1,...,IOSL	GOTO(MP1,...,MPL),IUPA
(M)	*CASE ICS1,...,ICSM	GOTO MKA
		(M) CONTINUE
(M)	*END	(M) CONTINUE

(IUPA - имя управляющей переменной альтернативы, IOS1,...,IOSL - список имен заголовка альтернативы, ICS1,...,ICSM - список имен заголовка случая, MP1,...,MPL - метки переходов).

При переводе заголовка альтернативы имени IOS1 ставится в соответствие метка MP1 того заголовка группы случаев, в списке имен которого встретилось имя IOS1, или же, если нет такого заголовка группы случаев, метка ограничителя *ELSE, или же, если нет такого ограничителя, метка конца альтернативы.

4. В цикле с управляющей переменной

	*LOOP IUPC=NZ,KZ,JS	DO OMKC IUP=NZ,KZ,JS
(OMKC)*END		(OMKC)CONTINUE
(OMKC,DMKC)*END		(OMKC)CONTINUE
		(DMKC)CONTINUE
	*LEAVE IUPC	GOTO DMKC
	*IF(UP) *LEAVE IUPC	IF(UP) GOTO DMKC
	*SKIP IUPC	GOTO OMKC
	*IF(UP) *SKIP IUPC	IF(UP) GOTO OMKC

(IUPC, NZ, KZ, JS - имя, начальное значение, конечное значение, шаг управляющей переменной цикла, OMKS, DMKS - основная и дополнительная метки конца цикла).

5. В цикле без управляющей переменной

(M) *LOOP IC	(M) CONTINUE
*END	GOTO MZC
(M) *END	GOTO MZC
	(M) CONTINUE
*ENTER IC	GOTO MZC
*IF(UP) *ENTER IC	IF(UP) GOTO MZC
*LEAVE IC	GOTO MKC
*IF(UP) *LEAVE IC	IF(UP) GOTO MKC
*SKIP IC	GOTO MZC
*IF(UP) *SKIP IC	IF(UP) GOTO MZC

(IC - имя цикла, MZC - метка заголовка цикла, MKC - метка конца цикла).

5. О публикациях по структурному программированию

Основополагающей работой, определившей новый подход к проектированию и написанию программ - структурное программирование, принято считать статью Э.Дейкстры, которую можно найти, например, в /1/.

В качестве введения в структурное программирование и связанные с ним вопросы практики программирования может быть использована монография /2/.

Сравнительный анализ наиболее известных языков программирования, включая сравнение их приспособленности для целей структурного программирования, приведен в /3/.

Известно большое число расширений ФОРТРАНа для целей структурного программирования. Обзор 20 диалектов ФОРТРАНа, ориентированных на структурное программирование, можно найти в /4/. Такой препроцессор для одного из рассмотренных в этой работе диалектов ФОРТРАНа опубликован в /5/.

В работе /6/ предлагается весьма развитый язык структурного программирования с конструкциями в духе АЛГОЛа-60, макросредствами, средствами условной генерации и др.

Структурное расширение ФОРТРАНа, предложенное в /7/, включает в себя минимальный набор управляющих структур

(IF - THEN ..., WHILE - DO ..., CASE ...),

а также структурный эквивалент фортрановского цикла с управляющей переменной и оператора условного перехода по знаку арифметического выражения.

Со структурным программированием на ФОРТРАНе тесно связано структурное проектирование программ /8/.

Структурный диалект ФОРТРАНа, предлагаемый в настоящей работе, - одно из возможных структурных расширений ФОРТРАНа. СДФ систематически применялся автором в течение последних двух лет при программировании вычислительных задач и задач обработки текстовой информации (препроцессоры, редакторы текстов). Типичный объем отдельных программ при этом был порядка 700 - 1000 строк текста на СДФ.

В настоящее время на ЭВМ СДС -6500 ОИЯИ реализован транслятор "СДФ/2 - ФОРТРАН". Он написан на подмножестве (ядре) ФОРТРАНа, общем для версий ФОРТРАНа, принятых на наиболее мощных ЭВМ ОИЯИ (БЭСМ-6, СДС -6500, ЕС-1040). Объем транслятора СДФ/2 - ФОРТРАН - около 300 строк на ФОРТРАНе (не считая комментариев). Ведется разработка транслятора "СДФ/3 - СДФ/2", замыкающего цепочку "СДФ/3 - ФОРТРАН".

Заключение

Автор благодарен И.Байле, Е.Гаевскому, Ф.Н.Дзержинскому, К.М.Железновой, В.Г.Иванову, И.М.Иванченко, В.И.Карначуку, Л.П.Корнейчук, В.И.Кочину, И.Н.Кухтиной, О.К.Литвиненко, Д.К.Маринеску, Г.А.Ососкову, Г.Л.Семашко, И.Н.Силину, Э.В.Шараповой, Н.Ю.Шириковой и Х.Юнгклауссену за интерес к работе, полезные обсуждения и практическую помощь.

Литература

1. У.Дал, Э.Дейкстре, К.Хоор. Структурное программирование. "Мир", М., 1975.
2. Э.Йодан. Структурное проектирование и конструирование программ. "Мир", М., 1979.
3. Т.Пратт. Языки программирования. Разработка и реализация. "Мир", М., 1979.
4. L.P.Meissner. On Extending FORTRAN Control Structures to Facilitate Structured Programming. SIGPLAN Notices, 1975, Sept., 19 - 30 pp.

5. D.C.Marinescu. **Structured Programming.**
JINR, E10-9938, Dubna, 1976.

6. J.Gajewski. ALFOR - **Structured FORTRAN Dialect and its Pre-Processor with Macro and Instruction Generation Options.** PHE 77-4, Institut für Hochenergiephysik, Berlin - Zeuthen, DDR, 1977.

7. Ф.Я.Дзержинский, А.И.Лер-Сааков. **Технология программирования - структурный подход (Учебно-методическое пособие).** ЦНИИАтоминформ, М., 1978.

8. Ф.Я.Дзержинский. **Псевдокод (язык проектирования программ) и правила структурного программирования на ФОРТРАНе.** ЦНИИАтоминформ, М., 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 июня 1980 года.