

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ
НА ОСНОВЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТРАНСЛЯТОРОВ

Л.В. Головяжкина, Ю.И. Колосова,
Ю.Г. Косарев, Н.Н. Миренков

Как указывалось в работе [1], многие трансляторы, разработанные для одной машины, могут использоваться для составления программ для вычислительной системы без внесения в них каких-либо изменений, если они допускают в том или ином виде употребление машинных команд.

В данной работе эта идея конкретизируется на примере имеющихся трансляторов для машины "Минск 2/22" [2-6] с различными способами введения в исходную программу машинных команд.

I. Трансляторы ТАМ-2/22 с АЛГОМа [5,6] предусматривают использование библиотеки стандартных программ, записанных в машинном коде, с помощью оператора STANDARD. В качестве СП может быть использована любая программа, удовлетворяющая требованиям, изложенным в [7,8]. При символе STANDARD в круглых скобках пишется десятичный номер СП и фактические параметры (арифметические выражения, метки, идентификаторы массивов и числа), которые имеют значения либо адреса, либо целого положительного десятичного числа. В последнем случае параметр выделяется кавычками.

В соответствии с работой [1] для создания полного набора подпрограмм, обеспечивающих функционирование системы, достаточно реализовать системные команды: настройку, обмен, обобщенные безусловный и условный переходы (ОБП и ОУП). Из-за некоторых непринципиальных особенностей транслятора ТАМ-2/22 удобнее некоторые команды системы реализовать несколькими СП (табл. I).

Т а б л и ц а I

Название СП	№ СП	Выражения при символе	Параметры
Настройка	50	("40", AI, A2)	AI - содержимое 1-го адреса команды настройки; A2 - содержимое 2-го адреса команды настройки.
Обмен	51	("41", T, K, E, J)	T = -46, если машина передающая; T = -47, если машина принимающая; K-число передаваемых (принимаемых) кодов; E-передаваемый (принимаемый) массив; J = (i-1) - номер i-го элемента, начиная с которого происходит передача (прием) (i = 1,2,3,...)
ОБП	52	("42", X, Y, A, AI, A2)	X = 32 при ОБП(I); X = 0 при ОБП(0); Y - код команды, передаваемой по ОБП. Равен любой операции, кроме операций с ПФЛ и БП; A = 0, если код со знаком (+); A = -0, если код со знаком (-); AI и A2 - соответственно первый и второй адреса передаваемой команды.
	53	("43", X, Y, AI, A2)	Применяется для передачи по ОБП операции с ПФЛ и БП. Назначение параметров X, Y, A2 аналогично СП-52; AI-условное число в командах -60, -61; AI=0 - в остальных случаях.
ОУП <i>i</i> (i=1,2,3)	54	("44", "I")	Синхронизация. Число "I" связано с особенностями транслятора.
	55	("45", P, L2)	P := -I в случае переполнения, отрицательного знака, нуля. P := I в противном случае. L2 - адрес передачи управления при $\Omega = I$.

ПРИМЕР

```

'BEGIN' 'INTEGER' S, T, J, B, K, A, E., 'REAL' M, N.,
STANDARD ("1",S).., B:=0.., 'IF' S=3 'THEN' 'GOTO' L.,
M:=1.0.., A:=512.., E:=16.., STANDARD ("40", A,E)..,
M:=M+1.0.., E:=144.., STANDARD ("40", A,E)..,
M:=M+1.0.., K:=-0.., A:=32.., E:=24.., STANDARD ("42", A,E,K,L1,K)..,
M:=M+1.0.., K:=0.., A:=0.., E:=8.., STANDARD ("42", A,E,K,J,B)..,
M:=M+1.0.., STANDARD ("44", "1")..,
M:=M+1.0.., T:=-46.., 'GOTO' L2.,
L: 'GOTO' L.,
L1: N=0.., 'FOR' J:=1 'STEP' 1 'UNTIL' 4000 'DO'
N:=N+1.0.., 'FOR' K:=-1 'STEP' 1 'UNTIL' 4100 'DO' N:=N-1.,
STANDARD ("44", "1").., T:=-47.,
L2: K:=1.., J:=0.., STANDARD ("41", T,K,M,J).., STANDARD ("2", S,M,
B).., STOP., 'END'

```

В выполнении участвуют две машины № 1 ($S = I$) и № 3 ($S = 3$). Машина № 3 уходит на метку L и засыпается. Машина № 1 настраивает себя, затем машину № 3. (Регистр настройки: 010). Далее, с помощью оператора STANDARD ("42", A, E, K, L1, K) приказывает машине № 3 уйти на метку L1, а оператором STANDARD ("42", A, E, K, J, B) приказывает машине № 3 выполнить команду: 1000 J B. Наконец, с помощью оператора STANDARD ("44", "1") ждет, пока машина № 3 не выполнит свою программу. Затем обе машины переходят к обмену (машина № 1 - передающая, № 3 - принимающая). В машине № 1 на печать выдается $S = I$, $M = 6$, $B = 0$, в машине № 3: $S = 3$, $M = 6$, $0 < B \leq 400I$.

Приведенный набор СП является универсальным, но, естественно, не наилучшим для каждой конкретной задачи. Например, в программе "Обращение матрицы методом пополнения" [9] использованы СП, более простые по объему и по числу фактических параметров, чем описанные.

Транслятор ТАМ-2/22 предусматривает размещение в ОП стандартных программ с небольшим удельным объемом. Так как объем описанных СП мал (соответственно 5, 18, 14, 10, 2, 9 команд), то практически всегда они будут размещены в ОП, то есть время их работы будет невелико.

2. Автокод "Инженер" (АКИ) [3] предназначен для решения инженерных задач на машине "Минск-2". В АКИ имеется оператор КОД, который служит для включения в автокодовую программу частей, написанных на машинном языке. Программа машинного кода

составляется в условных адресах, начиная с 7000. Программа может использовать все команды "Минск-2", стандартные рабочие чиселки 0040-0065 и индекс-чиселки 0016-0017. Команды могут содержать адреса 4 типов: 1) абсолютные до 0065; 2) относительные к первой команде, имеющей адрес 7000; 3) назначение простой переменной или назначение массива с числовыми индексами, 4) метки автокодовой программы в командах условных и безусловных переходов.

Оператор КОД можно использовать для включения в автокодовую программу всех команд системы "Минск-22". В трансляторе АКИ предусмотрен контроль машинных кодов, поэтому команды системы будут восприниматься им как ошибка. Во избежание этого в трансляторе, который остается неизменным, следует добавить два блока.

Блок маскировки, который заменяет команду системы аналогичной по структуре машинной командой (табл. 2), запоминает координаты этих команд. Блок восстановления, который после трансляции автокодовой программы находит и восстанавливает системные команды.

ПРИМЕР. Пусть в задаче, записанной на АКИ и предназначеннной для решения на системе "Минск-222", требуется из машины с заданным номером (переменная В) передать всем машинам системы значение переменной С. Для этого в соответствующую автокодовую программу следует дважды включить оператор КОД, содержащий необходимые системные команды ОУП₀ (-6500 0000 0000) и обмена (-55 или -57).

3. ЛЯПАС (логический язык представления алгоритмов синтеза) — включает в себя оператор перехода к машинному языку! [4]. Запись $\{\xi_i\}$ означает переход к подпрограмме на машинном языке, первая из команд которой представляется $[\xi_i]$ —им элементом оперативного комплекса, а последняя обеспечивает возврат к основной программе. Символом ξ_i может быть символ переменной или индекса. Оператор ! позволяет включить в программу все команды системы в истинных адресах, а значит, и реализовать любой вид взаимодействия машин системы без каких-либо дополнений к транслятору с ЛЯПАСа.

Таблица 2	
Команды системы	Машинные команды
-01	-05
-02	-60
-65	-35
-56	-45
-57	-45

	Название	Задачи	Х
1. КОД	-0100 — 0000 — 0130 -3077 — 0000 — 0000	Настройка машины	
	— — — —	Операторы автокодовой программы	
2. КОД	0500 — А — В -3400 — 7005 — 7002 -6500 — 0000 — 0000 -5600 — 0001 — С -3000 — 7007 — 0000 -6500 — 0000 — 0000 -5700 — 0001 — С -3077 — 0000 — 0000	Сравнение номера машинны Передача одного кода Прим. одного кода	
	— — — —	Операторы автокодовой программы	

ПРИМЕР реализации на вычислительной системе "Минск-222" оператора разности, формирующего комплекс γ из тех элементов комплекса α , которые отсутствуют в комплексе β .

Программа для машины с номером m ($m = 1, 2, \dots, \ell$).

Разность $\alpha_k^+, \beta_k^+, \gamma_k^- / -, g/\alpha\gamma / (\alpha\beta\gamma)$

$\S_1 + e$ ос $\ell-m+1 \Rightarrow n$ $\beta_\alpha : \ell \Rightarrow j \quad m-j \mapsto 2 \Delta \alpha$

$\S_2 \alpha \Rightarrow j \quad \beta_\beta : \ell \Rightarrow k \quad m-k \mapsto 3 \Delta \alpha$

$\S_3 + f$

$\S_4 \Delta \alpha \oplus j \mapsto 7 \quad \alpha_\beta \Rightarrow \alpha \oplus j \quad \bar{\alpha} \alpha$

$\S_5 \Delta \alpha \oplus \alpha \mapsto 6 \quad \alpha \oplus \beta_\alpha \mapsto 5 \oplus h \mapsto 4$

$\S_6 + i \quad p \Rightarrow q \mapsto 4 \quad d \Rightarrow \gamma_c \Delta c \mapsto 4$

$\S_7 + h \quad \bar{\alpha} \ell \mapsto 10 \mapsto 3$

$\S_{10} c \Rightarrow \beta_\gamma$

$[e] = x + 0, [f] = x + 2, [g] = x + 13, [h] = x + 22, [i] = x + 24$

составляется в условных адресах, начиная с 7000. Программа может использовать все команды "Минск-2", стандартные рабочие ячейки 0040-0065 и индекс-ячейки 0016-0017. Команды могут содержать адреса 4 типов: 1) абсолютные до 0065; 2) относительные к первой команде, имеющей адрес 7000; 3) наименование простой переменной или наименование массива с числовыми индексами, 4) метки автокодовой программы в командах условных и безусловных переходов.

Оператор КОД можно использовать для включения в автокодовую программу всех команд системы "Минск-22". В трансляторе АКИ предусмотрен контроль машинных кодов, поэтому команды системы будут восприниматься им как ошибка. Во избежание этого к транслятору, который остается неизменным, следует добавить два блока.

Блок маскировки, который заменяет команду системы аналогичной по структуре машинной командой (табл. 2), запоминает координаты этих команд. Блок восстановления, который после трансляции автокодовой программы находит и восстанавливает системные команды.

ПРИМЕР. Пусть в задаче, записанной на АКИ и предназначеннной для решения на системе "Минск-222", требуется из машины с заданным номером (переменная В) передать всем машинам системы значение переменной С. Для этого в соответствующую автокодовую программу следует дважды включить оператор КОД, содержащий необходимые системные команды ОУП₀ (-6500 0000 0000) и обмена (-55 или -57).

3. ЛЯПАС (логический язык представления алгоритмов синтеза) – включает в себя оператор перехода к машинному языку † [4]. Запись †_i означает переход к подпрограмме на машинном языке, первая из команд которой представляется [δ_i] –ни элементом оперативного комплекса, а последняя обеспечивает возврат к основной программе. Символом δ_i может быть символ переменной или индекса. Оператор † позволяет включить в программу все команды системы в истинных адресах, а значит, и реализовать любой вид взаимодействия машин системы без каких-либо дополнений к транслятору с ЛЯПАСом.

Т а б л и ц а 2

Команды системы	Машинные команды
-01	-05
-02	-60
-65	-35
-56	-45
-57	-45

Л и т е р а т у р а

1. Ю.Г. Косарев. Об автоматизации программирования для однородных вычислительных систем. – Труды I-ой Всесоюзной конференции по вычислительным системам. Вып.4. Новосибирск, изд.-во "Наука", Сибирское отделение.
2. Н.В. Шкут. Автоматизация программирования для вычислительной машины "Минск-2(22)". Минск, изд.-во "Наука и техника", 1967.
3. М.Е. Неменман, В.И. Цегельский, И.М. Матюшевская. Автокод для решения инженерных задач на машине "Минск-2", Минск, Изд-во ИНТИП, 1965.
4. Логический язык для представления алгоритмов синтеза релейных устройств. М., Изд-во "Наука", 1966.
5. Н.В. Демидович, Г.С. Шинкевич, Н.В. Шкут. Трансляторы ТАМ-2 и ТАМ-22. (Руководство по эксплуатации). Минск, Изд-во "Наука и техника", 1967.
6. Л.М. Бородич, З.А. Елинович, С.В. Попова. Трансляторы ТАМ-2 и ТАМ-22 (Руководство по эксплуатации). Дополнение. Минск, Изд-во "Наука и техника", 1967.
7. А.А. Пальцев. Стандартные программы для ЭВМ "Минск-2", Минск, Изд-во "Наука и техника", 1967.
8. Г.К. Столляр, М.Е. Неменман, Э.В. Ковалевич и др. Библиотека стандартных программ для ЦВМ "Минск-2". М., Изд-во ЦСУ СССР, 1963.
9. Ю.И. Колосова, Н.Н. Миленков. Автоматизация программирования для системы "Минск-222" на основе трансляторов ТАМ-2/22. Отчет ИМ СО АН СССР, 1968 г.

Поступила в редакцию
15.III.1968 г.