

НЕКОТОРЫЕ СТАНДАРТНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ «МИНСК-1»

Н. С. ГОЛОСОВ, О. К. ГОРДЕЕВ

(Представлена научным семинаром вычислительной лаборатории ТПИ)

Часто решение инженерных задач необходимо проводить в комплексной области изменения переменных. Это вызывает некоторые затруднения при программировании таких задач на ЭВЦ «Минск-1». Разработанная *СП* для выполнения арифметических действий с комплексными числами в системе универсальной ИС [1] (УИС) позволяет, с одной стороны, значительно упростить процесс программирования задач, а с другой, более компактно и логически цельно записать программу. Примером этого может служить *СП* нахождения корней полинома n -ой степени с комплексными или действительными коэффициентами, приводимая во второй части статьи.

Программа арифметических действий с комплексными числами (*Z*-программа)

Программа оформлена в виде стандартной программы в системе УИС. Существенная особенность ее та, что она тесно связана с работой самой УИС, так как после обращения к *Z*-программе все арифметические псевдокоды УИС исполняет как действия с комплексными числами в форме с плавающей запятой, записанными в четыре ячейки:

$$\left. \begin{array}{ll} A + 0 & p \\ A + 1 & q \end{array} \right\} Rez \quad \left. \begin{array}{ll} A + 2 & p \\ A + 3 & q \end{array} \right\} Imz \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} Rez \\ Imz \end{array}} \right\} z.$$

Исполнительный адрес псевдокодов арифметических операций $A + 0$, т. е. порядок реальной части z .

Обращение к *Z*-программе, общее для всех *СП* в системе УИС с той особенностью, что не требует засылок чисел в рабочие ячейки. Отключение от *Z*-программы осуществляется выполнением специальной команды: 05 0306 0137, после которой УИС выполняет следующие за ней арифметические псевдокоды с действительными числами.

Необходимо отметить, что после включения *Z*-программы логические псевдокоды выполняются так же, как и до включения, за исключением 02, 04, которые исполняются по знаку и по числу комплексной части псевдосумматора.

Приложение:
Программа

Адрес	КОП	A ₁	A ₂
1000	05	1016	0131
1	34	0111	0111
2	05	0116	1044
3	05	0112	0206
4	05	0306	0131
5	05	0110	0137
6	54	1011	0000
7	16	0001	1044
1010	24	1040	0116
1	16	0005	1044
2	—26	1033	0116
3	—20	0016	1017
4	10	1014	0010
5	24	0132	0112
6	34	10 2	0150
7	00	0000	0000
1020	34	1021	1021
1	16	0223	1044
2	54	1030	0000
3	—01	0223	1044
4	36	0006	0000
5	—37	0167	0000
6	—36	1043	0013
7	24	1013	0116
1030	—07	1026	0137
1	11	0137	1050
2	24	0172	0116
3	07	0000	2030
4	16	0222	1044
5	54	1045	0000
6	16	0006	1044
7	—26	1052	0116
1040	20	0016	1044
1	10	1041	0010
2	24	0132	0112
3	07	0000	2034
4	00	0000	0000
5	—16	0000	0206
6	24	1000	0112
7	03	3067	0000
1050	03	3057	0000

Продолжение

Адрес	КОП	A ₁	A ₂
1	03	3060	0000
2	07	2034	0000
3	—01	0003	0031
4	—01	0003	0033
5	10	2030	0034
6	10	2032	0036
7	34	1034	1034
1060	13	2030	4030
1	07	2022	0026
2	13	2032	4032
3	10	6026	0026
4	12	2026	0030
5	12	2026	0032
6	—01	0003	0033
7	13	2032	4036
1070	07	2022	0026
1	13	2034	0032
2	13	2030	4034
3	11	6026	0034
4	13	2030	4036
5	10	6032	0036
6	34	1034	1034

Программа вычисления корней полинома

1000	05	0112	0111
1	16	0005	1015
2	20	9022	1015
3	24	1004	1051
4	16	0005	1027
5	20	0023	1027
6	20	1110	1063
7	10	1007	0010
1010	24	0112	0112
1	05	2000	1104
2	07	2020	1136
3	07	2000	1120
4	07	3136	1132
5	00	2004	0000
6	16	6000	0000
7	07	2000	1122
1020	07	3136	1126
1	11	2000	1132

Продолжение

Адрес	КОП	A_1	A_2
2	13	3122	5116
3	—10	6000	1122
4	13	3116	1126
5	—13	2000	5132
6	10	7126	1126
7	06	3122	5116
1030	13	3122	5116
1	—10	6000	1122
2	12	3126	1122
3	—01	0003	0037
4	13	7122	1126
5	11	3122	1116
6	05	0306	0131
7	—07	0146	1126
1040	11	3112	5126
1	04	3014	1042
2	05	2002	0000
3	—07	3116	0034
4	06	0001	0035
5	11	3114	4034
6	04	3050	1047
7	—07	1140	3116
1050	06	3043	0002
1	00	2004	0000
2	16	6000	0000
3	07	3116	0034
4	—10	6000	1122
5	06	0001	0037
6	11	7112	4000
7	04	3061	1060
1060	15	0000	1124
1	—07	1122	2000
2	—13	1116	6000
3	06	3054	0000

Продолжение

Адрес	КОП	A_1	A_2
4	—07	1116	2000
5	05	0306	0131
6	01	1106	1027
7	01	1106	1063
1070	—01	0003	1121
1	11	2000	1136
2	11	6000	4000
3	—16	0000	0022
4	02	3075	1077
5	51	1121	0000
6	04	3013	1014
7	01	1107	0302
1100	—01	0003	1123
1	—01	0003	1125
2	—07	1122	2000
3	—07	1124	2002
4	00	0000	0000
5	05	1111	0112
6	00	0000	0004
7	00	0004	0000
1110	00	0033	0000
1	00	0000	0000
2	—00	0000	0024
3	40	0000	0000
4	—00	0000	0021
5	40	0000	0000
6	00	0000	0001
7	62	2077	3250
1120			

1120—1141—

рабочие ячейки.

Программа занимает 77 ячеек и позволяет, не нарушая общности процесса программирования в системе УИС, произвести необходимые действия с комплексными числами. Рабочие ячейки 0020—0037.

Нахождение корней полинома n -ой степени

Корни полинома вида

$$P_n(z) = z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{n-1} z + a_n,$$

где $a_1, a_2, \dots, a_n$ всегда записываются в комплексной форме (если a_n действительные, то мнимая часть равна нулю), находятся итерацион-

ным процессом Ньютона в комплексной области изменения Z по формуле [2]:

$$z_{n+1} = z_n - \frac{P_n(z_n)}{P'_n(z_n)}.$$

$P'_n(z_n)$ — производная, вычисленная в точке z_n . Обращение к СП общее для всех подпрограмм в системе УИС:

	I	II
	КОП	адрес
	N_{TX}	$2000 + A_1$
где	$\langle A_1 \rangle$	A_2
	$\langle A_1 + 1 \rangle$	n — порядок полинома,
	p — порядок	
	q — мантисса	
	$\langle A_2 \rangle$	00 0000 $A a_1$
	$\langle A_2 + 1 \rangle$	06 0000 $A a_{n-1}$

Aa_1, Aa_{n-1} — адреса первого и $n-1$ коэффициентов. Корни полинома помещаются на месте коэффициентов. Точность нахождения корней (10^{-6}) задается в ячейках 1112, 1114 и по желанию может быть изменена.

В вычислениях эта программа использует Z -программу, которая должна иметь псевдокод 16, т. е. первая строка TX . Программа полностью восстанавливается после работы и может быть использована для повторного обращения.

Длина программы $(n-1) = 141$, длина счетной части 0106 ячеек.

Как видно, сведение арифметических действий с комплексными числами к обычным псевдокодам позволило при относительной сложности задачи написать компактную программу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. С. Голосов, О. К. Гордеев. Универсальная интерпретирующая система (УИС). В настоящем сборнике.
2. Б. П. Демидович, И. А. Марон. Основы вычислительной математики. М., 1960.