Записки Ленинградского горного института.
Т. 128. СПб, 1991

УДК 62-83:621.313.3:681.3

В.В.АЛЕКСЕЕВ, В.В.РУДАКОВ

МАШИННЫЙ ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКИХ УПРАВЛЯЮЩИХ И ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Для машинного гармонического анализа периодических функций на ЕС ЭВМ предназначена стандартная подпрограмма FORIT на языке фортран. Подпрограмма определяет заданное число коэффициентов ряда Фурье, аппроксимирующего периодическую функцию, заданную таблицей ее значений. Подпрограмма имеет существенные недостатки. Трудности применения объясняются требованием к таблице экспериментальных значений, которые должны быть представлены на интервале $(0,\ 360^0)$ с шагом $h = 360^0/(2N+1)$, имеющим ограниченное применение, так как при $N > 4$ шаг не может быть никаким целым числом, кроме 24^0.

При исследовании систем электропривода с векторным управлением на базе тиристорных преобразователей частоты вычисление коэффициентов Фурье обычно производится для периодических нечетных b_k, а также четных a_k функций. Для нахождения тригонометрического полинома можно определить коэффициенты с использованием формулы трапеций[x]:

$$b_k = \frac{2}{\pi}\int_0^{\pi} f(x)\sin kx\,dx = \frac{2}{n}\sum_{i=1}^{n-1} y_i \sin kx_i,$$

$$k = 1, 2, \ldots, m;$$

$$a_k = \frac{2}{\pi}\int_0^{\pi} f(x)\cos kx\,dx = \frac{2}{n}\sum_{i=0}^{n} y_i \cos kx,$$

$$k = 0, 1, 2, \ldots, m,$$

где $x_i = \pi i/n$; $y_i = f(x_i)$; $i = 0, 1, \ldots, n$.

Для вычислений можно использовать как универсальную ЭВМ, так и микро-ЭВМ. Интерес представляет сравнение вычислений по точности.

Для ЕС ЭВМ написана программа RUDA 0 (RUDA 1) на языке фортран (рис.1). Программа составлена с использованием подпрограммы, подпрограммы-функции и оператора описания общих блоков. Для определения коэффициентов Фурье нечетной функции в подпрограмме применяется оператор SIN, а четной – оператор COS.

[x] Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. М.: Наука, 1967.

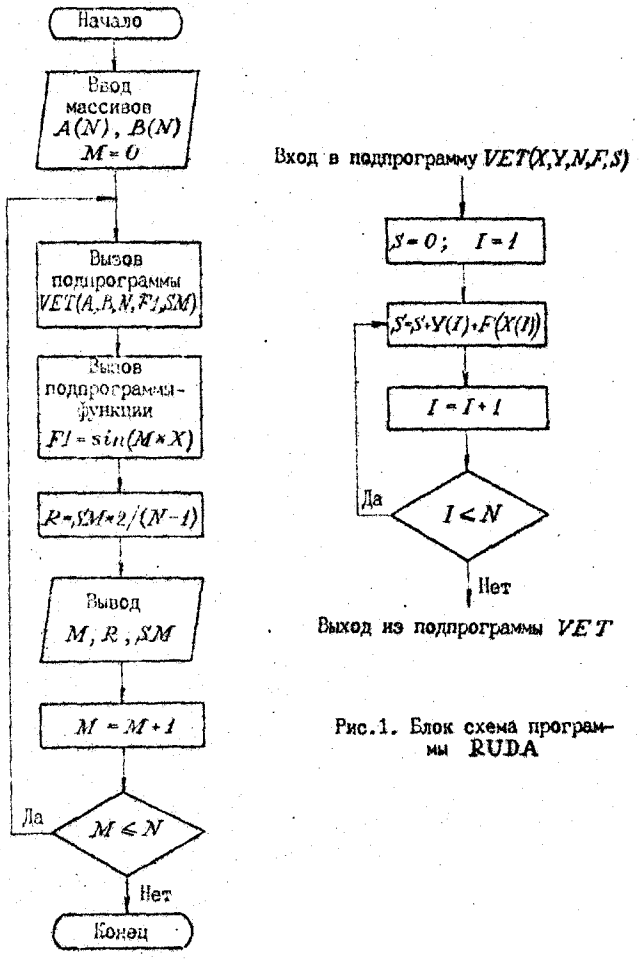


Рис.1. Блок схема программы RUDA

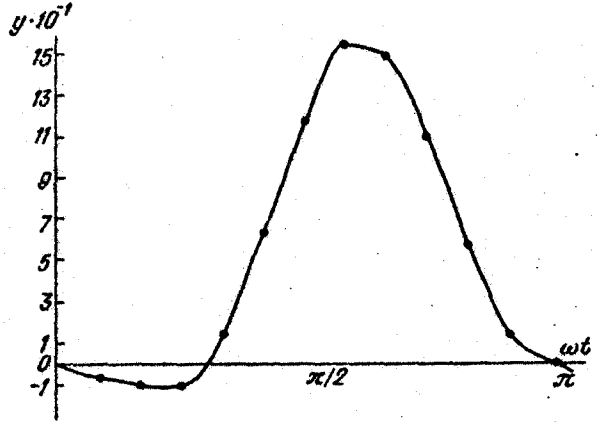


Рис.2. Исследуемая функция

Расчет коэффициентов Фурье на микроЭВМ может быть произведен по программе П.5.77[x]. Программа П.5.77, как и программа RUDA, позволяет определить также и суммы $\sum_{i=1}^{n} y_i \sin kx_i$; $\sum_{i=0}^{n} y_i \cos kx_i$. При описании программы П.5.77 допущена неточность. Если при переходе из режима „Программирование" в режим „Автоматическая работа" не применить оператор В/О, то результаты расчета получаются неверные. При использовании программы П.5.77 ограниченный $m < 2n$ членами ряд Фурье дает приближение к периодической функции $y(t)$ с минимальной среднеквадратической погрешностью, однако известно, что эта погрешность может быть значительной.

На рис.2 представлена функция, для которой определялись коэффициенты ряда Фурье по программам RUDA и П.5.77.

Расчет интервалов в угловых градусах и радианах соответственно приведен ниже:

0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	-0,07	-0,1	-0,11	0,16	0,65	1,19	1,55	1,49	1,11	0,58	0,13	0

Ниже приведены результаты расчетов первых шести коэффициентов ряда Фурье по программам RUDA и П.5.77

Программа RUDA

M	Коэффициент	Сумма
0	0,0	0,0
1	0,951	5,707
2	-0,585	-3,512
3	-0,253	-1,517
4	0,196	1,173
5	0,014	-0,081
6	0,019	0,115

Программа П.5.77

M	Коэффициент	Сумма
1	0,9511025	5,7066
2	-0,58511846	-3,5107108
3	-0,25268358	-1,5161015
4	0,19485575	1,1691345
5	0,013115185	-0,0786911
6	0,02	0,12000068

Программа П.5.77 реализована на микроЭВМ „Электроника МК-61", а программа RUDA – на ЭВМ ЕС-1035 при спецификации $F6.3$ и $N = n + 1$.

Анализ показывает, что расхождение в результатах на универсальной ЭВМ и на микроЭВМ по этим программам для первых трех коэффициентов практически отсутствует, а для остальных трех не превышает 5 %.

---

[x] Дьяконов В.П. Справочник по расчетам на микрокалькуляторах. М.: Наука, 1986.