Изменения отношения С/Ш, вычисленные по выражениям (8) — (10) относительно входного отношения С/Ш ($q^2_{вых}/q^2_0$), приведены в таблице.

Фильтр	$q_0^2=1$	$q_0^2=2$	$q_0^2=5$	$q_0^2=10$	$q_0^2=15$	$q_0^2=\infty$
Одноконтурный	0,16	0,20	0,23	0,24	0,24	0,25
Гауссовский	0,17	0,21	0,24	0,26	0,27	0,28
Прямоугольный	0,14	0,16	0,18	0,19	0,19	0,20

Наилучшие результаты по критерию С/Ш получаются в системе, содержащей гауссовские фильтры. Выигрыш от их применения тем заметнее, чем выше коэффициент умножения частоты в многокаскадных умножителях частоты.

1. *Мидлтон Д.* Введение в статистическую теорию связи. М., Сов. радио, 1961. Т. 1. 782 с.

Поступила в редколлегию 13.09.84

УДК 621.372.54.01

Н. Н. ФЕДЯНКИН, ст. преп., В. Г. РАТУШИНСКИЙ, студ.

ПРОСТОЙ СПОСОБ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛОВ ПЕРВОГО РОДА

В радиотехнических приложениях используют полные эллиптические интегралы первого рода [3]. Значения полных эллиптических интегралов представлены в справочниках [1] в виде таблиц. Однако при расчетах возникают недопустимые погрешности, что объясняется дискретным представлением данных табличным методом, интерполяция же промежуточных значений усложняет вычисления. Изложим упрощенный способ вычисления значений интегралов вида

$$K(k) = \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-k^2x^2}}$$

при разных значениях модуля $k = \sin\alpha$ [1]. Как известно [2], неполный эллиптический интеграл первого рода

$$F(u, k) = \int_0^u \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-k^2x^2}}$$

при $k = 1$ равен

$$F(u, 1) = 1/2\ \ln(1+u/1-u),$$

а для $u = 1$ и $k = 0$

$$F(1, 0) = K(0) = \pi/2.$$

Исходя из этих значений аппроксимируем $K(k)$

$$K(k) = 1/2 \ln (1 + k^r/1 - k^r) + \pi/2, \qquad (1)$$

где τ — функция от k. Исследование показало, что достаточно точной является функция $r = Ae^{ak} + Be^{bk}$, где A, B, a и b определяются по критерию минимальных квадратов. Для $0 \leqslant k \leqslant 1$ были получены такие значения этих коэффициентов: $A = 4{,}1 \cdot 10^{-3}$, $B = 2{,}3$, $a = 5{,}9$, $b = 5{,}9 \cdot 10^{-1}$. При этом обеспечивается достаточная для многих приложений точность вычисленных значений. В пределах $\alpha < 10°$ погрешность вычислений $\Delta K/K \leqslant 0{,}04$ %, а для значений $10° \leqslant \alpha \leqslant 90°$ $\Delta K/K \leqslant 0{,}27$ %, где ΔK — разность вычисленных значений по соотношению (1) и табличным данным [1]. Погрешность аппроксимации может быть уменьшена, если ограничить интервал изменения $K(k)$ и определить соответствующие ему оптимальные значения коэффициентов A, B, a и b. Полученное соотношение (1) позволяет в широких пределах изменения модуля k вычислять полные эллиптические интегралы первого рода на ЭВМ и микрокалькуляторах со стандартной программой вычисления натуральных логарифмов и показательной функции.

1. *Бронштейн И. Н., Семендяев К. А.* Справочник по математике. М.: Наука, 1981. 718 с. 2. *Градштейн И. С., Рыжик И. М.* Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М.: ГИФМЛ, 1963. 1100 с. 3. *Роудз Дж. Д.* Теория электрических фильтров. М.: Сов. радио, 1980. 239 с.

Поступила в редколлегию 11.09.84

УДК 621.372.061

Н. И. ЯСТРЕБОВ, ст. науч. сотр.

ЭФФЕКТИВНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСКРЫТИЯ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ, ОСНОВАННОГО НА ПОСТРОЧНОМ ВЫЧИСЛЕНИИ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ МИНОРОВ

При символьном анализе линейных электронных схем на ЭВМ широко применяются декомпозиционные алгоритмы раскрытия определителя, позволяющие исследовать схемы, содержащие десятки узлов и сотни компонентов. Одним из эффективных является алгоритм основанный на построчном вычислении определяющих миноров разреженной полиномиальной матрицы эквивалентных параметров электронной схемы [1, 2]. Характерная особенность его заключается в том, что матрица эквивалентных параметров разбивается на элементарные подматрицы, направляющие строки исходной матрицы. Это обеспечивает исключение многократного повторения одних и тех же логических и арифметических операций, что свойственно алгоритмам, основанным на прямом переборе всевозможных комбинаций элементов матрицы, взятых из ее разных строк и столбцов. Данный алгоритм наиболее целесообразно использовать для формирования обобщенного числа [3] с вынесенными подобными членами, которое формируется один раз, а затем многократно используется для анализа схемы при любом числе ее варьируемых параметров [4].