

$$\prod (v_x, \Delta v_{xk}) = \begin{cases} 0 & \text{для } -\infty < v_x < v_x - \Delta v_{xk}/2 \\ 1/\Delta v_{xk} & \text{для } v_x - \Delta v_{xk}/2 \leq v_x \leq v_x + \Delta v_{xk}/2 \\ 0 & \text{для } v_x + \Delta v_{xk}/2 < v_x < \infty \end{cases} \quad (6)$$

Выражения для  $\prod (v_y, \Delta v_{yk})$  и  $\prod (v_z, \Delta v_{zk})$  получаются заменой в (8) индекса  $x$  на индексы  $y$  и  $z$  соответственно.

Подставляя (7) в (3) и интегрируя, имеем:

$$1 = \sum_{k=1}^n \frac{\omega_{pk}^2}{b_k^2} \left[ 1 + \frac{a_{1k}^2}{b_k^2} + \frac{a_{2k}^2}{b_k^2} + \frac{a_{3k}^2}{b_k^2} + 0 \left( \frac{a_{ik}^4}{b_k^4} \right) \right], \quad (9)$$

где

$$b_k = \omega - \alpha v_{xk} - \beta v_{yk} - \gamma v_{zk};$$

$$a_{1k} = \alpha \Delta v_{xk}/2; \quad a_{2k} = \beta \Delta v_{yk}/2; \quad a_{3k} = \gamma \Delta v_{zk}/2$$

$0 \left( \frac{a_{ik}^4}{b_k^4} \right)$  — остаточные члены, имеющие порядок  $a_{ik}^4/b_k^4 \ll 1$ .

Применяя уравнение (9) к задаче о взаимодействии двух электронных потоков с одинаковой средней концентрацией частиц в потоках  $N_1 = N_2$ , одинаковой средней скоростью потоков  $v_{x1} = v_{x2}$  в направлении оси  $x$  и скоростями  $v_{y1}$  и  $-v_{y1}$  в направлении оси  $y$ , с разбросом скоростей электронов в потоках  $\Delta v_{x1}$  и  $\Delta v_{y1}$ , можно убедиться в том, что разброс электронов по скоростям уменьшает коэффициент нарастания волны в направлении оси  $x$ . Этот результат является обобщением задачи, рассмотренной ранее в работе [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. J. R. Pierce and L. R. Walker, BSTJ, **25**, 109 (1956).
2. А. А. Власов, ЖЭТФ, **8**, 291 (1938).
3. М. И. Каганов, ЖТФ, **23**, 514 (1953).
4. В. М. Лопухин и Ю. Д. Самородов, ЖТФ, **25**, 1265 (1955).

Московский государственный  
университет

Поступила в редакцию  
25 декабря 1958 г.

#### СХЕМА СОКРАЩЕННОГО ДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Ю. Л. Кетков

Идея, которая реализуется предлагаемой схемой, достаточно подробно описана в [1] и [2]. Однако для построения схемы сокращенного деления авторы этих работ требуют, чтобы делитель был нормализован (т. е. содержал единицу в старшем разряде) и чтобы деление выполнялось в варианте со сдвигом остатка влево.

Описываемая в данной статье схема предполагает представление чисел в прямых кодах с фиксированной в любом месте запятой и допускает деление как со сдвигом остатка, так и со сдвигом делителя, не требуя нормализации последнего.

В качестве арифметических регистров используются рециркуляционные регистры, выполненные на магнитном барабане [3]. В цепь рециркуляции регистра включена цепочка динамических триггеров, с помощью которых можно изменить длину рециркуляционной петли и, тем самым, осуществлять сдвиг содержимого регистра сразу на несколько разрядов в ту или иную сторону.

В схеме имеются регистры делимого ( $P_1$ ), делителя ( $P_2$ ), результата ( $P_3$ ) и управляющий регистр ( $P_4$ ). Числа в регистрах циркулируют без знаков. Знак результата формируется специальной схемой и присваивается результату после выполнения операции. Одновременно с вводом чисел в регистры  $P_1$  и  $P_2$  в управляющий регистр  $P_4$  вводится код, имеющий только одну единицу в разряде, соответствующем позиции 2<sup>0</sup>. Операция деления осуществляется в два этапа. На первом этапе производится „выравнивание порядков“ — сдвиг делителя влево до тех пор, пока его старший разряд не окажется под старшим разрядом делимого. Одновременно происходит сдвиг влево на столько же разрядов управляющего кода в  $P_4$ . Если делитель оказывается больше делимого, то „выравнивание порядков“ не происходит. Следующий этап — собственно

деление, выполняемое по схеме без восстановления остатка. После каждого вычитания (сложения) производится сдвиг остатка (регистр  $P_1$ ) влево на один разряд и одновременно сдвиг управляющего кода вправо на один разряд. Управляющий код используется для занесения единиц в соответствующие разряды частного (регистр  $P_2$ ).

Описанная методика деления реализована на машине ГИФТИ [3, 4].

Значительное сокращение времени деления можно получить, если после получения очень малого остатка в результате очередного вычитания произвести сдвиг остатка и управляющего кода сразу на несколько разрядов.

Для реализации метода, основанного на этих соображениях, предлагается схема, изображенная на рис. 1.

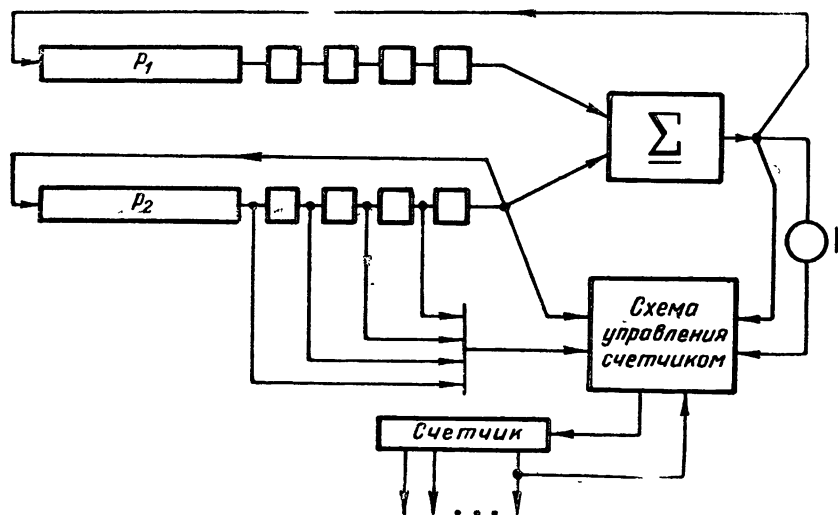


Рис. 1.

Счетчик определяет, на сколько разрядов следует произвести сдвиг после очередного вычитания. Емкость счетчика не должна превышать величины максимального возможного сдвига. Схема управления счетчиком реализует следующие правила.

1) Каждая единица инвертированного остатка прибавляет к счетчику единицу, если разрешено прибавление.

2) Каждая единица остатка сбрасывает счетчик и разрешает прибавление к нему.

3) Каждая единица делителя запрещает прибавление к счетчику при условии, что среди всех последующих разрядов делителя, просматриваемых на выходах предшествующих динамических триггеров, нет ни одной единицы.

4) После заполнения счетчика прибавление запрещается.

Разряды остатка, сбрасывающие счетчик и разрешающие прибавление к нему, следует подавать на схему управления счетчиком несколько задержанными.

В случае, если производится деление со сдвигом делителя, в приведенных правилах следует заменить роль разрядов остатка разрядами делителя, а разрядов делителя — разрядами остатка. Соответствующим образом меняется и схема.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Э. И. Клямко, Г. Д. Монахов, Приборостроение, 2, 9 (1957).
2. М. А. Карцев, Арифметические устройства электронных цифровых машин, изд физ.-мат. лит., М., 151, 1958.
3. А. М. Гончаров, А. С. Тарантович, Изв. высш. уч. зав.—Радиофизика, 1, 2, 156 (1958).
4. М. Я. Эйнгорин, Конференция Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения, секция универсальных цифровых машин, ч. 1, ВИНТИ, М., 1956.

Исследовательский физико-технический институт  
при Горьковском университете

Поступила в редакцию  
2 января 1959 г.