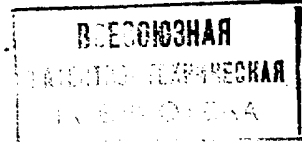




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГНТ СССР



# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4319683/24-24  
(22) 19.10.87  
(46) 15.04.89. Бюл. № 14  
(71) Новороссийское высшее инженерное морское училище  
(72) В.В.Владимиров  
(53) 681.325(088.8)  
(58) Авторское свидетельство СССР № 1361546, кл. G 06 F 7/544, 1986.  
Авторское свидетельство СССР № 1403062, кл. G 06 F 7/544, 1986.  
(54) УСТРОЙСТВО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ  
(57) Изобретение относится к цифровой вычислительной технике и может быть использовано в качестве периферийного процессора, в котором выпол-

няется операция вращения вектора, а вспомогательные вычисления выполняются в центральной ЭВМ. Цель изобретения - расширение класса решаемых задач за счет возможности произвольного задания результирующей оси вращения вектора. Для этого в устройство введены три регистра и шесть блоков умножения. При этом обеспечивается одновременное вращение вектора вокруг трех осей, причем шаги вращения вокруг каждой из осей различны. В результате достигается эффективное решение задач, описываемых математическим аппаратом кватернионов. 2 ил.

1  
Изобретение относится к цифровой вычислительной технике и может быть использовано в качестве периферийного процессора.

Цель изобретения - расширение класса решаемых задач за счет возможности произвольного задания результирующей оси вращения вектора.

На фиг. 1 представлена функциональная схема устройства; на фиг. 2 - вариант выполнения блока управления.

Устройство содержит регистры 1-6, сумматоры-вычитатели 7-12, блоки 13-18 умножения, дешифратор 19, счетчик 20, блок 21 управления, входы 22-

2  
24 задания координат устройства, входы 25-27 задания шагов вращения по соответствующим углам устройства, вход 28 задания угла устройства, вход 29 знака направления вращения, вход 30 запуска устройства, выходы 31-33 координат устройства, выход 34 сигнала окончания преобразования.

Блок 21 управления содержит триггеры 35-37 знака направляющих косинусов, элемент НЕ 38, элементы И 39-47.

Устройство работает по следующему алгоритму.

Кватернионное преобразование

$$\begin{aligned} X' &= X \cos \theta + \alpha(1 - \cos \theta) (\alpha X + \beta Y + \gamma Z) + (\beta Z - \gamma Y) \sin \theta, \\ Y' &= Y \cos \theta + \beta(1 - \cos \theta) (\alpha X + \beta Y + \gamma Z) + (\gamma X - \alpha Z) \sin \theta, \\ Z' &= Z \cos \theta + \gamma(1 - \cos \theta) (\alpha X + \beta Y + \gamma Z) + (\alpha Y - \beta X) \sin \theta \end{aligned} \quad (1)$$

выполняется путем вращения вектора  $R = (X, Y, Z)$  в соответствии с алгоритмом

$$\begin{aligned} X_{i+1} &= X_i + \lambda_\gamma Y_i \Delta\gamma - \lambda_\beta Z_i \Delta\beta, \\ Y_{i+1} &= Y_i - \lambda_\gamma X_i \Delta\gamma + \lambda_\alpha Z_i \Delta\alpha, \\ Z_{i+1} &= Z_i + \lambda_\beta X_i \Delta\beta - \lambda_\alpha Y_i \Delta\alpha, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $X', Y', Z'$  — координаты вектора  $X, Y, Z$ , развернутого

$$\Delta\alpha = 2^{-m} \alpha, \quad \Delta\beta = 2^{-m} \beta, \quad \Delta\gamma = 2^{-m} \gamma, \quad (3)$$

$$\lambda_\alpha = \text{sign} \alpha, \quad \lambda_\beta = \text{sign} \beta, \quad \lambda_\gamma = \text{sign} \gamma. \quad (4)$$

Вращение выполняется в блоке поворота вектора, образованном регистрами 1-6, сумматорами-вычитателями 7-12 и блоками 13-18 умножения. Отработка угла  $\theta$  осуществляется по алгоритму

$$\theta_{i+1} = \theta_i - 2^{-m}. \quad (5)$$

Устройство работает следующим образом.

Перед началом вычислений в регистры 1-3 заносятся координаты  $X, Y, Z$ , являющиеся начальными данными для алгоритма (2), в регистры — шаги вращения  $\Delta\alpha, \Delta\beta, \Delta\gamma$ , в счетчик 20 — угол  $\theta$  и в блок 21 управления (по входу 29) — знаки направляющих косинусов оси вращения (4). Информация по входам 22-29 сопровождается соответствующими стробами.

По сигналу начала вычислений, поступающему по входу 30, в блоке 21 управления вырабатываются сигналы синхронизации регистров 1-3, по которым производится запись очередных приближений  $X_{i+1}, Y_{i+1}, Z_{i+1}$ , и сигналы управления режимами работы сумматоров-вычитателей 7-12  $\lambda_\alpha, \lambda_\beta, \lambda_\gamma$ . В блоках 13-18 умножения вычисляются частичные произведения  $Y_i \Delta\gamma, X_i \Delta\gamma, X_i \Delta\beta, Z_i \Delta\beta, Z_i \Delta\alpha, Y_i \Delta\alpha$  соответственно. На сумматоре-вычитателе 7 вычисляется величина  $S_{i+1} = X_i + \lambda_\gamma Y_i \Delta\gamma$ , а на сумматоре-вычитателе 10 — координата  $X_{i+1} = S_{i+1} - \lambda_\beta Z_i \Delta\beta$ , записываемая в регистр 1. Аналогичным образом на сумматорах-вычитателях 8, 11 и 9, 12 вычисляются координаты  $Y_{i+1}$  и  $Z_{i+1}$ , записываемые в регистры 2 и 3 соответ-

вокруг оси вращения на угол  $\theta$ ;

$\alpha, \beta, \gamma$  —

компоненты единичного вектора, задающего ось вращения так, что  $\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$ .

В алгоритме (2) шаги вращения вокруг осей прямоугольной системы координат равны

1  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
венно. В каждой итерации в блоке 21 управления вырабатывается импульс, соответствующий угловому кванту  $2^{-m}$  и поступающий на вход счетчика 20, по которому вычисляется очередное приближение угла (5). После отработки угла ( $\theta_{i+1} = 0$ ) срабатывает дешифратор 19, по сигналу которого прекращается выработка счетных импульсов  $2^{-m}$ , операторов  $\lambda_\alpha, \lambda_\beta, \lambda_\gamma$ , сигналов синхронизации регистров 1-3 и на входе 34 выставляется сигнал окончания преобразования. Вычисления заканчиваются. Координаты развернутого вектора  $X' = X_{i+1}, Y' = Y_{i+1}, Z' = Z_{i+1}$  выдаются по выходам 31-33.

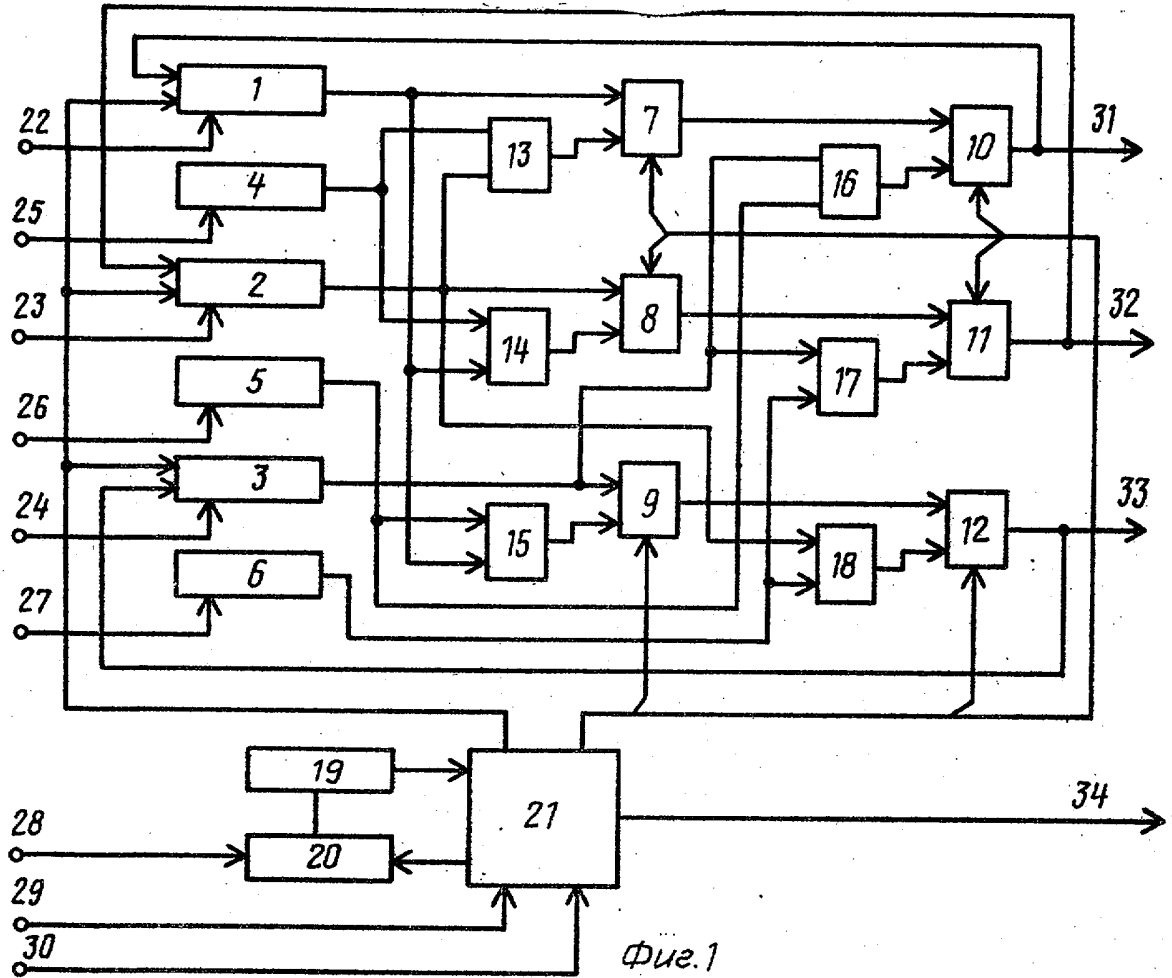
Блок 21 управления может быть выполнен по схеме, приведенной на фиг. 2. Перед началом вычислений в триггеры 35-37 записываются (по входу 29) знаки направления вращения. На вход элемента НЕ 38 подается сигнал с дешифратора 19, который появляется при нулевом содержимом счетчика 20, т.е. после окончания разворота вектора. При отсутствии этого сигнала выходом элемента НЕ 38 подготавливается элемент И 45, по второму входу которого (по входу 30) поступает сигнал начала вычислений, По этому сигналу открывается элемент И 45 и на элементах И 39, 40 вырабатываются сигналы  $\pm\lambda_\alpha$ , на элементах И 43, 44 —  $\pm\lambda_\beta$ , на элементах И 45, 46 —  $\pm\lambda_\gamma$ . Эти сигналы вырабатываются в соответствии с выражениями (4) и являются сигналами задания режимов работы сумматоров-вычитателей 7-12 (третий выход блока 21 управления). Одновременно на

элементе И 46 вырабатываются сигналы синхронизации регистров 1-3 (второй выход блока 21 управления) и счетные импульсы  $2^{-m}$  (первый выход блока 21 управления). На вторые входы элементов И 46, 47 (по входу 30) подаются импульсы, соответствующие моментам записи координат  $X_{i+1}$ ,  $Y_{i+1}$ ,  $Z_{i+1}$  в регистры 1-3 и переключения счетчика 20. После окончания вычислений сигналом 34 должен сниматься сигнал начала вычислений, поступающий по входу 30 на элемент И 45.

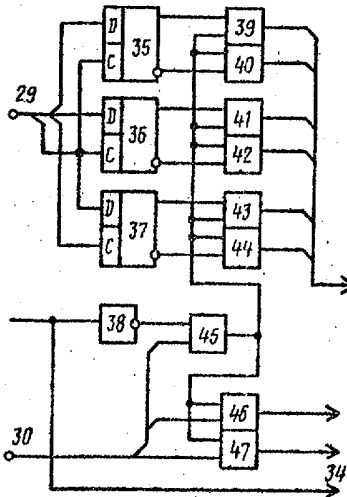
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство преобразования координат, содержащее с первого по третий регистры, дешифратор, блок управления, счетчик и с первого по шестой сумматоры-вычитатели, причем выходы первого, второго и третьего регистров соединены с входами первых операндов соответственно первого, второго и третьего сумматоров-вычитателей, выходы которых соединены с входами первых операндов соответственно четвертого, пятого и шестого сумматоров-вычитателей, выходы которых являются выходами координат устройства и подключены к первым входам соответственно первого, второго и третьего регистров, вторые входы которых являются входами задания координат устройства, вход задания угла которого подключен к информационному входу счетчика, первый и второй входы блока управления соединены с входами соответственно знака направ-

ления вращения и запуска устройства, а третий вход - с выходом дешифратора, вход которого соединен с выходом счетчика, вход которого соединен с первым выходом блока управления, второй и третий выходы которого подключены к входам синхронизации первого, второго и третьего регистров и входам задания режимов сумматоров-вычитателей соответственно, а четвертый выход блока управления является выходом сигнала окончания преобразования устройства, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью расширения класса решаемых задач путем обеспечения возможности произвольного задания результирующей оси вращения вектора, в него введены с четвертого по шестой регистры и шесть блоков умножения, выходы которых соединены с входами вторых операндов одноименных сумматоров-вычитателей, выход четвертого регистра подключен к первым входам первого и второго блоков умножения, выход пятого регистра соединен с первыми входами третьего и четвертого блоков умножения, выход шестого регистра - с первыми входами пятого и шестого блоков умножения, выходы первого, второго и третьего регистров подключены соответственно к объединенным попарно вторым входам второго и третьего, первого и шестого, четвертого и пятого блоков умножения, входы четвертого, пятого и шестого регистров соединены с входами задания шагов вращения по соответствующим углам устройства.



Фиг. 1



Фиг. 2

Составитель В. Владимиров

Редактор И. Рыбченко

Техред М. Дидык

Корректор Л. Пилипенко

Заказ 1712/48

Тираж 667

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101