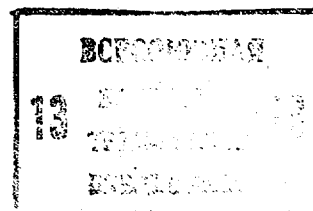




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3508119/24-24

(22) 13.09.82

(46) 23.05.85. Бюл. № 19

(72) А.А.Шостак

(71) Минский радиотехнический институт

(53) 681.325.5(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР № 729587, кл. G 06 F 7/52, 1977.

2. Авторское свидетельство СССР № 1035600, кл. G 06 F 7/52, 1981.

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УМНОЖЕНИЯ, содержащее регистры множимого, множителя и произведения, блок формирования частичных произведений, блок двоичного суммирования, блок десятичного суммирования и блок коррекции, причем выходы разрядов регистра множителя подключены к входам первой группы блока формирования частичных произведений, выходы которого подключены к входам блока двоичного суммирования, выходы блока коррекции подключены к первой группе входов блока десятичного суммирования, выходы которого соединены с входами регистра произведения, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью сокращения количества оборудования, устройство содержит блок формирования кратных множимого и блок суммирования тетрадных переносов, блок формирования частичных произведений содержит группы элементов И, блок суммирования тетрадных переносов содержит узлы суммирования тетрадных переносов, блок коррекции содержит узлы умножения на шесть в десятичном коде, блок десятичного суммирования содержит три десятичных сумматора, причем выходы регистра множимого подключены к входам блока формирования кратных

множимого, первые входы элементов И каждой группы блока формирования частичных произведений подключены к соответствующему входу первой группы этого блока, вторые входы элементов И блока формирования частичных произведений $(i+4k)$ -й группы $(i=1,2,3,4; k=0,1,\dots,m; m$ - количество тетрад разрядов множимого и множителя) соединены с соответствующими входами $(i+1)$ -й группы блока формирования частичных произведений, входы групп с второй по пятую блока формирования частичных произведений соединены соответственно с выходами групп с первой по четвертую блока формирования кратных множимого, выходы элементов И групп блока формирования частичных произведений соединены с входами блока двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов, выходы тетрадных переносов блока двоичного суммирования подключены в соответствии со значениями весов разрядов к входам соответствующих узлов суммирования тетрадных переносов, выходы которых подключены к входам соответствующих узлов умножения на шесть в десятичном коде, выходы которых в соответствии со значениями весов разрядов подключены к входам разрядов первого десятичного сумматора, первая группа входов второго десятичного сумматора соединена с выходами суммы блока двоичного суммирования, а вторая группа входов - с шиной значения "0" устройства, входы третьего десятичного сумматора подключены к выходам соответственно первого и второго десятичных сумматоров, а выходы являются выходами блока десятичного суммирования.

089
SU 011
1157542
A

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано для быстрого умножения десятичных чисел, а также при разработке универсальных быстродействующих устройств умножения двоичных и десятичных чисел.

Целью изобретения является сокращение количества оборудования.

На фиг. 1 изображена структурная схема устройства; на фиг. 2 - функциональная схема блока формирования кратных множимого; на фиг. 3 - функциональная схема блока формирования частичных произведений при $m=2$; на фиг. 4 - функциональная схема блока суммирования тетрадных переносов при $m=2$; на фиг. 5 - функциональная схема блока коррекции при $m=2$; на фиг. 6 - функциональная схема блока десятичного суммирования при $m=2$.

Устройство содержит регистры 1-3 соответственно множимого, множителя и произведения, блок 4 формирования кратных множимого, блок 5 формирования частичных произведений, блок 6 двоичного суммирования, блок 7 суммирования тетрадных переносов, содержащий узлы $8_1 - 8_{2m-1}$ суммирования тетрадных переносов, блок 9 коррекции, содержащий узлы $10_1 - 10_{2m-1}$ умножения на шесть в десятичном коде, блок 11 десятичного суммирования. Выходы 12 разрядов регистра 2 множителя подключены к входам первой группы блока 5 формирования частичных произведений, выходы 13 разрядов регистра 1 подключены к входам блока 4, входы групп с второй по пятую блока 5 соединены соответственно с выходами $14_1 - 14_4$ групп с первой по четвертую блока 4 формирования кратных множимого, выходы $15_1 - 15_{4m}$ блока 5 формирования частичных произведений подключены к входам блока двоичного суммирования, выходы $16_1 - 16_{2m-1}$ тетрадных переносов которого подключены в соответствии со значениями весов разрядов к входам соответствующих узлов $8_1 - 8_{2m-1}$ суммирования блока 7 суммирования тетрадных переносов, выходы $17_1 - 17_{2m}$ тетрадных сумм блока 6 соединены с группой входов блока 11, выходы $18_1 - 18_{2m-1}$ узлов $8_1 - 8_{2m-1}$ блока 7 суммирования тетрадных переносов подключены к входам соответствующих узлов $10_1 - 10_{2m-1}$ умножения на шесть

в десятичном коде блока 9 коррекции, выходы $19_1 - 19_{2m-1}$ узлов $10_1 - 10_{2m-1}$ умножения на шесть в десятичном коде блока 9 коррекции подключены к группе входов блока 11 десятичного суммирования, выходы $20_1 - 20_{2m}$ блока 11 десятичного суммирования соединены с входами регистра 3 результата.

Блок 4 предназначен для формирования двухкратного, четырехкратного и восьмикратного множимых. Получение этих кратных в двоичной системе счисления не вызывает никакого труда и все они могут быть образованы простым сдвигом информации соответственно на один, два и три двоичных разряда в сторону старших разрядов. Что же касается десятичной системы счисления, то при формировании указанных кратных по методу сдвига здесь возникают определенные трудности, такие как организация десятичных переносов в более старшие разряды и коррекция результата. На фиг. 2 показан один из возможных вариантов реализации блока 4 формирования кратных множимого, в основу которого взята операция удвоения. В двоичной системе счисления удвоение может быть выполнено с помощью сдвига каждой двоичной цифры в соседний старший разряд. В десятичной системе счисления при использовании кода 8421 может быть применена такая же процедура сдвига, за исключением того, что, если удвоенная цифра равна или больше десяти, то, как и при сложении двух десятичных цифр, необходимо сформировать десятичный перенос и выполнить коррекцию путем добавления "+6". Удвоение десятичного числа можно осуществить и несколькими другими способами. Блок 4 формирования кратных множимого содержит (фиг. 2) узлы $21_1 - 21_3$ удвоения. На выходе 14_2 узла 21_1 удвоения формируется двухкратное множимое, на выходе 14_3 узла 21_2 удвоения - четырехкратное множимое и на выходе 14_4 узла 21_3 удвоения - восьмикратное множимое. Таким образом, в блоке 4 кратные формируются посредством многократного выполнения в узлах $21_1 - 21_3$ операции удвоения над исходной информацией. Так, например, восьмикратное множимое формируется в результате последовательного выполнения трех операций удвое-

ния на первом 21_1 , втором 21_2 и третьем 21_3 узлах удвоения.

Блок 5 предназначен для формирования частичных произведений и содержит 4_m групп двухвходовых элементов И. На выходах элементов И одной группы образуется одно частичное произведение, а всего в блоке 5 образуется 4_m частичных произведений. На фиг. 3 изображена функциональная схема блока 5 при $m=2$. Первые входы элементов И 22 каждой группы блока 5 подключены к соответствующему входу его первой группы входов (с выходов 12_1 регистра 2 поступает в блок 5 через его первую группу входов значение младшей тетрады множителя, а с выходов 12_2 регистра 2 подается через эту же группу входов значение старшей тетрады), вторые входы элементов И 22 первой и пятой групп блока 5 подключены к соответствующему входу его второй группы входов, на которую подается значение однократного множимого с выходов 14_1 блока 4, вторые входы элементов И 22 второй и шестой групп блока 5 подключены к соответствующему входу его третьей группы входов, на которую поступает значение двухкратного множимого с выходов 14_2 блока 4, вторые входы элементов И 22 третьей и седьмой групп блока 5 подключены к соответствующему входу его четвертой группы входов, на которую подается значение четырехкратного множимого с выходов 14_3 блока 4, вторые входы элементов И 22 четвертой и восьмой групп блока 5 подключены к соответствующему входу его пятой группы входов, на которую поступает значение восьмикратного множимого с выходов 14_4 блока 4. На выходах $15_1 - 15_8$ групп элементов И 22 с первой по восьмую соответственно образуются восемь частичных произведений, которые далее поступают на входы блока 6 двоичного суммирования в соответствии со значениями весов их разрядов.

Блок 6 двоичного суммирования предназначен для параллельного, по возможности, суммирования частичных произведений, сформированных в блоке 5 и поступающих на входы блока 6 в соответствии со значениями весов их разрядов. На выходах $17_1 - 17_{2m}$ блока 6 формируется 2_m тетрад

двоичной суммы в однорядном коде, а на выходы $16_1 - 16_{2m-1}$ из блока 6 поступают тетрадные переносы. Например, на выход 16_1 подаются только все те переносы, которые образуются в первой наименее значимой тетраде блока 6 при суммировании в нем частичных произведений и которые должны поступить и поступают в его соседнюю более старшую тетраду для правильного формирования двоичной суммы на выходах $17_1 - 17_{2m}$. Переносы же, которые возникают в первой тетраде блока 6 и в ней же используются на его выход 16_1 , не должны подаваться. Тетрадные переносы, значения которых поступают на выходы $16_1 - 16_{2m-1}$ блока 6, могут быть как одноразрядными двоичными числами, так и многоразрядными. Последнее имеет место при использовании в блоке 6 двоичного суммирования многовходовых параллельных счетчиков.

Блок 7 суммирования тетрадных переносов (фиг. 1) содержит узлы $8_1 - 8_{2m-1}$ суммирования, каждый из которых осуществляет двоичное суммирование переносов, возникающих только в одной тетраде блока 6. Например, узел 8_m производит суммирование только тех переносов, которые образуются в m -й тетраде блока 6 суммирования и обязательно передаются в его $(m+1)$ -ую или еще в более старшие тетрады. В принципе узлы $8_1 - 8_{2m-1}$ могут осуществлять, если это целесообразно, и десятичное суммирование с формированием на своих выходах $18_1 - 18_{2-1}$ результатов в десятичном коде. Однако в дальнейшем предлагается, что узлы $8_1 - 8_{2m-1}$ осуществляют двоичное суммирование и формируют на своих выходах результаты в двоичном коде. На фиг. 4 в качестве примера приведена функциональная схема блока 7 при $m=2$ и в предположении, что суммирование в блоке 6 осуществляется с помощью одноразрядных двоичных сумматоров с сохранением переносов, образующих древовидную структуру. Анализ этой структуры и возможных значений сомножителей показывает, что на входы первого узла 8_1 с выходов 16_1 блока 6 двоичного суммирования не может одновременно поступить больше одного тетрадного переноса, на входы второго узла 8_2 с выходов 16_2 блока 6 - не больше трех, на входы третьего узла 8_3 с выходов 16_3

блока 6 -- не больше двух тетрадных переносов. Узлы 8_1-8_3 на фиг. 4 построены с использованием одnorазрядных двоичных сумматоров 23_1-23_5 и логических элементов ИЛИ 24_1-24_3 . Учитывая невозможность одновременного присутствия некоторых тетрадных переносов на входах узлов 8_2 и 8_3 , последние могут быть в определенных случаях упрощены. Следует отметить, что все узлы 8_1-8_{2m-1} блока 7 суммирования тетрадных переносов могут быть построены на основе быстродействующих ПЗУ по соответствующим таблицам истинности.

Блок 9 предназначен для формирования по значениям сумм тетрадных переносов, полученных на выходах 18_1-18_{2m-1} блока 7 коррекции результата, образовавшегося на выходах 17_1-17_{2m} блока 6 двоичного суммирования. Он содержит (фиг. 1) узлы 10_1-10_{2m-1} умножения на шесть, формирующие на своих выходах 19_1-19_{2m-1} произведения в десятичном коде. Такой принцип формирования коррекции объясняется тем, что при двоичном суммировании в блоке 6 десятичных частичных произведений для получения правильного результата необходимо всякий раз, когда возникает перенос из тетрады, корректировать эту тетраду путем добавления к ней числа "6". С целью же увеличения быстродействия и сокращения количества оборудования это добавление числа "6" в блоке 6 двоичного суммирования не производится. Вместо этого в блоке 7 суммирования тетрадных переносов для каждой весовой позиции блока 6 подсчитывается число тетрадных переносов, по значению которого в блоке 9 формируется правильная коррекция. Если на выходах 18_1-18_{2m-1} блока 7 образуются результаты в двоичном коде, то в узлах 10_1-10_{2m-1} блока 9 осуществляется двоичное умножение с последующим преобразованием получившихся произведений в десятичный код, если же на выходах 18_1-18_{2m-1} блока 7 формируются результаты в десятичном коде, то узлы 10_1-10_{2m-1} блока 9 производят десятичное умножение с получением произведений сразу в десятичном коде. Узлы 10_1-10_{2m-1} умножения на шесть могут быть реализованы, в частности, с помощью быстродействующих ПЗУ по соответству-

ющим таблицам истинности. В этом случае отпадает необходимость преобразования двоичных кодов произведений в десятичные коды, так как все произведения могут быть предварительно записаны в ПЗУ в десятичном коде. В рассматриваемом случае необходимость в узле 10_1 умножения блока 9 фактически отпадает, так как на выходах 18_1 узла 8_1 не может образоваться число большее единицы. Узел же 10_2 умножения должен формировать на своем выходе 19_2 следующие десятичные результаты: "00" -- если на выходах 18_2 блока 7 присутствует ноль, "06" -- если на выходах 18_2 блока 7 сформирована единица, "12" -- если на выходах 18_2 блока 7 присутствует число "2" и "18" -- если на выходах 18_2 блока 7 присутствует число "3". Подобным образом, работает и узел 10_3 умножения на шесть блока 9 коррекции. На фиг. 5 изображена функциональная схема блока 9 при $m=2$. Второй узел 10_2 блока 9 содержит двухвходовой дешифратор 25 и элементы ИЛИ 26_1 и 26_2 , третий узел 10_3 блока 9 содержит элемент ИЛИ 26_3 .

В блоке 11 десятичного суммирования фиксируется окончательный результат умножения в устройстве m -разрядных десятичных чисел. Он содержит (фиг. 6) десятичные сумматоры 27_1-27_3 (на фиг. 6 разрядность сумматоров 27_1-27_3 и подключение их входных выходов показаны для $m=2$). В первом сумматоре 27_1 выполняется быстрое суммирование десятичных результатов, сформированных на выходах 19_1-19_{2m-1} блока 9 коррекции. Структура этого сумматора зависит от разрядности умножаемых в устройстве чисел. Так, при $m=2$ первый десятичный сумматор 27_1 может быть исключен (на фиг. 6 он показан штриховой линией), так как результаты, сформированные на выходах 19_1-19_3 блока, могут быть просто объединены без подсуммирования. При значениях $3 < m < 9$ этот сумматор двухвходовой, а при $m > 9$ он должен осуществлять суммирование трех десятичных чисел. Необходимость в суммировании более трех десятичных чисел в сумматоре 27_1 во всех практических случаях отсутствует. На десятичном сумматоре 27_2 преобразуется сумма, полученная на выходах 17_1-17_{2m} блока 6 двоичного суммирования, путем ее потетрадного сложения,

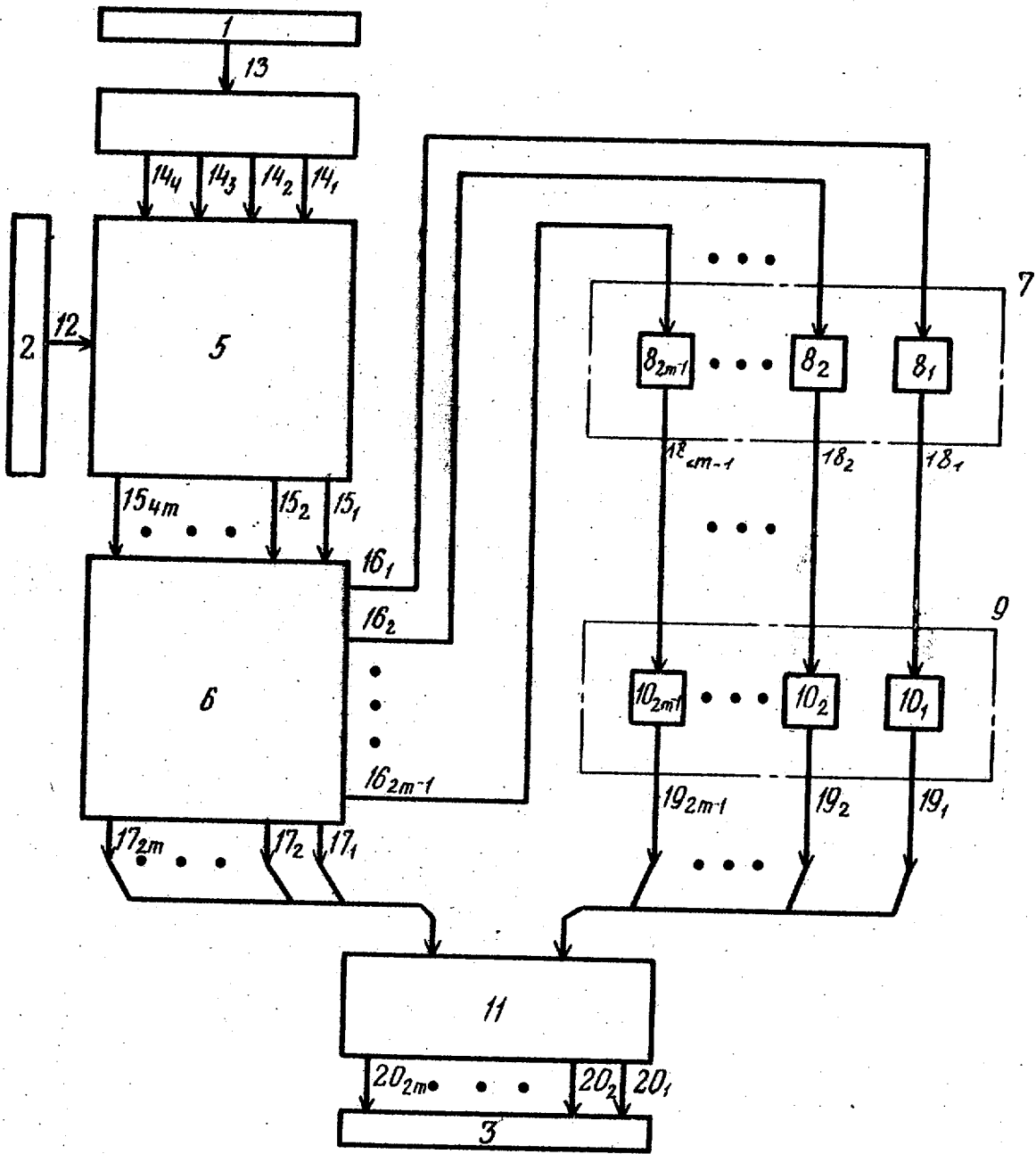
ния с нулями. После этого во всех тетрадах этой суммы будут цифры, не превышающие значения девяти, так как из тетрад, значения которых были больше девяти, в сумматоре 27_2 образуются десятичные переносы и осуществляется коррекция этих тетрад. Ввиду того, что в десятичном сумматоре 27_2 все время выполняется суммирование числа с нулем, то он может быть существенно упрощен. Десятичный сумматор 27_3 выполняет суммирование результатов десятичных сумматоров 27_1 и 27_2 . На выходах 20_1-20_2 десятичного сумматора 27_3 образуется окончательное произведение. Блок 11 десятичного суммирования может быть выполнен и несколькими другим способом, например на основании десятичных сумматоров с запоминанием переносов и одного сумматора с распространением переносов.

Устройство работает следующим образом.

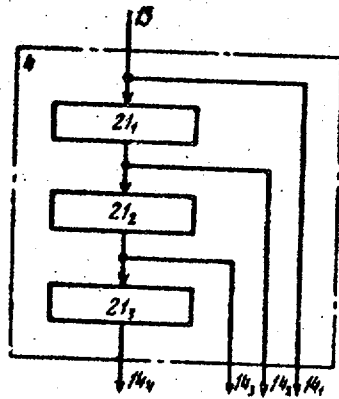
Одновременно либо последовательно во времени в регистры 1 и 2 соответственно множимого и множителя загружаются m -разрядные десятичные сомножители. После загрузки множимого в регистр 1 в блоке 4 формируются кратные множимого, которые с его выходов 14_1-14_4 поступают на соответствующие группы входов блока 5, в котором образуется 4_m частичных произведений в десятичном коде. С выходов 15_1-15_{4m} блока 5 частичные произведения поступают с учетом весов их разрядов на соответствующие входы блока 6, в котором осуществляется быстрое суммирование десятичных частичных произведений как двоичных

чисел, и, по возможности, параллельно в блоке 7 формируются суммы тетрадных переносов, по которым в дальнейшем в блоке 9 образуется коррекция. В блоке 11 десятичного суммирования формируется результат сложения суммы, полученной на выходах 17_1-17_{2m} блока 6 двоичного суммирования, с коррекцией блока 9, который далее записывается с выходов 20_1-20_{2m} блока 11 в регистр 3 произведения.

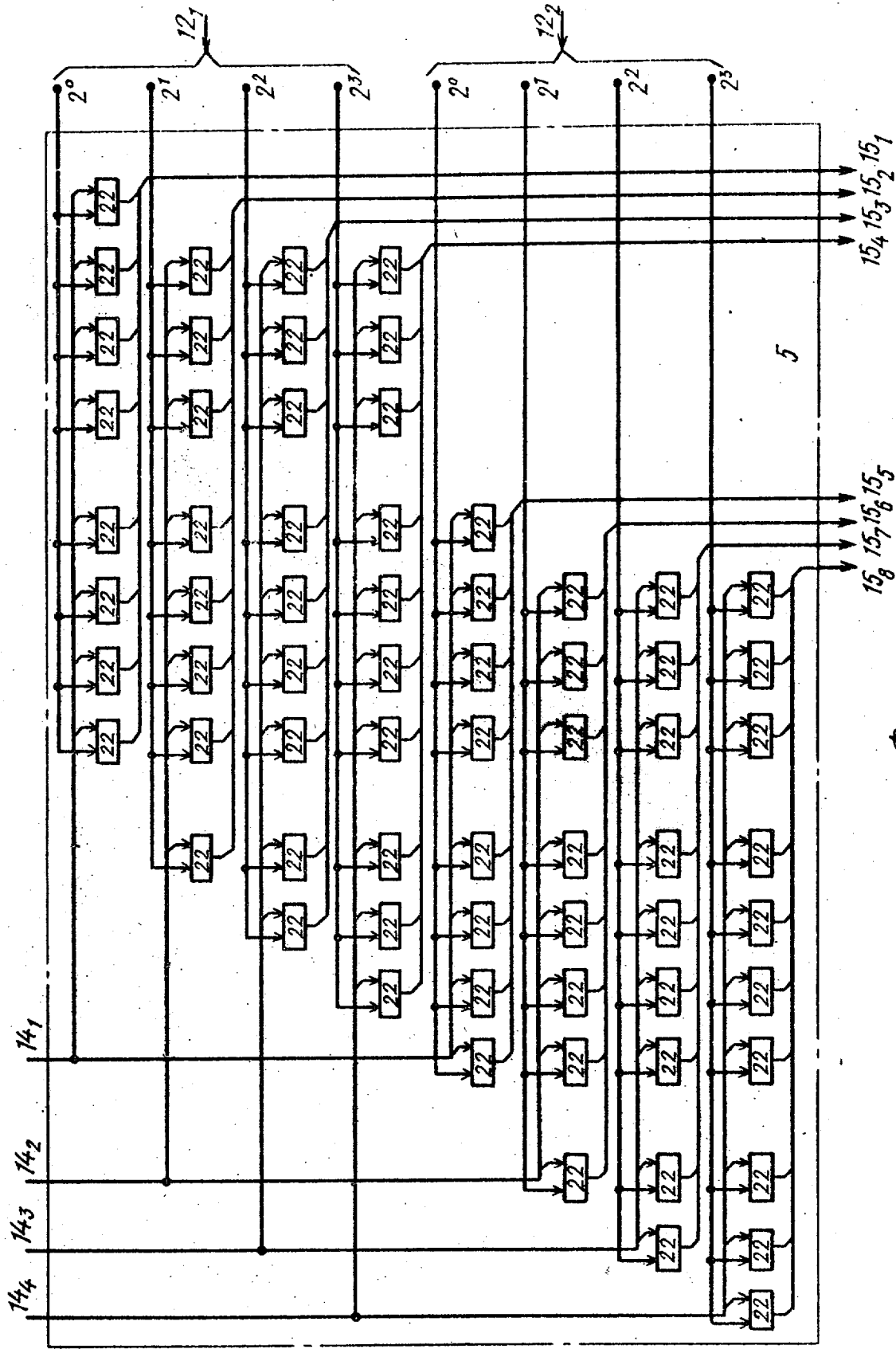
Предлагаемое устройство для умножения может быть эффективно использовано при разработке универсального устройства умножения двоичных и десятичных чисел. Для этого в блоке 4 кратных необходимо формировать наряду с десятичными и двоичные кратные множимого, которые могут быть получены простым сдвигом информации соответственно на один, два и три двоичных разряда влево, а также предусмотреть возможность записи результатов в регистр 3 произведения как с выходов 20_1-20_{2m} блока 11 десятичного суммирования, так и с выходов 17_1-17_{2m} блока 6 двоичного суммирования. Объем дополнительного оборудования, необходимого для построения на базе данного устройства универсального устройства для умножения двоичных и десятичных чисел, совсем незначителен, а умножение двоичных чисел в нем может быть осуществлено так же быстро, как это позволяют известные в настоящее время самые совершенные методы и средства, так как предлагаемый метод умножения десятичных чисел не требует изменения схемной структуры блока 6 двоичного суммирования.



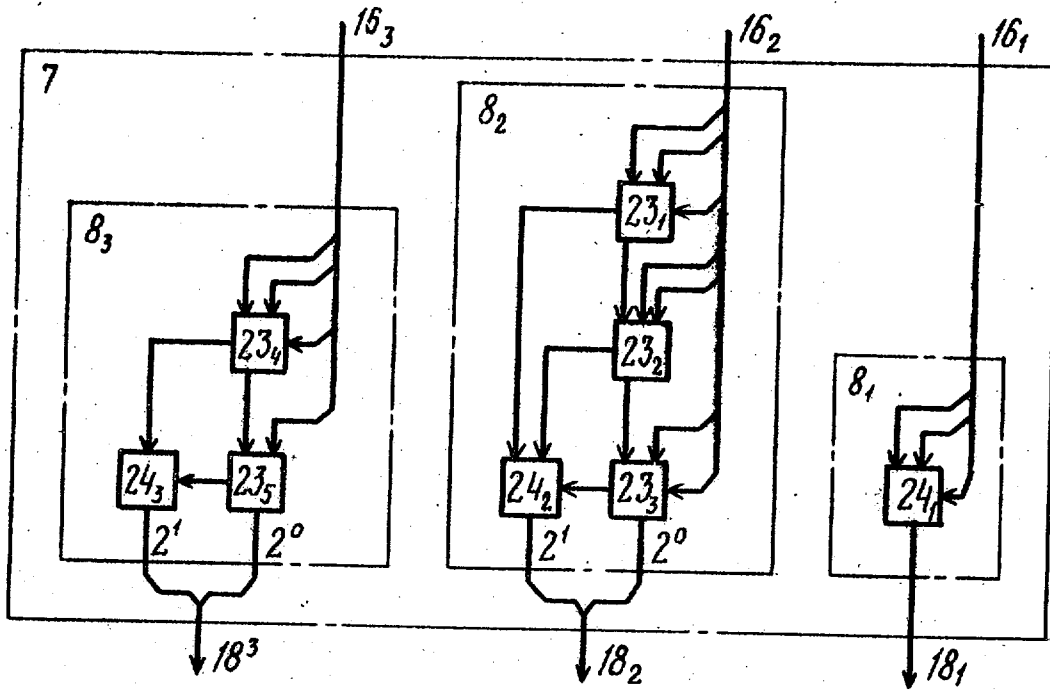
Фиг. 1



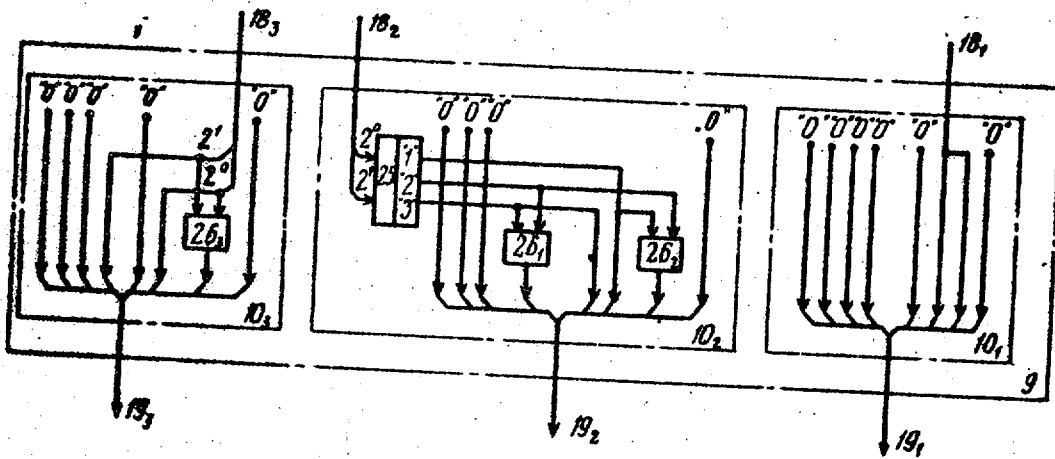
Фиг. 2



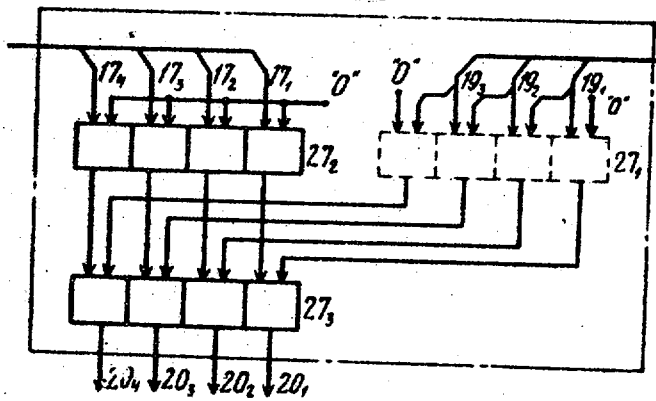
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6