



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е И З О Б Р Е Т Е Н И Я

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 974404

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 26.05.81 (21) 3291322/18-10

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.11.82. Бюллетень № 42

Дата опубликования описания 15.11.82

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 10 4 1/00

(53) УДК 634.

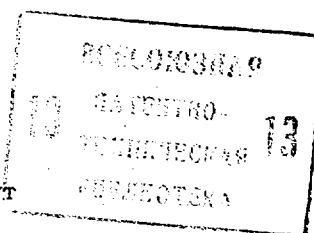
.782(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А. С. Рылов и В. П. Баранов

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) ЦИФРОВОЙ СИНТЕЗАТОР РЕЧИ

Изобретение относится к анализу и синтезу речи и может быть использовано в различных областях народного хозяйства в качестве устройства для отображения информации в виде речевых сообщений.

Известен синтезатор речи, содержащий адаптивный рекурсивный фильтр, линейный предиктор, сумматор, фильтр низкой частоты, генератор тока, генератор шума, микшер, усилитель, конвертор, память для хранения коэффициентов [1].

Однако это устройство обладает малым быстродействием, а аппаратурная реализация его сложна.

Известен также синтезатор, содержащий постоянное запоминающее устройство словаря, постоянное запоминающее устройство первичных параметров, цифровой фильтр, выходной блок, блок управления, генератор основного тона и динамик [2].

Однако в этом синтезаторе используется цифровой фильтр с передаточной функцией, требующей выполнения двух операций умножения, что усложняет его

реализацию. Кроме того, для синтеза любого речевого сегмента обязательно должна храниться какая-то информация, т.е. не учитывается наличие сегментов равных артикуляций, что в конечном счете приводит к увеличению необходимого объема памяти. Использование постоянного кадра приводит к ухудшению качества синтезированной речи.

Цель изобретения - уменьшение объема памяти цифрового синтезатора речи, улучшение качества синтезированной речи и упрощение его конструкции.

Поставленная цель достигается тем, что в цифровой синтезатор, содержащий последовательно соединенные постоянное запоминающее устройство словаря, постоянное запоминающее устройство первичных параметров, цифровой фильтр, выходной блок, динамик, а также генератор основного тона и генератор шума, введен блок регенерации параметров, состоящий из последовательно соединенных счетчика регенерации, первой

схемы И, триггера и второй схемы И, выход которой соединен с первым входом счетчика регенерации, второй вход которого подключен к выходу третьей схемы И, а первый и второй входы последней подключены ко второму выходу триггера и ко второму входу второй схемы И соответственно, кроме того, выход первой схемы И соединен с первым входом оперативного запоминающего устройства, второй и третий информационные входы которого подключены ко второму выходу постоянного запоминающего устройства словаря и к выходу постоянного запоминающего устройства первичных параметров соответственно, а первый, второй и третий выходы оперативного запоминающего устройства соединены со вторым и третьим входами генератора основного тона и с информационным входом цифрового фильтра соответственно, кроме того, третий и четвертый входы счетчика регенерации, второй вход первой схемы И, четвертый вход оперативного запоминающего устройства, второй вход триггера и второй вход третьей схемы И подключены к управляющим выходам блока управления, первый вход которого соединен с третьим выходом постоянного запоминающего устройства словаря, второй

дополнительный вход - со вторым выходом генератора основного тона, кроме того, второй и третий входы генератора основного тона соединены с первым и вторым дополнительными выходами блока регенерации параметров соответственно, а второй выход постоянного запоминающего устройства словаря подключен к первому входу блока регенерации параметров.

Кроме того, генератор основного тона содержит два счетчика, компаратор и три схемы совпадения, причем третий вход второго счетчика подключен к шине постоянного кода базовой величины кадра, а первый вход соединен с первым входом первого счетчика, выход которого соединен с первыми входами первой и второй схем совпадения, вторые входы которых подключены ко второму входу первого счетчика и к выходу компаратора соответственно, причем выход компаратора соединен со вторым входом второго счетчика, а выход последнего подключен к одному из входов компаратора, другой вход которого соединен с третьим входом первого счетчика, кроме того, выход компаратора подключен к одному из входов третьей схемы совпаде-

ния, второй вход которой соединен с выходом первой схемы совпадения.

Кроме того, цифровой фильтр содержит умножитель, сумматор, два регистра-задержки, схему сложения по модулю два, выходной регистр, схему ИЛИ, шину возбуждения и одиннадцать ключей, причем выход сумматора через седьмой ключ соединен с первым регистром-задержкой, а через третий ключ подключен к первому входу сумматора, выход умножителя через восьмой ключ соединен с первым входом сумматора и через девятый ключ - с выходным регистром, кроме того, выход сумматора через второй ключ подключен ко второму входу умножителя, а через десятый ключ, схему ИЛИ, второй вход которой подключен к шине возбуждения, через второй регистр-задержку и одиннадцатый ключ подключен ко второму входу сумматора, выход первого регистра-задержки через пятый ключ, а также через схему сложения по модулю два и шестой ключ подключен ко второму входу сумматора, причем первый вход умножителя соединен с оперативным запоминающим устройством синтезатора.

На фиг. 1 изображена структурная схема цифрового синтезатора речи; на фиг. 2 - схема генератора основного тона с формированием сигнала "Конец кадра"; на фиг. 3 - функциональная схема цифрового фильтра.

Синтезатор содержит постоянное запоминающее устройство словаря 1, постоянное запоминающее устройство первичных параметров 2, блок регенерации параметров 3, состоящий из счетчика регенерации 4, первой схемы И 5, триггера 6, второй схемы И 7, третьей схемы И 8 и оперативного запоминающего устройства 9, цифровой фильтр 10, выходной блок 11, динамик 12, блок управления 13, генератор основного тона 14, генератор шума 15.

Генератор основного тона 14 (фиг. 2) состоит из первого счетчика 16, второго счетчика 17, первой схемы совпадения 18, второй схемы совпадения 19, компаратора 20, третьей схемы совпадения 21.

В состав цифрового фильтра 10 (фиг. 3) входит умножитель 22, сумматор 23, первый регистр-задержка 24, второй регистр-задержка 25, схема сложения по модулю два 26, выходной регистр 27, схема ИЛИ 28, ключи 29-39 и шина возбуждения 40.

Работа устройства заключается в следующем.

Постоянное запоминающее устройство словаря 1 предназначено для хранения словаря синтезатора в виде промежуточных параметров. Весь объем памяти разделен на множество областей, в каждой из которых записано слово или целая фраза. Область содержит множество комплектов промежуточных параметров, которые считываются из нее через некоторый интервал времени, называемый в дальнейшем кадром, до тех пор, пока не считаются все комплекты параметров из данной области. Выбор области осуществляется кодом, поступающим на вход X постоянного запоминающего устройства словаря 1, а считывание комплектов промежуточных параметров из нее производится по сигналу от блока управления 13, подаваемому на первый вход постоянного запоминающего устройства словаря 1.

Комплект промежуточных параметров представляет собой многоразрядное двоичное число, отдельные разряды которого являются кодами промежуточных управляющих параметров синтезатора. В качестве промежуточных параметров могут использоваться обратные гиперболические функции К-параметров (коэффициентов отражения), либо какие-то другие преобразованные значения К-параметров. Преобразование позволяет существенно уменьшить объем памяти. Кроме того, в комплект входят еще два промежуточных параметра ( $\eta_{\text{об}}$ ,  $T_{\text{от}}$ ) и два первичных параметра ( $\eta$ ,  $\varphi$ ), непосредственно участвующие в синтезе речи. Параметры  $\eta_{\text{об}}$  и  $T_{\text{от}}$  несут информацию о коэффициенте усиления и периоде основного тона соответственно, а с помощью параметров  $\eta$  и  $\varphi$  определяется вид источника возбуждения синтезатора (тон-шум) и количество сегментов равных артикуляций (или число повторений синтеза данного кадра по одним и тем же параметрам) соответственно. При считывании комплекта промежуточных параметров параметр  $\eta$  со второго выхода постоянного запоминающего устройства словаря 1 пересылается сразу в блок регенерации параметров 3, а  $\varphi$  с третьего выхода постоянного запоминающего устройства словаря 1 в блок управления 13. Все остальные параметры пересылаются в постоянное запоминающее устройство первичных параметров 2.

В постоянном запоминающем устройстве первичных параметров 2 хранятся таблицы всех возможных значений первичных параметров, по которым непосредственно осуществляется синтез речи, а коды промежуточных параметров, поступающих из постоянного запоминающего устройства словаря 1, являются адресами для считывания первичных параметров. Первичные параметры считываются из постоянного запоминающего устройства первичных параметров 2 один за другим по командам из блока управления 13, поступающим на первый вход постоянного запоминающего устройства первичных параметров 2. Отметим, что первичными параметрами являются  $K_1, K_2, \dots, K_M, \phi, T_{\text{от}}$ . Коды первичных параметров поступают в блок регенерации параметров 3. В нем хранится весь комплект первичных параметров, кроме  $\varphi$ -параметров, на протяжении одного или  $\varphi$ -кадров.

Блок регенерации параметров работает следующим образом.

На второй вход счетчика регенерации 4 из блока управления 13 поступает импульс, который устанавливает счетчик регенерации 4 в нулевое состояние. При этом на первом входе первой схемы И 5 будет разрешающий потенциал. Затем блок управления 13 формирует  $M+3$  импульсов записи ( $M$  - порядок фильтра), которые поступают на второй вход первой схемы И 5, а затем на первые входы триггера 6 ("уст.1") и оперативного запоминающего устройства 9. На первом выходе триггера 6 устанавливается разрешающий потенциал, а на втором - разрешающий. В оперативном запоминающем устройстве 9 при этом по второму и третьему входам происходит запись значений первичных параметров из постоянного запоминающего устройства словаря 1 и из постоянного запоминающего устройства первичных параметров 2. Код адреса параметра формируется блоком управления 13 и поступает на четвертый адресный вход оперативного запоминающего устройства 9. Далее из блока управления 13 на второй вход третьей схемы И 8 поступает импульс, по которому в счетчик регенерации 4 записывается параметр  $\varphi$ , поступающий на четвертый вход из блока управления 13,  $\varphi$  - число кадров, которое можно синтезировать по одним и тем же параметрам. После этого блок управления 13 формирует импульс, который поступает на вто-

рой вход триггера 6, который устанавливается в нулевое состояние. При этом на первом входе второй схемы И 7 появляется разрешающий потенциал.

После синтеза первого кадра происходит вычитание 1 из счетчика регенерации 4 импульсом с выхода второй схемы И 7, который образуется в результате подачи управляющего сигнала на второй вход второй схемы И 7. Затем делается анализ состояния счетчика регенерации 4. Если он не в нулевом состоянии, то на его выходе будет запрещающий потенциал. Импульсы не проходят через первую схему И 5, записи параметров в оперативное запоминающее устройство 9 нет.

Первичные параметры  $K_1, K_2, \dots, K_M$  и  $G$  из оперативного запоминающего устройства поступают на информационный вход цифрового фильтра 10, а с выходов 1 и 2 этого же блока передаются параметры  $\eta$  и  $T_{от}$  в блок возбуждения цифрового фильтра, состоящего из генератора основного тона 14 и генератора шума 15. Причем код периода основного тона  $T_{от}$  поступает на 3 вход генератора основного тона 14, а параметр  $\eta$  на вторые входы обоих генераторов. Если  $\eta = 1$ , то работает генератор основного тона 14, если  $\eta = 0$ , то работает генератор шума 15. Первые входы обоих генераторов объединены, и на них поступают стробирующие импульсы из блока управления с частотой дискретизации  $f_d$  исходного речевого сигнала, используемой при анализе. В качестве генератора шума 15 может быть использован любой датчик случайных чисел, который выдает на шину возбуждения 40 цифрового фильтра 10 (фиг. 3) равномерно распределенные случайные числа с частотой  $f_d$ .

Генератор основного тона 14 выполняет две функции: служит для тонального возбуждения, выдавая на шину возбуждения 40 цифрового фильтра 10 (фиг. 3) единичные импульсы возбуждения с периодом основного тона  $T_{от}$ , а также выполняет роль формирователя кадров.

Работа цифрового фильтра 10 поясняется фиг. 3.

При синтезе одной дискретной выборки речевого сигнала выполняется  $M$  циклов, причем каждый цикл (кроме  $M$ ) состоит из четырех тактов.

В первом цикле во время первого такта в сумматоре 23 происходит сложение числа, поступающего на шину возбуждения 40 от генератора основного тона

14 или от генератора шума 15, с числом из первого регистра-задержки 24, инвертированного с помощью схемы сложения по модулю два 26. Во втором такте в умножителе 22 результат предыдущего суммирования умножается на  $K_M$ . В третьем такте результат умножения складывается в сумматоре 23 с числом из первого регистра-задержки 24. В четвертом такте в сумматоре 23 снова происходит сложение результата умножения второго такта с числом из второго регистра-задержки 25, в котором записан код, поступивший в первом такте на шину возбуждения 40. Результат этой операции снова записывается во второй регистр-задержку 25 и используется в следующем цикле. В последующих циклах, кроме цикла  $M$ , делается то же самое, за исключением того, что в первом такте первым слагаемым при суммировании является не число, поступающее на шину возбуждения 40, а результат последнего суммирования из предыдущего цикла. Кроме того, в третьем такте результат суммирования записывается в регистр-задержку 24. В цикле  $M$  в первых трех тактах выполняются операции, аналогичные операциям в предыдущих циклах. В четвертом такте результат суммирования записывается не во второй регистр-задержку 25, а в первый регистр-задержку 24. Кроме того, в этом цикле добавляется пятый такт, во время которого результат суммирования четвертого такта умножается на коэффициент усиления и заносится в выходной регистр 27. После каждых  $M$  циклов синтезируется одно дискретное значение речевого сигнала. Причем, если синтезируется шумовой кадр ( $\eta = 0$ ), то после каждых  $M$  циклов на шину возбуждения 40 поступает не нулевой код, а если кадр вокализованный ( $\eta = 1$ ), то на нее поступает либо код нуля, либо код единицы.

Выполнение описанных комбинаций включения и выключения ключей и подача нужных параметров на информационные входы цифрового фильтра 10, а также координация работы остальных блоков синтезатора осуществляются с помощью блока управления 13.

Выходной блок 11 состоит из цифро-аналогового преобразователя, сглаживающего фильтра и усилителя низкой частоты, которые необходимы при преобразовании дискретного речевого сигнала в аналоговый для фильтрации высоко-

частотных составляющих из спектра сигнала и для его усиления.

В предложенном цифровом синтезаторе речи упрощается конструкция его основного блока - цифрового фильтра, сокращается объем памяти, обеспечивается более качественное звучание синтезированной речи.

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

1. Цифровой синтезатор речи, содержащий последовательно соединенные постоянное запоминающее устройство словаря, постоянное запоминающее устройство первичных параметров, цифровой фильтр, выходной блок, динамик, а также генератор основного тона и генератор шума, отличающийся тем, что, с целью уменьшения объема памяти синтезатора, улучшения качества синтезированной речи и упрощения конструкции синтезатора, в него введен блок регенерации параметров, состоящий из последовательно соединенных счетчика регенерации, первой схемы И, триггера и второй схемы И, выход которой соединен с первым входом счетчика регенерации, второй вход которого подключен к выходу третьей схемы И, а первый и второй входы последней подключены ко второму выходу триггера и ко второму входу второй схемы И соответственно, кроме того, выход первой схемы И соединен с первым входом оперативного запоминающего устройства, второй и третий информационные входы которого подключены ко второму выходу постоянного запоминающего устройства словаря и к выходу постоянного запоминающего устройства первичных параметров соответственно, а первый, второй и третий выходы оперативного запоминающего устройства соединены со вторым и третьим входами генератора основного тона и с информационным входом цифрового фильтра соответственно, кроме того, третий и четвертый входы счетчика регенерации, второй вход первой схемы И, четвертый вход оперативного запоминающего устройства, второй вход триггера и второй вход третьей схемы И подключены к управляющим выходам блока управления, первый вход которого соединен с третьим выходом постоянного запоминающего устройства словаря, второй дополнительный вход - со вторым выходом генератора основного тона, кроме того, второй и третий входы генератора основного тона соединены с первым и вторым дополнительными выходами блока регенерации пара-

метров соответственно, а второй выход постоянного запоминающего устройства словаря подключен к первому входу блока регенерации параметров.

2. Синтезатор по п.1, отличающийся тем, что генератор основного тона содержит два счетчика, компаратор и три схемы совпадения, причем третий вход второго счетчика подключен к шине постоянного кода базовой величины кадра, а первый вход соединен с первым входом первого счетчика, выход которого соединен с первыми входами первой и второй схем совпадения, вторые входы которых подключены ко второму входу первого счетчика и к выходу компаратора соответственно, причем выход компаратора соединен со вторым входом второго счетчика, а выход последнего подключен к одному из входов компаратора, другой вход которого соединен с третьим входом первого счетчика, кроме того, выход компаратора подключен к одному из входов третьей схемы совпадения, второй вход которой соединен с выходом первой схемы совпадения.

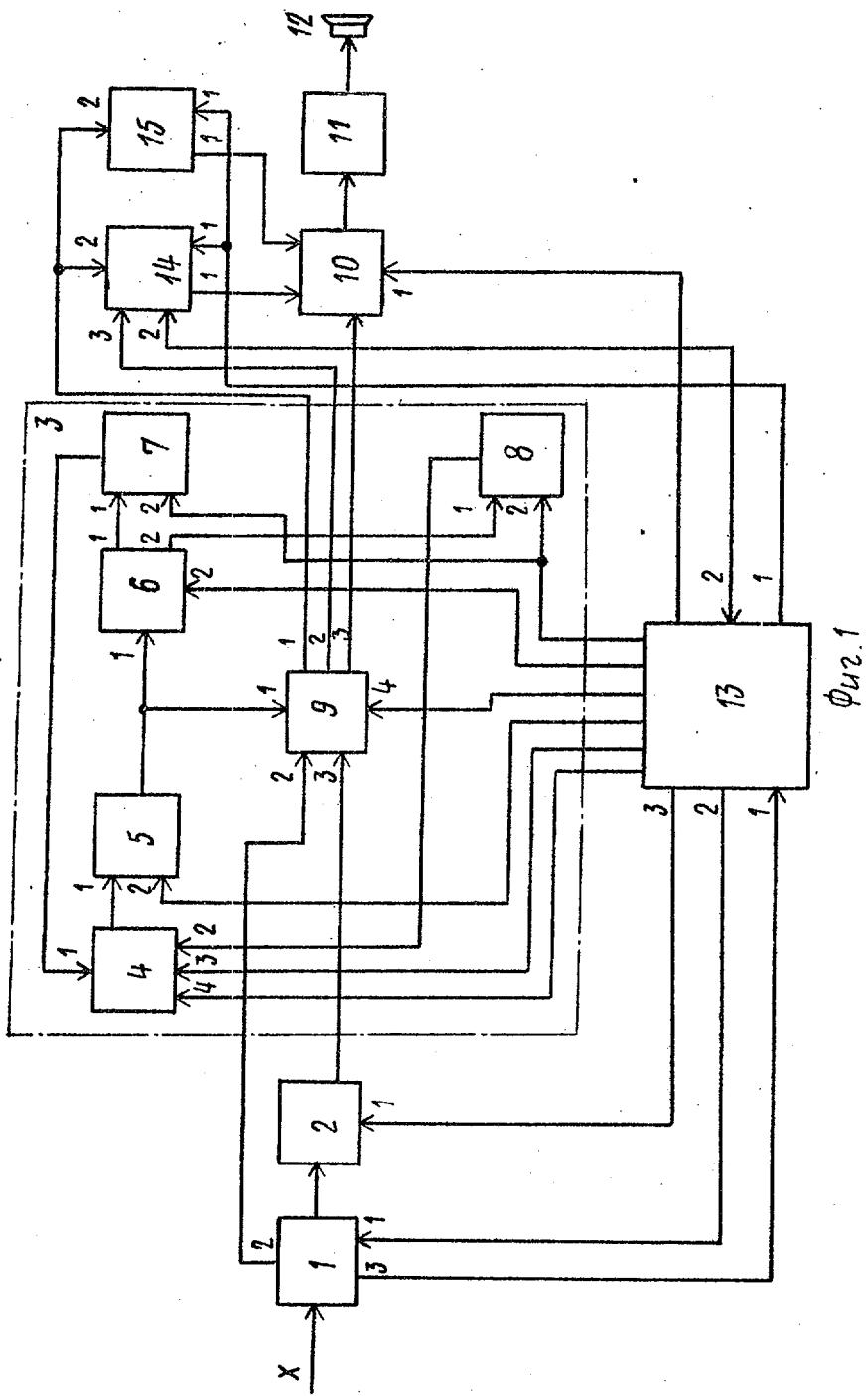
3. Синтезатор по п. 1, отличающийся тем, что цифровой фильтр содержит умножитель, сумматор, два регистра-задержки, схему сложения по модулю два, выходной регистр, схему ИЛИ, шину возбуждения и одиннадцать ключей, причем выход сумматора соединен через седьмой ключ с первым регистром-задержкой, а через третий ключ подключен к первому входу сумматора, выход умножителя через восьмой ключ соединен с первым входом сумматора и через девятый ключ - с выходным регистром, кроме того, выход сумматора через второй ключ подключен ко второму входу умножителя, а через десятый ключ, схему ИЛИ, второй вход которой подключен к шине возбуждения, через второй регистр-задержку и одиннадцатый ключ подключен ко второму входу сумматора, выход первого регистра задержки через пятый ключ, а также через схему сложения по модулю два и шестой ключ подключен ко второму входу сумматора, причем первый вход умножителя соединен с оперативным запоминающим устройством синтезатора.

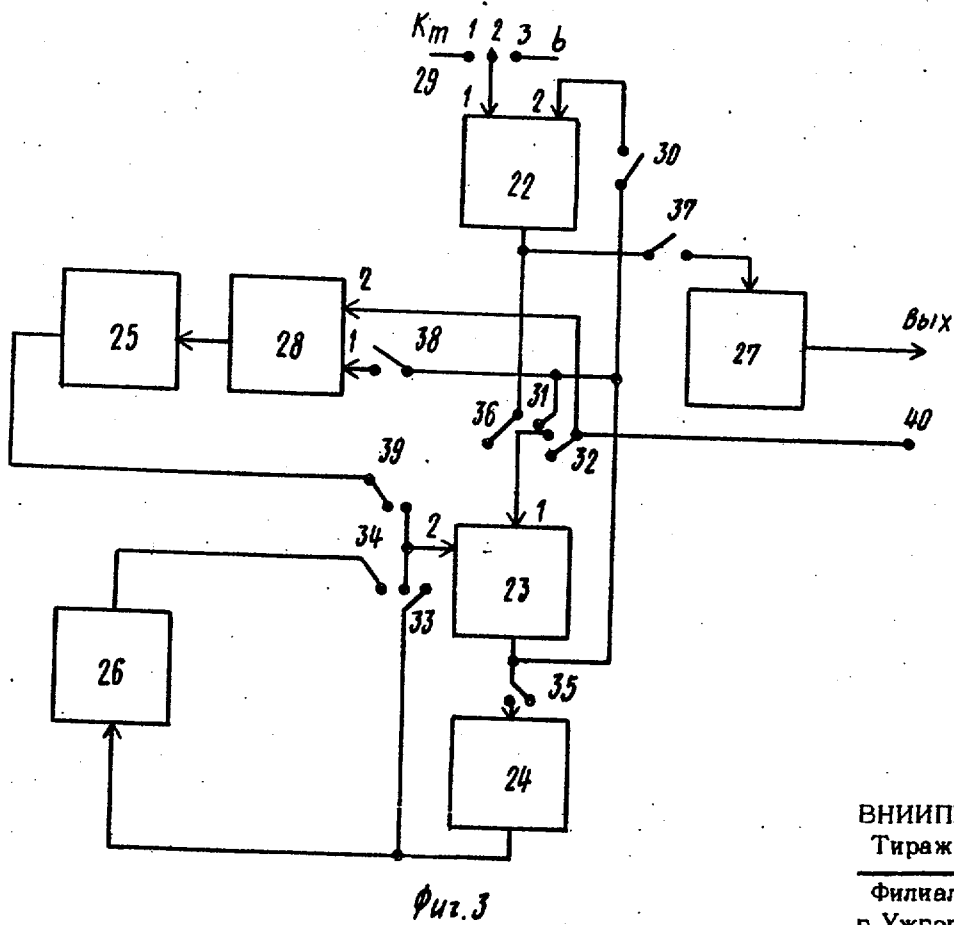
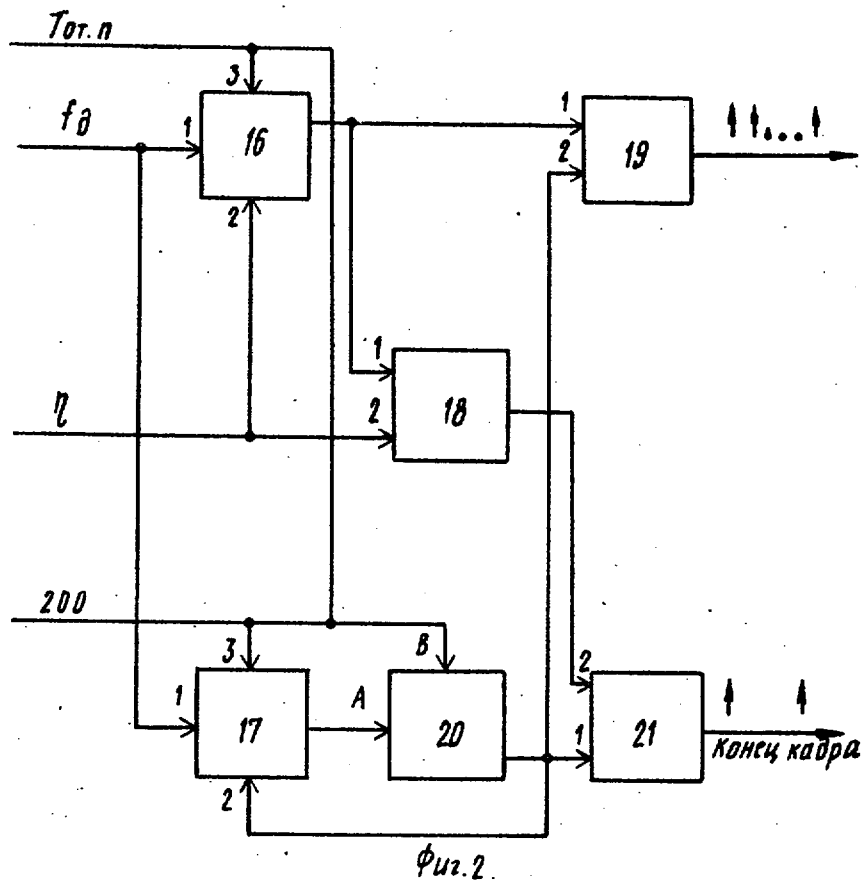
Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Патент Великобритании, № 1439043, кл. G 10 C 1/10, 1976.

2. "Электроника", № 18, т. 51, 1978, с. 25-33 (прототип).





ВНИИПИ Заказ 8711/69  
 Тираж 390 Подписное  
 Филиал ППП "Патент",  
 г.Ужгород, ул.Проектная, 4