



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 918913

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,
Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий
выдал настоящее свидетельство на изобретение:
"Устройство для эхолокационного контроля скважин"

Заявитель: **ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ
ИНСТИТУТ ИМ. Г.В. ПЛЕХАНОВА**

Автор (авторы): **Прудов Игорь Александрович, Голованов
Виктор Афанасьевич и Ширинский Олег Витальевич**

Заявка № 2789334 Приоритет изобретения 18 июня 1979г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Союза ССР

7 декабря 1981г.

Председатель Комитета

Начальник отдела



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 918913

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 1806.79 (21) 2789334/40-23

с присоединением заявки № -

(51) М. Кл.³

G 01 S 7/52

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.04.82. Бюллетень № 13

(53) УДК 621.396.
.969.11
(088.8)

Дата опубликования описания 07.04.82

(72) Авторы
изобретения

И.А.Прудов, В.А.Голованов и О.В.Ширинский

(71) Заявитель

Ленинградский ордена Ленина, ордена Октябрьской
Революции и ордена Трудового Красного Знамени
горный институт им. Г.В. Плеханова

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭХОЛОКАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ
СКВАЖИН

1

Изобретение относится к звуколокационной технике, в частности к измерению расстояний в газовой среде и может быть использовано в горнодобывающей промышленности для измерения глубины взрывных скважин и определения местоположения локальных нарушений их стенок.

Известны устройства для измерения расстояний в газовой среде, основанные на измерении времени распространения акустического сигнала между электроакустическим преобразователем и лоцируемой поверхностью [1].

Недостатком данных устройств является то, что они позволяют фиксировать только одно измеряемое расстояние, соответствующее времени поступления первого отраженного эхо-сигнала. Это может привести к грубым ошибкам при измерении длины скважин, имеющих локальные нарушения ствола.

2

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является устройство, содержащее электронно-акустический блок, включающий импульсный генератор и приемный усилитель, подключенные через коммутатор к электроакустическому преобразователю, индикатор дальности, состоящий из последовательно соединенных схемы возбуждения световых сигналов и N дискретных источников светового сигнала, подключенный своим сигнальным входом к выходу приемного усилителя, синхронизатор, выход которого заведен на вход запуска импульсного генератора.

Коррекция скорости развертки осуществляется путем регулирования встроенного в приводной электродвигатель центробежного регулятора скорости вращения до совмещения калибровочного импульса с первым или кратным делением отсчетной шкалы. При этом калибровочные импульсы фиксируют од-

новременно с измерением расстояний до забоя и локальных нарушений отвала скважины путем измерения базового расстояния до отражателя, установленного на пути распространения излучаемых акустических импульсов перед электроакустическим преобразователем. Базовое расстояние выбирается равным или кратным цене деления отсчетной шкалы. В качестве отражателя используются внутренний кольцевой выступ конусной насадки, в основании которой размещается электроакустический преобразователь. Конусная насадка обеспечивает акустическую связь приемоизлучающего устройства с объемом скважин различного диаметра. Кроме того, приемоизлучающее устройство снабжено подвижными рейками, с помощью которых осуществляют дополнительное измерение расстояния от электроакустического преобразователя до устья скважины и тем самым определяют поправку к показателям индикатора на фактическое смещение начала отсчета. Совмещение моментов излучения зондирующего акустического импульса и начала развертки осуществляется путем запуска генератора от синхроконтakta, установленного на оси диска проблескового индикатора дальности [2].

Однако в настоящее время в горнодобывающей промышленности применяются буровзрывные скважины диаметром от 60 до 250 мм и длиной до 50-60 м. При контроле их глубины эхолокационным методом необходимо использовать звуковую частоту порядка 1 кГц (длина волны $\approx 0,34$ м). На этой частоте наиболее эффективными являются электроакустические преобразователи электродинамического и электромагнитного типа. В момент излучения зондирующего импульса такой преобразователь совершает не менее 5-6 вынужденных колебаний с указанной частотой. В течение этого времени он оказывается неспособным принимать более слабые отраженные импульсы - образуется мертвая зона, величина которой с учетом двукратного пробега акустического импульса от преобразователя до отражателя и обратно составит 0,85-1,0 м. Кроме того, дополнительный вклад вносит акустическая реверберация зондирующего импульса в объеме конусной насадки, в основании которой установлен преобразователь.

Полагая, что реверберация увеличивает мертвую зону не более чем на 50%, легко подсчитать, что базовое расстояние до отражателя должно составлять не менее 1,2-1,5 м. Очевидно, что конусная насадка длиной 1,5 м с диаметром в основании 25 мм и снабжены домерными рейками противоречит упомянутым выше требованиям и практически непригодна для транспортировки по восстающим ходам и буровым выработкам. Другим недостатком известного устройства является то, что механическая развертка изображающего источника светового сигнала, хотя и дает возможность фиксировать на шкале индикатора одновременно несколько отраженных импульсов, но не позволяет изменять масштаб шкалы отсчета без существенного изменения передаточного отношения кинематической цепи, например, с помощью ступенчатого редуктора, а также сложность регулировки и стабилизации скорости вращения электродвигателя при изменении напряжения автономного источника питания и параметров окружающей среды, недостаточная надежность подвижных кинематических звеньев и контактов при эксплуатации в подземных условиях. Кроме того, в известном эхолокаторе схема возбуждения световых сигналов не обеспечивает разделения индицируемых акустических импульсов по интенсивности. Все импульсы, превышающие порог срабатывания проблескового индикатора, дают одинаковые по яркости световые сигналы. Это является недостатком, так как в ряде случаев может затруднить дешифрирование показаний индикатора при эхолокации скважин с нарушениями стенок.

Цель изобретения - повышение точности измерений.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство введены переключатель измеряемых интервалов, формирователь цифровых кодов измеряемых интервалов, формирователь цифровых кодов циклов срабатывания синхронизатора, блок равнозначности цифровых кодов, первый и второй входы которого связаны соответственно с выходами указанных формирователей, а выход - со входом управления индикатора дальности, синхронизатор выполнен в виде последова-

тельно соединенных блока коррекции частоты коммутации, автогенератора сигналов коммутации, управляемого делителя частоты коммутации, распределителя сигналов коммутации и пересчетной схемы, выход которой является выходом синхронизаторов, причем выход переключателя измеряемых интервалов соединен с входом формирователя цифровых кодов измеряемых интервалов и управляющими входами управляемого делителя частоты коммутации и пересчетной схемы, информационный выход которой соединен со входом формирователя цифровых кодов срабатывания синхронизатора, а сигнальные выходы распределителя сигналов коммутации заведены на дискретные источники световых сигналов.

На фиг. 1 приведена структурная схема предлагаемого устройства, на фиг. 2 - временны диаграммы, поясняющие его принцип действия (причем $t_1, t_2, \dots, t_9$ - моменты времени, соответствующие характерным изменениям состояния устройства, а цифры слева от диаграммы соответствуют номерам элементов устройства на фиг. 1).

Электронно-акустический блок 1 содержит электроакустический преобразователь 2, соединенный через коммутатор 3 с выходом импульсного генератора 4 и входом приемного усилителя 5. Коммутатор 3 обеспечивает совмещение функций излучателя и приемника акустических импульсов в одном электроакустическом преобразователе 2. Входом электронно-акустического блока служит вход синхронизации генератора 4, выходом - выход усилителя 5 с регулируемым коэффициентом усиления.

Синхронизатор 6 содержит управляемый по частоте автогенератор 7 сигналов коммутации, к выходу которого подключен управляемый делитель 8 частоты коммутации, соединенный с распределителем 9 сигналов коммутации, имеющим N сигнальных выходов. К управляющему входу автогенератора 7 подключен блок 10 коррекции частоты коммутации. Управляющие входы делителя 8 соединены с выходами многопозиционного переключателя 11 измеряемых интервалов.

Управляющие входы пересчетной схемы 12 соединены с выходами переключателя 11, к выходу синхронизации

подключен вход электронно-акустического блока 1, а информационные выходы соединены со входом формирователя 13 цифровых кодов циклов срабатывания синхронизатора 6. Аналогичный формирователь 14 цифровых кодов измеряемых интервалов подключен к выходам переключателя 11. Выходы формирователей 13 и 14 соединены со входами узла 15 равнозначности цифровых кодов.

Индикатор дальности 16 содержит последовательность N дискретных источников 17 светового сигнала, подключенных к сигнальным выходам синхронизатора 6. Вторые полюса источников 17 соединены параллельно и подключены к выходу схемы 18 возбуждения световых сигналов. Сигнальный вход схемы 18 соединен с выходом электронно-акустического блока 1, а вход стробирующего сигнала подключен к выходу узла 15 равнозначности.

Электронно-акустический блок 1 формирует зондирующие акустические импульсы, которые излучаются в контролируемую скважину. Периодичность их посылок определяется периодом следования внешних синхросигналов, поступающих на вход блока 1 от пересчетной схемы 12. В скважине акустический импульс отражается от локальных неоднородностей стенок и от забоя (конца) скважины. На выходе блока 1 появляются эхо-импульсы, сдвинутые во времени относительно момента посылки пропорционально расстояниям до мест их отражения. Интенсивность эхо-импульсов зависит от многих причин и колеблется в широком интервале значений. Поэтому в каждом конкретном случае измерений для выделения полезных сигналов необходимо оптимизировать параметры электронно-акустического блока путем регулирования коэффициента усиления (чувствительности) приемного усилителя 5 или измерения частоты заполнения зондирующего импульса в генераторе 4.

Синхронизатор 6 формирует и в определенной последовательно распределяет по многим каналам сигналы коммутации, подготавливающие к возбуждению дискретные источники 17 светового сигнала в моменты появления эхо-импульсов на выходе блока 1. Число каналов на выходе распределителя 9 равно числу источников 17 и вы-

бирается с учетом требований к разрушающей способности отсчетного устройства, габаритов шкалы индикатора, удобства визуального наблюдения и взятия отсчетов.

Последовательное выполнение упомянутых операций в предложенном устройстве осуществляется с помощью многопозиционного переключателя 11, управляющего делителем 8 частоты в синхронизаторе 6. Частота коммутации, как известно, обратно пропорциональна длительности и сигнала коммутации, с помощью которого производится ступенчатое изменение частоты колебаний автогенератора 7. Плавная коррекция частоты коммутации осуществляется с помощью блока-коррекции 10, преобразующего в электрические величины физические параметры среды локации, от которых зависит скорость распространения звука. В воздухе такими параметрами являются температура и, в меньшей степени, давление.

В качестве датчиков прямого преобразования температуры и давления в блоке 10 можно использовать, например, терморезисторы и механотроны, которые обеспечивают достаточную чувствительность в широком интервале изменения параметров среды. Техническая реализация блока 10 не вызывает затруднений, так как вопросам измерения и преобразования неэлектрических величин электрическими методами посвящена обширная литература.

Акустические импульсы с выхода блока 1 поступают на информационный вход индикатора дальности 16. При наличии разрешающего сигнала на управляющем входе они проходят через схему 18 возбуждения и вызывают засветку тех дискретных источников 17, на которые поданы сигналы коммутации с выхода распределителя 9 во время действия эхо-импульсов. Таким образом осуществляется развертка изображающего светового сигнала по шкале индикатора дальности в каждом цикле срабатывания коммутации 6. При этом измеряемые временные параметры преобразуются в пространственные с помощью последовательности дискретных источников светового сигнала.

Вторым информационным параметром является интенсивность эхо-импульсов. Поэтому схема 18 возбуждения представляет собой стробируе-

мый линейный усилитель мощности, согласующий электрические импедансы выхода блока 1 и источников 17. Он может быть выполнен, например, на транзисторах по трансформаторной схеме с ключевым каскадом управления входными цепями. Длительность управляющего строб-сигнала должна соответствовать продолжительности цикла развертки.

Для четкого согласования длительности циклов с периодом посылок используется пересчетная схема 12. По физической сущности пересчетная схема 12 представляет собой управляемый делитель частоты, объединенный с многоканальным распределителем сигналов. На ее информационный вход поступает сигнал с выхода первого канала распределителя 9 сигналов коммутации в синхронизаторе 6. На выходе синхронизации схемы 12 формируется сигнал запуска электронно-акустического блока. Одновременно на информационных выходах каналов распределителя импульсов в схеме 12 формируется m сигналов, соответствующих циклам развертки за период T_p . Управление коэффициентом пересчета осуществляется по управляющим входам схемы 12 от многопозиционного переключателя 11.

Для индикации эхо-импульсов в требуемом интервале используется блок 15 равнозначности цифровых кодов, вырабатываемых формирователями 13 и 14. Оба формирователя представляют собой однотипные многоустойчивые пересчетные схемы, переключаемые в одно из возможных устойчивых состояний в зависимости от комбинаций сигналов на их управляющих входах. В частности, можно использовать многостабильный триггер, имеющий более двух устойчивых состояний.

Формирователи 13 и 14 различаются только тем, что первый работает в динамическом режиме, последовательно формируя цифровые коды циклов развертки по управляющим сигналам с информационных выходов пересчетной схемы 12, а второй формирует статический цифровой код, соответствующий установленному положению переключателя интервалов 11. Поскольку каждому положению переключателя 11 соответствует совершенно определенное число циклов и их цифровые коды последо-

вательно появляются на выходе формирователя 13, то в каждом периоде T_n всегда будет существовать такой цикл, цифровой код которого совпадает с установленным кодом интервала измерения на формирователе 14 и на выходе узла 15 равнозначности сформируется сигнал, разрешающий прохождение эхо-импульсов через схему 18 возбуждения. Так осуществляется выборка и одно- 10 значная индикация эхо-импульсов в требуемом интервале измерений.

В качестве переключателя 11 можно использовать, например, клавишный переключатель с фиксацией включенно- 15 го положения и сбросом предыдущего. Каждое положение такого переключателя можно обозначить в виде численного значения интервала измерений и использовать для взятия начальных 20 отсчетов.

Для взятия отсчетов по индикатору дальности, содержащему последовательность дискретных источников светового сигнала, против них должны быть 25 нанесены деления с оцифрованными шкалами отсчета. Оцифровка деления в единицах расстояния должна быть кратной принятым интервалам измерения и должна соответствовать общепри- 30 нятим требованиям к оцифровке отсчетных шкал измерительных приборов.

Работа устройства поясняется графиками временных диаграмм (фиг.2), номера которых соответствуют номе- 35 рам узлов на структурной схеме (фиг.1).

На выходе делителя 8 существует непрерывная последовательность сигналов, поступающая на вход распределителя 9, имеющего, к примеру, четыре канала ($N=4$). Причем выбран такой режим измерений, когда за один период ($t_1 - t_3$) распределитель срабатывает дважды ($m=2$). На его 45 сигнальных выходах поочередно появляются сигналы коммутации. Первый цикл длится от момента t_1 до t_2 , второй - от t_2 до t_3 затем снова повторяется первый цикл ($t_3 - t_4$) и т.д. Как видно из диаграмм, никакой разницы между сигналами соседних циклов нет. 50

На вход запуска импульсного генератора 4 поступают сигналы синхронизации, определяющие период следования посылок T_n и формируемые с помощью пересчетной схемы 12. 55

На информационных выходах пересчетной схемы 12 формируется пара

сигналов. Верхний на диаграмме сигнал схемы 12 меняется, принимая значение "1" в интервалах $t_1 - t_2$, $t_3 - t_4$ и значение "0" между ними. Второй сигнал схемы 12 (нижний) остается равным "0" до некоторого момента t_7 . Такая последовательность сигналов определяется состоянием управляющих каналов переключателя 11. До момента t_5 это состояние соответствует значению "10", после t_5 - значению "01". Момент t_5 соответствует переключению переключателя в следующее положение. На диаграмме состояния каналов переключателя 11 отображены соответствующими уровнями. Согласно с установленным положением переключателя 11 на выходе узла 15 равнозначности формируются разрешающие сигналы. Причем до момента t_5 разрешается прохождение первого цикла (интервалы $t_1 - t_2$, $t_3 - t_4$), после t_5 проходит второй цикл ($t_7 - t_8$, $t_9 - t_{10}$).

На выходе усилителя 5 в каждом периоде посылок (интервалы $t_1 - t_3$, $t_3 - t_6$, $t_6 - t_8$ и т.д.) возникает серия акустических импульсов. Первый из них соответствует зондирующему импульсу, просачивающемуся в цепь усилителя 5 через коммутатор 3, второй и третий, треугольной формы, представляют собой собственно эхо-импульсы. Причем первый эхо-импульс представляет собой отражение от нарушен- 40 ного участка скважины, а второй, более мощный, находящийся в конце диапазона измерений, соответствует отражению от забоя скважины и характеризует ее глубину.

В соответствии с разрешающими сигналами, поступающими с выхода узла 15, через схему 18 возбуждения будут переданы только те акустические импульсы, которые попадают в эти циклы. Так, до момента t_5 на выходе схемы 18 будут проходить зондирующий и первый эхо-импульс, после t_5 - только второй эхо-импульс. 45

Ниже временных диаграмм (фиг.2) схематически изображены состояния дискретных источников 17 светового сигнала, соответствующие рассмотренным интервалам времени. Шкала индикатора дальности содержит четыре источника (по числу каналов распределителя 9). Начало и конец шкалы 50

обозначены цифровыми индикаторами в окружностях.

В интервалах t_1-t_2 и t_3-t_4 согласно диаграмме 18 на шкале будут возбуждаться источники первый и третий (обозначены крестиками).

После изменения состояния переключателя 11 в момент t_5 начнет проходить разрешающий сигнал, соответствующий второму циклу (диаграмма 15), 10
возбудится третий источник в момент совпадения эхо-импульса от забоя скважины с третьим сигналом коммутации (диаграмма 9) во втором цикле срабатывания синхронизатора 6 (диаграмма 15).

Предложенное устройство позволяет устранить недостатки известных устройств и реализовать поставленные цели при ограниченном числе дискретных 20
источников световых сигналов. В качестве последних целесообразнее всего использовать малогабаритные светодиоды, хорошо согласующиеся с элементами цифровой техники в интегральном 15
исполнении, на которых могут быть реализованы все функциональные узлы предложенного устройства.

Использование предлагаемого устройства повышает производительность 30
и точность маркшейдерских замеров глубины взрывных скважин, дает возможность определить местоположения вывалов и геологических нарушений в стволе скважины.

Формула изобретения

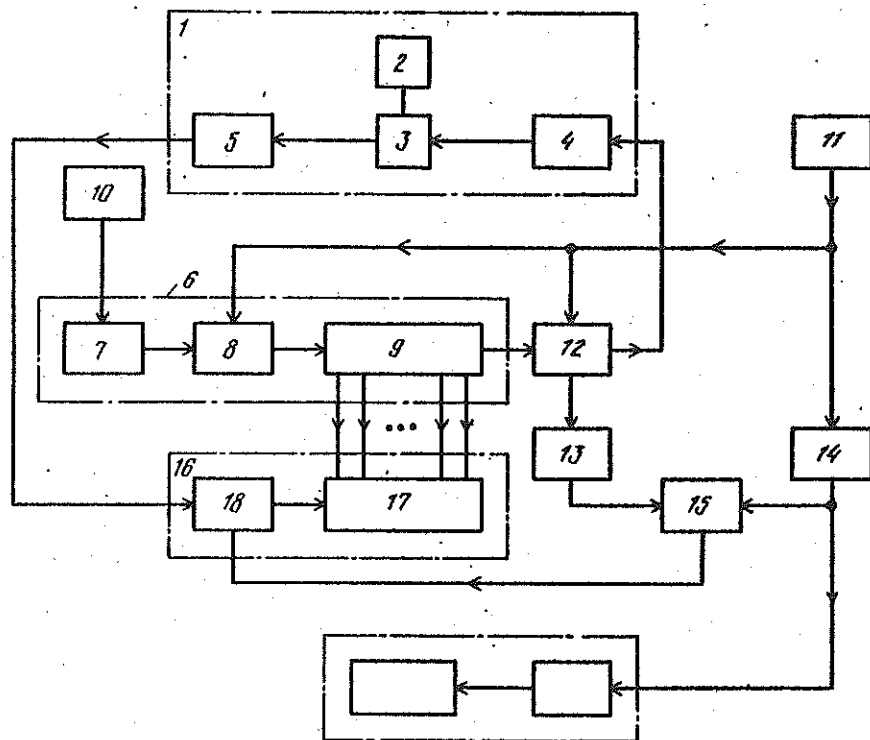
Устройство для эхолокационного 40
контроля скважин, содержащее электронно-акустический блок, включающий импульсный генератор и усилитель, подключенный через коммутатор к электроакустическому преобразователю, 45
индикатор дальности, состоящий из последовательно соединенных схемы

возбуждения световых сигналов и N дискретных источников светового сигнала, подключенный своим сигнальным входом к выходу усилителя, синхронизатор, выход которого заведен на вход запуска импульсного генератора, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерений, в него введены переключатель измеряемых интервалов, формирователь цифровых кодов измеряемых интервалов, формирователь цифровых кодов циклов срабатывания синхронизатора, блок равнозначности цифровых кодов, первый и второй входы которого связаны соответственно с выходами указанных формирователей, а выход - с входом управления индикатора дальности, синхронизатор выполнен в виде последовательно соединенных блока коррекции частоты коммутации, автогенератора сигналов коммутации, управляемого делителя частоты коммутации, распределителя сигналов коммутации и пересчетной схемы, выход которой является выходом синхронизатора, причем выход переключателя измеряемых интервалов соединен с входом формирователя цифровых кодов измеряемых интервалов и управляющими входами управляемого делителя частоты коммутации и пересчетной схемы, информационный выход которой соединен с входом формирователя цифровых 35
кодов срабатывания синхронизатора, а сигнальные выходы распределителя сигналов коммутации заведены на дискретные источники световых сигналов.

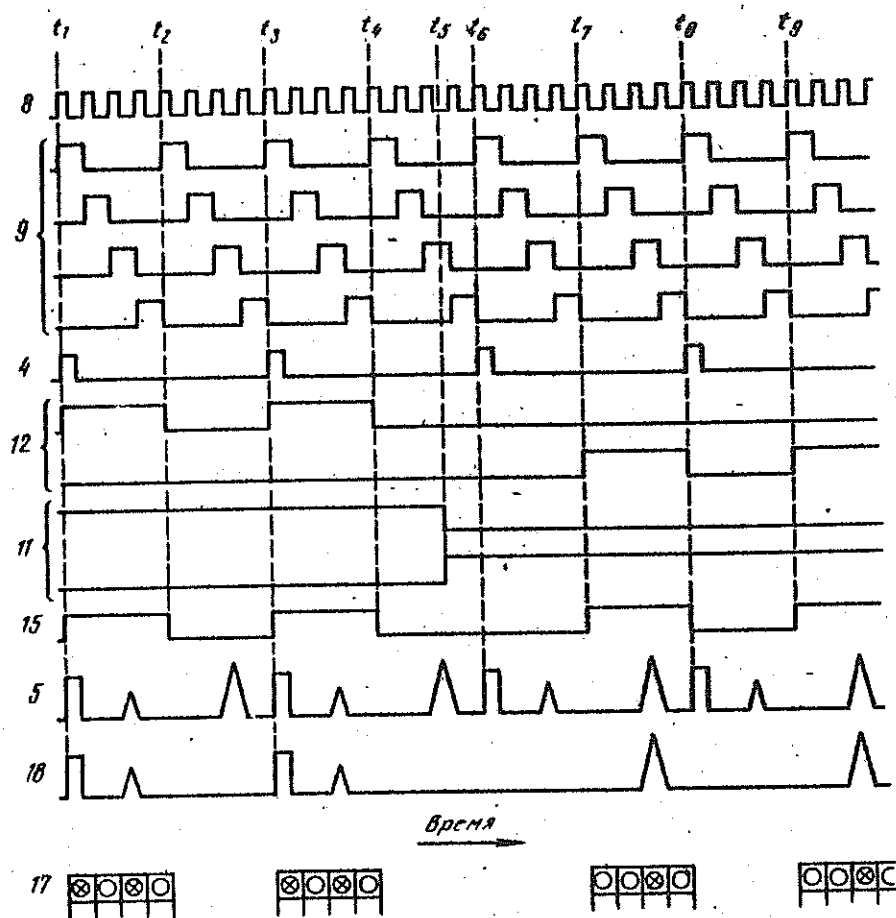
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Финкельштейн М.И. Основные радиолокации. М., "Советское радио", 1973, с. 383-386.

2. Авторское свидетельство СССР №570703, кл. G 01 F 23/00, 1977 (прототип).



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Г.Волкова	Составитель В.Зерюкаев Техред М. Тепер	Корректор Н.Швыдкая
Заказ 2133/30	Тираж 719	Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5		
Филиал ИПП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4		