



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006115508/09, 05.05.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.05.2006

(45) Опубликовано: 10.03.2008 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2254613 C1, 20.06.2005. US 4209776  
A, 24.06.1980. US 5117220 A, 26.05.1992. RU  
2053561 C1, 27.01.1996.

Адрес для переписки:

442965, Пензенская обл., г. Заречный, пр-кт  
Мира, корп.1, "НИКИРЭТ"-филиал ФГУП "ПО  
"Старт"

(72) Автор(ы):

Первунинских Вадим Александрович (RU),  
Лебедев Лев Евгеньевич (RU),  
Васильев Игорь Вячеславович (RU),  
Иванов Владимир Эрнстович (RU),  
Прыщак Алексей Валерьевич (RU),  
Колосков Дмитрий Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

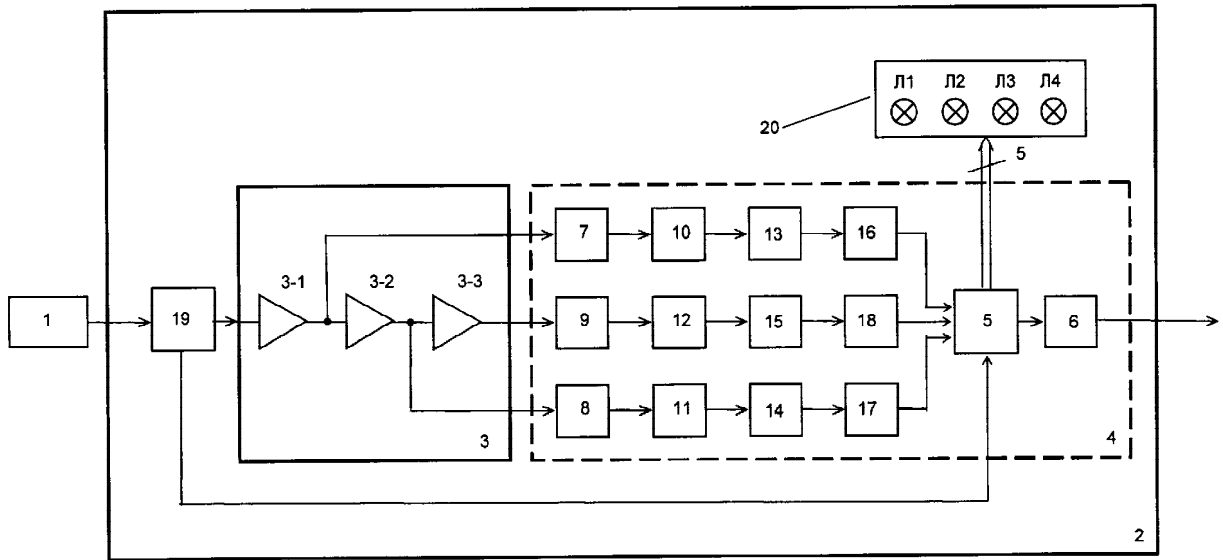
Федеральное государственное унитарное  
предприятие "Производственное объединение  
"Старт" (ФГУП "ПО "Старт") (RU)

## (54) ВИБРОМЕТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ТРЕВОЖНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области тревожной сигнализации, а именно к виброметрическим устройствам, сигнализирующим о вторжении нарушителей на территорию охраняемого объекта, преодолевающих металлические физические барьеры путем их разрушения различными методами: подрывом, перепиливанием и перерубанием. Технический результат - обнаружение и идентификация методов разрушающего воздействия, обеспечение непрерывного контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента, повышение надежности обнаружения и помехоустойчивости устройства.

Для этого устройство содержит чувствительный элемент, состоящий из группы отдельных вибропреобразователей, подключенных к проводной линии связи, соединяющей их с пультом постовым. Каждый вибропреобразователь закрепляется на локальном участке металлического физического барьера и регистрирует характерные вибрации этого участка, определяя, таким образом, локальную зону чувствительности. При обнаружении разрушающего воздействия на любом из локальных участков пульт постовой формирует сигнал тревоги. 3 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006115508/09, 05.05.2006**

(24) Effective date for property rights: **05.05.2006**

(45) Date of publication: **10.03.2008 Bull. 7**

Mail address:

**442965, Penzenskaja obl., g. Zarechnyj, pr-kt Mira, korp.1, "NIKIREhT"-filial FGUP "PO "Start"**

(72) Inventor(s):

**Pervuninskikh Vadim Aleksandrovich (RU),  
Lebedev Lev Evgen'evich (RU),  
Vasil'ev Igor' Vjacheslavovich (RU),  
Ivanov Vladimir Echristovich (RU),  
Pryshchak Aleksej Valer'evich (RU),  
Koloskov Dmitrij Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe  
predprijatie "Proizvodstvennoe ob"edinenie  
"Start" (FGUP "PO "Start") (RU)**

(54) **VIBRO-METRIC INTRUDER ALARM DEVICE**

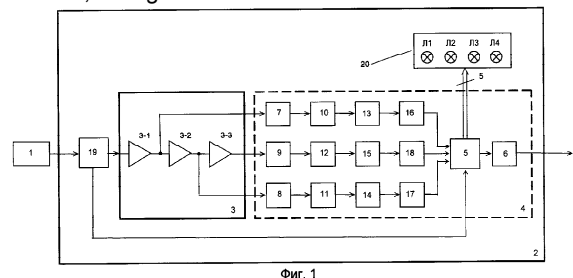
(57) Abstract:

FIELD: intruder alarms, namely - vibro-metric devices which signal intrusion in territory of protected object, who overcome metallic physical barriers by destroying them with various methods: blasting, sawing and chopping.

SUBSTANCE: device contains sensitive element, which consists of a group of individual vibration transformers, which are connected to wired communication line which connects them to duty panel. Each vibration transformer is fastened on local section of metallic physical barrier and records characteristic vibrations of that section, thus determining the local sensitivity zone. On detection of destructive influence at any one of the local sections, duty panel generates alarm signal.

EFFECT: detection and identification of methods of destructive influence, ensured continuous control of tear and bridging of sensitive element, increased reliability of detection and increased interference resistance of the device.

4 cl, 5 dwg



Фиг. 1

RU 2 3 1 9 2 1 0 C 1

RU 2 3 1 9 2 1 0 C 1

Изобретение относится к области тревожной сигнализации, а именно к виброметрическим устройствам, сигнализирующим о вторжении нарушителей на территорию охраняемого объекта, преодолевающих металлические физические барьеры путем их разрушения различными методами: подрывом, перепиливанием и перерубанием.

5 Известно, что для увеличения времени задержки нарушителей на рубежах охраны широко используются разнообразные виды физических барьеров: периметровые заграждения, ворота, калитки, щиты, шлагбаумы, шлюзы, оконные и дверные решетки, перегородки (переборки), задвижки, люки, замковые устройства, оболочки ангаров и складов, ружейные пирамиды, шкафы, сейфы и другие сооружения. Для обнаружения факта механического разрушения физических барьеров используют виброчувствительные датчики, которые преобразуют механические вибрации физических барьеров в электрические сигналы. Эти сигналы используют для фиксации фактов разрушающих воздействий и формирования сигналов тревоги. В качестве датчиков используют виброакустические преобразователи (микрофоны), а также пьезоэлектрические преобразователи. Наиболее широкое применение получили пьезоэлектрические преобразователи ввиду простоты конструкции и низкой цены.

Известно «Устройство обнаружения разрушения конструкций от вибрации», описанное в патенте US №4180811, МКИ G08B 13/04, опубл. 1979 г. и содержащее: чувствительный элемент, усилитель, детектор (компаратор) высокого уровня, детектор (компаратор) низкого уровня, определитель формы волны (wave shaper), интегратор, счетчик и формирователь сигнала тревоги (actuator). Это устройство с помощью чувствительного элемента (пьезопреобразователя), закрепленного на поверхности контролируемой конструкции, преобразует возникающие вибрации в электрический сигнал. После усиления сигнала дальнейшая его обработка выполняется по двум каналам: с высоким и низким пороговыми уровнями. В канале высокого порогового уровня осуществляют восстановление формы волнообразного сигнала и подсчет определенного количества импульсов, формируемых детектором (компаратором) по превышениям амплитудами выбросов сигнала высокого порогового уровня с последующим формированием сигнала тревоги. Этот канал обеспечивает обнаружение коротких по времени, но более мощных по амплитуде воздействий (например, при подрыве) на контролируемую конструкцию. В канале низкого порогового уровня происходит обнаружение слабых по амплитуде, но более продолжительных по времени воздействий на контролируемую конструкцию за счет интегрирования (накапливания) импульсов, формируемых по превышениям низкого порогового уровня. По результатам обработки сигнала в данном канале формируется сигнал тревоги (например, при перепиливании элементов заграждения).

Сходными признаками заявленного изобретения и известного устройства являются чувствительный элемент, усилитель, компаратор (детектор) высокого уровня, компаратор (детектор) низкого уровня, интегратор, счетчик и формирователь сигнала тревоги.

Недостатком известного устройства является его низкая помехоустойчивость из-за отсутствия существенных признаков, обеспечивающих анализ частотного спектра вибрационных сигналов. Другим недостатком является отсутствие существенных признаков, обеспечивающих возможность обнаружения разрушения протяженных по длине конструкций, например периметровых заграждений.

Упомянутый недостаток частично устраняется в другом известном устройстве «Системе обнаружения вторжения», описанном в патенте US №4107660, МКИ G08B 21/00, опубл. 1978 г. тем, что протяженное по длине заграждение контролируется множеством датчиков. Это устройство содержит удаленную контрольную станцию (постовой пульт) и чувствительный элемент, содержащий до десяти секций (комплектов) датчиков. Каждая секция датчиков состоит из группы датчиков, последовательно размещенных на физическом барьере объекта охраны и подключенных к входу секционного процессора (блока обработки сигналов секции). Каждый секционный процессор содержит усилитель (дифференциальный зарядовый усилитель) и два канала обработки сигналов: сейсмический канал и канал давления. В сейсмическом канале используется

последовательно соединенные фильтры верхних и нижних частот и сейсмический процессор. В этом канале выделяется полоса частот от 10 до 100 Гц и формируются признаки (маркеры) сейсмических воздействий. В канале давления также используются последовательно соединенные фильтры верхних и нижних частот и процессор давления. В этом канале выделяется полоса частот от 0,01 до 1 Гц и формируются признаки (маркеры) воздействия выбросов амплитуды давления. Путем совместной обработки маркеров сейсмического канала и канала давления секционный процессор формирует сигнал тревоги, который кодируется в цифровом шифраторе и передается по двухпроводной линии связи на удаленную контрольную станцию. Все датчики каждой секции объединены в сигнальный шлейф путем их параллельного подключения к проводным линиям связи. Система обеспечивает обнаружение вторжения на протяженных рубежах охраны (периметрах) с общей длиной рубежа до 1 км.

Сходными признаками заявленного изобретения и известного устройства являются: контрольная станция (пульт постовой), чувствительный элемент, представленный множеством датчиков, размещенных на физическом барьере объекта охраны и объединенных в сигнальный шлейф проводными линиями связи, усилитель и процессор, содержащий два канала обработки сигналов, каждый из которых содержит фильтры, выделяющие различные полосы частот.

Вышеупомянутое известное устройство имеет недостаточную функциональную надежность, так как не содержит существенных признаков, реализующих функцию контроля Обрыва и замыкания чувствительного элемента и низкую помехоустойчивость из-за отсутствия существенных признаков во временных характеристиках структуры сигнала. Кроме того, в системе отсутствуют существенные признаки, позволяющие идентифицировать методы разрушающего воздействия, используемые нарушителем.

Известно другое устройство: «Вибрационная и ультразвуковая заградительная система обнаружения вторжения», описанное в патенте US №4209776, МКИ G08B 13/02, опублик. 1980 г. Это устройство содержит: блок формирования сигналов тревоги, селектор вида колебаний (вибраций), вибрационный сигнальный процессор и чувствительный элемент, размещенный на заграждении. Конструктивно чувствительный элемент представляет собой отрезки трубы (кабелепровода), соединенные между собой коммутационными коробками. В каждой коммутационной коробке содержится: низкочастотный датчик вибраций, высокочастотный датчик ультразвука и ультразвуковой сигнальный процессор. Выходы вибрационных датчиков и ультразвуковых сигнальных процессоров объединены в сигнальный шлейф путем параллельного подключения к линиям связи. Коммутационная коробка сочетает в себе функции комбинированного датчика (является несущей конструкцией для вибрационного и ультразвукового датчиков) и предназначена для обеспечения коммутации линий связи. Селектор вида колебаний обеспечивает выбор алгоритма обработки вибрационных и ультразвуковых сигналов в комбинации (по схемам И, ИЛИ) или отдельно.

Сходными признаками заявленного изобретения и известного устройства являются: блок формирования сигналов тревоги, вибрационный сигнальный процессор и чувствительный элемент, в котором применяются вибрационные датчики, объединенные в сигнальный шлейф, и коммутационные коробки для обеспечения коммутаций линий связи.

Недостаток этого устройства аналогичен недостатку ранее упомянутого устройства. Этот недостаток частично устранен в другом, наиболее близком по технической сущности к заявленному изобретению, известном устройстве: «Приборе охранной сигнализации», описанном в патенте RU №2254613, МПК G08B 13/00, опублик. 2005 г., и выбранным в качестве прототипа настоящего изобретения.

Устройство содержит чувствительный элемент (преобразователь вибраций в электрический сигнал), усилитель, блок определения временных характеристик сигналов, блок формирования сигналов тревоги и два канала выделения сигналов (низкочастотный и высокочастотный), каждый из которых содержит последовательно соединенные фильтр, амплитудный детектор, интегратор и компаратор. Чувствительный элемент

устанавливается на контролируемом объекте и выполнен в виде пьезоэлектрического вибропреобразователя. В блоке определения временных характеристик сигналов и в блоке формирования сигналов тревоги осуществляется совместная обработка сигналов во времени, заключающаяся в формировании сигнала тревоги только при выделении трех

5 сигналов разрешения тревожного извещения за время, не превышающее 1с.

Сходными признаками заявленного изобретения и известного устройства являются чувствительный элемент, размещенный на физическом барьере объекта охраны, усилитель, блок определения временных характеристик сигналов, блок формирования

10 сигнала тревоги, последовательно соединенные фильтр нижних частот, первый амплитудный детектор, первый интегратор, первый компаратор и последовательно соединенные фильтр верхних частот, второй амплитудный детектор, второй интегратор, второй компаратор, выходы первого и второго компараторов соединенные, соответственно,

15 с первым и вторым входами блока определения временных характеристик сигналов, выход которого соединен с входом блока формирования сигнала тревоги, выход которого является выходом устройства.

Известное устройство имеет следующие недостатки. Во-первых, устройство имеет ограниченную область применения, так как в качестве чувствительного элемента имеет только один вибропреобразователь, что делает невозможным контролировать

20 протяженные по длине конструкции (периметровые ограждения). Во-вторых, устройство имеет низкую функциональную надежность из-за отсутствия контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента. В-третьих, устройство не обеспечивает идентификацию методов разрушающего воздействия, то есть не позволяет выделить информативные признаки сигналов, формируемых при попытке нарушителем разрушить элементы

25 конструкции (подрывом, перепиливанием и перерубанием) и отличить сигналы разрушающего воздействия от сигналов помех. Перечисленные недостатки в целом сужают область применения устройства и делают его малоприменимым для охраны, например, периметров объектов.

Целью настоящего изобретения является устранение вышеперечисленных недостатков.

Для достижения этой цели в известное техническое решение введены новые

30 существенные признаки, функциональные элементы и связи, которые позволяют расширить функциональные возможности и область применения устройства в системах охраны.

Расширение функциональных возможностей и области применения устройства достигнуто в предложенном виброметрическом устройстве тревожной сигнализации, которое содержит чувствительный элемент, закрепленный на охраняемом физическом

35 барьере и соединенный проводной линией с пультом постовым, содержащим усилитель; низкочастотный канал, в состав которого входят последовательно соединенные фильтр нижних частот, первый амплитудный детектор, первый интегратор, первый компаратор; высокочастотный канал, в состав которого входят последовательно соединенные фильтр

40 верхних частот, второй амплитудный детектор, второй интегратор, второй компаратор; блок определения временных характеристик сигналов и блок формирования сигнала тревоги, выход чувствительного элемента соединен с входом усилителя, выходы первого и второго компараторов соединены, соответственно, с первым и вторым входами блока определения временных характеристик сигналов, первый выход которого соединен с

45 входом блока формирования сигнала тревоги, выход которого является выходом устройства, в пульт постовой введены канал промежуточной частоты и блок индикации, канал промежуточной частоты содержит последовательно соединенные полосовой фильтр, третий амплитудный детектор, третий интегратор и третий компаратор, усилитель выполнен трехкаскадным, причем выход первого каскада усилителя подключен к входу

50 фильтра нижних частот низкочастотного канала, выход второго каскада усилителя подключен к входу фильтра верхних частот высокочастотного канала, выход третьего каскада усилителя подключен к входу полосового фильтра канала промежуточной частоты, блок определения временных характеристик сигналов обеспечивает обработку сигналов по

каждому из трех каналов и содержит первый, второй и третий селекторы длительности, первый, второй, третий и четвертый счетчики импульсов, первый и второй одновибраторы, элемент НЕ, первый и второй триггеры, элемент И и элемент ИЛИ, при этом вход первого селектора длительности является первым входом блока определения временных

5 характеристик сигналов, вход второго селектора - третьим входом упомянутого блока, вход первого счетчика - вторым входом упомянутого блока, выход второго селектора соединен со входом второго счетчика и первого одновибратора для подсчета импульсов в течение интервала времени, заданного упомянутым одновибратором, выход первого

10 счетчика соединен со входом второго одновибратора для задания соответствующего интервала времени работы третьего и четвертого счетчиков и первого и второго триггеров, входы третьего счетчика и элемента НЕ соединены со вторым входом упомянутого блока, выход элемента НЕ через третий селектор длительности соединен со

15 входом четвертого счетчика, выходы третьего и четвертого счетчиков соединены со входами соответствующих триггеров для последующего формирования сигнала на выходе элемента И, входы элемента ИЛИ предназначены для сбора и передачи на группу входов блока индикации сигналов, сформированных в блоке определения временных характеристик сигналов по каждому из упомянутых частотных каналов, а выход элемента ИЛИ предназначен для формирования на первом выходе упомянутого блока обобщенного признака установленного воздействия на охраняемый физический барьер, подаваемого

20 также на блок индикации. В пульт постовой дополнительно введен блок контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента, включенный между выходом чувствительного элемента и входом усилителя, выходом подключенный через блок определения временных характеристик сигналов для формирования сигнала тревоги. Чувствительный элемент выполнен в виде сигнального шлейфа, включающего группу из последовательно

25 закрепленных на охраняемом физическом барьере  $n$  вибропреобразователей ВП1...ВП $n$ , первые выходы которых подключены к шине нулевого потенциала, вторые выходы каждого из преобразователей ВП1...ВП( $n-1$ ) соединены посредством сигнальной шины с третьими выходами каждого из преобразователей ВП2...ВП $n$ , соответственно, третий выход вибропреобразователя ВП1 через первый резистор подключен к шине нулевого

30 потенциала, второй выход вибропреобразователя ВП $n$  совместно с шиной нулевого потенциала подключены к входу блока контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента пульта постового, вторые и третьи выходы каждого вибропреобразователя объединены внутри его корпуса. Для соединения вибропреобразователей в сигнальный шлейф использованы коммутационные коробки, установленные на объекте охраны.

35 Сущность изобретения поясняется фиг.1-5, на которых изображено следующее. На фиг.1 приведена структурная схема устройства, в которой введены обозначения: чувствительный элемент - 1; пульт постовой - 2; усилитель - 3; сигнальный процессор - 4; блок определения временных характеристик сигналов - 5; блок формирования сигнала тревоги - 6; фильтр нижних частот - 7; фильтр верхних частот - 8; полосовой фильтр - 9; первый, второй и третий амплитудные детекторы - 10, 11 и 12 соответственно;

40 первый, второй и третий интеграторы - 13, 14 и 15 соответственно; первый, второй и третий компараторы - 16, 17 и 18 соответственно; блок контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента - 19; блок индикации - 20. Сигнальный процессор 4 объединяет группу элементов 5-18, функции которых могут быть реализованы в цифровом виде с

45 помощью микроконтроллера.

На фиг.2 изображен чувствительный элемент 1, подключенный к блоку контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента 19. Чувствительный элемент 1 состоит из  $n$  вибропреобразователей (ВП1...ВП $n$ ) - 21, соединенных в сигнальный шлейф, который заканчивается первым резистором 22. Каждый из вибропреобразователей 21 изображен в

50 виде пьезоэлемента, размещенного внутри корпуса вибропреобразователя, и имеет первый, второй и третий выходы, причем второй и третий выходы объединены внутри его корпуса. Электрическое соединение вибропреобразователей в сигнальный шлейф осуществляется внутри коммутационных коробок 23. В качестве примера на фиг.2

изображено подключение к сигнальному шлейфу двух вибропреобразователей внутри одной коммутационной коробки. Наиболее простейшая реализация блока контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента содержит второй фильтр нижних частот - 24; четвертый компаратор - 25; второй и третий резисторы - 26 и 27 соответственно;

5 конденсатор - 28.

На фиг.3 приведен пример формирования трех каналов обработки информации в частотной области для вибропреобразователя, выполненного на основе пьезокерамики.

На фиг.4 изображены примеры реализации блока определения временных характеристик сигналов 5, блока формирования сигнала тревоги 6 и блока индикации 20.

10 Блок определения временных характеристик сигналов 5 содержит первый, второй и третий селекторы длительности - 29, 30 и 31 соответственно; первый, второй, третий и четвертый счетчики импульсов - 32, 33, 34 и 35 соответственно; первый и второй  
 15 одновибраторы - 36 и 37 соответственно; элемент НЕ - 38; первый и второй триггеры - 39 и 40 соответственно; элемент И - 41; элемент ИЛИ - 42. Блок формирования сигнала тревоги 6 содержит третий одновибратор - 43; электронный ключ - 44. Блок индикации 20  
 20 содержит четвертый одновибратор - 45; регистр индикации - 46; усилители индикации - 47; светоизлучающие элементы индикации - Л1, Л2, Л3 и Л4 соответственно.

На фиг.5 приведены временные диаграммы, поясняющие принцип работы устройства.

20 Временные диаграммы сигналов на выходах элементов обозначены соответствующими им цифрами.

Работа устройства заключается в обнаружении закрепленным на охраняемом физическом барьере чувствительным элементом характерных вибрационных сигналов при попытках разрушения физического барьера и формировании пультом постовым сигнала тревоги. В качестве охраняемого физического барьера могут быть различные типы

25 периметровых заграждений (сетчатые, решетчатые, проволочные), ворота, калитки, щиты, шлагбаумы, шлюзы, решетки на оконных и дверных проемах зданий, оболочки ангаров и хранилищ, перегородки (переборки), задвижки, люки, запорные (замковые) устройства, ружейные пирамиды, шкафы, сейфы и другие сооружения. В качестве чувствительного  
 30 элемента используется набор отдельных (дискретных) вибропреобразователей, объединенных определенным образом в сигнальный шлейф. Каждый вибропреобразователь устанавливается (жестко закрепляется) на локальном участке  
 35 физического барьера охраняемого объекта и регистрирует характерные вибрации этого участка, формируя, таким образом, локальную зону чувствительности. При охране протяженных объектов (например, периметровых заграждений) вибропреобразователи  
 40 чувствительного элемента располагаются таким образом, чтобы соседние локальные зоны чувствительности соприкасались или перекрывали друг друга. При обнаружении разрушающего воздействия на любом из локальных участков пульт постовой формирует  
 45 сигнал тревоги.

Заявленное устройство имеет новые существенные свойства, заключающиеся в  
 40 обеспечении функции непрерывного контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента, а также в обнаружении попыток разрушения охраняемого физического барьера с идентификацией методов разрушающего воздействия: подрыва (или сильного удара), перепиливания (или сверления) и перерубания (проламывания). Устройство предназначено  
 45 для контроля разрушающих воздействий на металлоконструкциях, однако с некоторыми допущениями изделие может использоваться и для охраны конструкций, изготовленных из  
 50 других материалов (например, для кирпичных заграждений можно выявлять только подрыв и проламывание). Следует отметить, что предложенное устройство может найти  
 дополнительное применение для охраны объектов трубопроводного транспорта с целью предотвращения хищения газо- и нефтепродуктов.

Устройство работает следующим образом. Чувствительный элемент 1 (фиг.1, 2)  
 50 объединяет n вибропреобразователей 21, размещенных на физическом барьере объекта охраны и соединенных в сигнальный шлейф. Вибропреобразователи 21 могут быть реализованы на одном из физических принципов преобразования механических колебаний

в электрический сигнал: пьезоэлектрическом, электромагнитном, волоконно-оптическом, емкостном или комбинированном. При разрушающих воздействиях на элементы физического барьера в зоне расположения вибропреобразователей 21 в чувствительном элементе 1 возникает электрический сигнал, который с выхода одного или нескольких

5 вибропреобразователей по линиям связи сигнального шлейфа передается в пульт постовой 2 и поступает на вход блока контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента 19. Далее, электрический сигнал проходит транзитом через блок контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента 19, усиливается трехкаскадным

10 усилителем 3 и поступает параллельно на входы трех каналов частотной обработки информации, частотные диапазоны которых изображены, например, на фиг.3. Группа последовательно соединенных элементов: первый фильтр нижних частот 7, первый амплитудный детектор 10, первый интегратор 13 и первый компаратор 16, образует

15 низкочастотный канал. Другая группа последовательно соединенных элементов: фильтр верхних частот 8, второй амплитудный детектор 11, второй интегратор 14 и второй компаратор 17, образует высокочастотный канал. Третья группа последовательно соединенных элементов: полосовой фильтр 9, третий амплитудный детектор 12, третий

20 интегратор 15 и третий компаратор 18, образует канал промежуточной частоты. В каждом из каналов происходит фильтрация сигналов соответствующим типом фильтров, амплитудное детектирование, интегрирование и сравнение выбросов амплитуд сигналов с пороговым уровнем (пороговые уровни  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  соответствующего канала изображены на фиг.5). Первый, второй и третий амплитудные детекторы выполнены на основе

25 однополупериодных выпрямителей. Первый, второй и третий интеграторы предназначены для устранения нежелательного «дребезга» и в простейшем виде могут быть выполнены на основе пассивной RC-цепи. Первый, второй и третий компараторы могут быть

Низкочастотный канал предназначен для выявления факта подрыва (взрыва) физического барьера или сильного одиночного удара (например, разрушающего удара по вибропреобразователю). Низкочастотный канал имеет наименьший (из трех каналов) коэффициент усиления  $K_1$  аналогового сигнала. При взрывном воздействии сигнал в

30 аналоговом тракте входит в насыщение и затем длительное время «рассасывается». Пример формы такого сигнала изображен на фиг.5 (диаграмма 7).

Канал промежуточной частоты предназначен для выявления разрушающего воздействия на элементы физического барьера путем их перепиливания (механическим режущим инструментом) или высверливания. Обычно этот процесс более продолжителен

35 по времени (чем подрыв или перерубание) и может проходить с меньшими прикладываемыми усилиями. При этом сигнал имеет, как правило, характерную волнообразную форму, приведенную в качестве примера на фиг.5 (диаграмма 9). Для выявления процесса перепиливания (сверления), проводимого скрытым образом (с меньшими усилиями), канал промежуточной частоты должен быть наиболее

40 чувствительным. Поэтому сигнал должен быть максимально усилен и для этого используется третий каскад усиления усилителя 3 с коэффициентом усиления  $K_3$ .

Высокочастотный канал предназначен для выявления разрушающего воздействия элементов физического барьера методом их перерубания (например, с помощью зубила и молотка). Для функционирования высокочастотного канала используется второй каскад

45 усиления усилителя 3 с коэффициентом усиления  $K_3$ . При этом в высокочастотном канале формируются чередующие во времени (в зависимости от ударов) сигналы с явно выраженной высокочастотной составляющей. Установлено, что паузы между сигналами также несут информативный признак и могут использоваться в данном устройстве при обработке сигналов. Пример сигнала при нанесении пяти ударов при перерубании

50 элементов конструкции в высокочастотном канале приведен на фиг.5 (диаграмма 8). На выходе второго компаратора 17 (фиг.5, диаграмма 17) при этом будут сформированы пять «пачек» импульсов с паузами между ними (на диаграмме помечены буквами a, b, c, d).

В блоке определения временных характеристик сигналов 5 продолжается процесс

обработки сигналов по каждому из трех каналов во временной области (фиг.4). Сигнал с выхода первого компаратора 16 низкочастотного канала поступает на вход первого селектора длительности 29, в котором «отсеиваются» импульсы, которые меньше по длительности некоторого определенного значения (например, менее 300 мс). Путем

5 изменения длительности селектирования импульсов можно подстроиться к различным типам используемых вибропреобразователей при выявлении сильного ударного воздействия.

Сигнал канала промежуточной частоты с выхода третьего компаратора 18 подается на вход второго селектора длительности 30 и далее с его выхода - на входы второго

10 счетчика импульсов 33 и первого одновибратора 36. Второй селектор длительности 30 пропускает на выход импульсы с длительностью, превышающей некоторое значение (например, 1 мс). Второй счетчик импульсов 33 подсчитывает их количество в течение интервала времени  $t_1$ , заданного первым одновибратором 36, выполняющего функцию таймера. Учитывая, что процесс перепиливания элементов металлоконструкций -

15 длительный процесс, модуль счета второго счетчика импульсов 33 должен быть достаточно большим (порядка 16-32), а интервал времени  $t_1$ , при котором разрешается подсчет импульсов - порядка 1-2 мин. Второй счетчик 33 по сути является счетчиком волн (всплесков) периодического колебательного процесса (фиг.5, диаграммы 9 и 18), возникающего при процессе перепиливания металлоконструкций. В примере,

20 изображенном на данных диаграммах, показана начальная стадия попытки перепиливания без формирования сигнала тревоги (подсчитано 11 импульсов вместо требуемых 16). Если бы процесс перепиливания продолжался, то при достижении 16 импульсов счета устройство выдало бы сигнал тревоги. Таким образом, варьируя параметрами элементов 30, 33 и 36, можно настроить изделие на выявление факта перепиливания

25 металлоконструкций с достаточным запасом помехоустойчивости устройства.

В высокочастотном канале сигнал с выхода второго компаратора 17 (фиг.5, диаграмма 17) в блоке определения временных характеристик сигналов 5 обрабатывается группой элементов: 31, 32, 34, 35, 37-41. Первый счетчик импульсов 32 (например, с модулем

30 счета, равным трем) выполняет роль дополнительного фильтра и определяет начало процесса обработки сигнала во времени. Сигнал переноса с выхода первого счетчика импульсов 32 запускает второй одновибратор 37, который выполняет функцию таймера и формирует разрешающий сигнал анализа длительностью  $t_2$  (например,  $t_2=10$  с). В течение действия этого сигнала разрешается работа элементов: 34, 35, 39 и 40. По окончании действия сигнала разрешения анализа третий 34 и четвертый 35 счетчики

35 импульсов обнуляются, а первый 39 и второй 40 триггеры сбрасываются. Сигнал с выхода второго компаратора 17 одновременно поступает также на вход третьего счетчика импульсов 34 и на вход элемента НЕ 38, который инвертирует анализируемый сигнал. Третий счетчик импульсов 34 имеет модуль счета, равный 8-16, и подсчитывает количество импульсов за время  $t_2$ . На фиг.5 (диаграммы 17 и 34) изображено

40 формирование импульса переноса (диаграмма 34) при подсчете двенадцати импульсов. Инвертированный сигнал с выхода элемента НЕ 38, пройдя через третий селектор длительности 31, настроенный на выделение «пауз», отмеченных буквами a, b, c, d на фиг.5 (диаграмма 17), поступает на вход четвертого счетчика импульсов 35 (счетчика «пауз»), который имеет модуль счета, соответствующий количеству подсчитываемых

45 «пауз» (например, равный трем). На фиг.5 (диаграмма 35) изображен соответствующий сигнал переноса четвертого счетчика импульса 35 при подсчете им трех «пауз» анализируемого сигнала. Импульсы переноса третьего 34 и четвертого 35 счетчиков импульсов взводят соответственно первый 39 и второй 40 триггеры и расширяются до момента окончания интервала времени  $t_2$ . Одновременное наличие в структуре сигнала

50 определенного количества импульсов и «пауз» за время  $t_2$  приводит к формированию сигнала на выходе элемента И 41 (фиг.5, диаграмма 41), который является признаком перерубания металлоконструкций. Элемент ИЛИ 42 предназначен для сбора сигналов - признаков выявленных воздействий по трем каналам.

Таким образом, в результате анализа на выходе блока определения временных характеристик 5 формируется обобщенный признак установленного воздействия нарушителя на охраняемый физический барьер, который поступает на вход блока формирования сигнала тревоги 6. Этот блок является исполнительным сигнализационным устройством и в простейшем виде состоит из третьего одновибратора 43 (задатчика времени сигнала тревоги) и электронного ключа 44, замыкающего (или размыкающего) внешнюю электрическую цепь. Длительность сигнала тревоги выбирается из условия сопряжения с системами сбора и обработки информации (ССОИ), применяемыми на объектах охраны, и составляет, как правило, 3-4 с.

Для индикации выявленных воздействий на физический барьер в устройство введен блок индикации 20 (фиг.4), в котором имеются светоизлучающие элементы индикации Л1-Л4 с соответствующими усилителями 47. Загорание соответствующего индикатора означает следующее:

Л1 - подрыв или удар по вибропреобразователю;

Л2 - перепиливание или сверление;

Л3 - перерубание или пролом;

Л4 - неисправность чувствительного элемента (обрыв, короткое замыкание).

Учитывая, что сигналы - признаки воздействия могут быть короткими, а также разными по длительности и моментам возникновения, в блоке индикации 20 используются регистр индикации 46 и четвертый одновибратор 45, который задает необходимое для службы охраны время индикации.

Контроль обрыва и замыкания чувствительного элемента 1 происходит следующим образом. В простейшем виде блок контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента 19 представлен на фиг.3. В чувствительном элементе 1 создается постоянный ток, протекающий по следующей цепи: от источника питания  $+E_{пит}$  блока 19 через второй резистор 26, через первый резистор 22, расположенный в коммутационной коробке 23 дальнего в сигнальном шлейфе вибропреобразователя 21, через шину нулевого потенциала к месту ее заземления в блоке контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента 19. Обычно величина этого тока имеет небольшое значение (порядка 10-200 мкА). При этом первым 22 и вторым 26 резисторами образуется резистивный делитель, обеспечивающий некоторое падение потенциала на втором резисторе 26. Это напряжение подается на второй фильтр нижних частот 24 и далее - на вход четвертого компаратора 25. При нормальном состоянии чувствительного элемента 1 пороговый уровень четвертого компаратора 25 выбирается таким образом, чтобы на его выходе отсутствовал сигнал. При обрыве или замыкании в цепи чувствительного элемента 1 изменяется величина тока и соответствующее падение напряжения на втором резисторе 26, что приводит к срабатыванию четвертого компаратора 25, на выходе которого появляется сигнал единичного уровня. Этот сигнал передается в блок определения временных характеристик сигналов 5 сигнального процессора 4 и приводит к формированию сигнала тревоги. Второй фильтр нижних частот 24 имеет частоту среза не более 1 Гц и предназначен для исключения попадания переменного (полезного) сигнала с выхода чувствительного элемента 1 на вход четвертого компаратора 25. Конденсатор 28 и третий резистор 27 представляют собой разделительную цепь для исключения подачи постоянного напряжения ( $+E_{пит}$ ) на вход усилителя 3.

Все элементы, используемые для реализации устройства, являются общеизвестными. Первый, второй и третий селекторы длительности могут быть реализованы различными вариантами, наиболее простейшим из которых является сдвигающий регистр (например, 564ИР2). При этом импульсные входные сигналы подаются на его инвертирующий R-вход, тактовая частота подается на С-вход, на D-вход подается потенциал уровня логической единицы, а выходом является один из Q-выходов сдвигающего регистра. Требуемое время селекции определяется тактовой частотой и выбором одного из Q-выходов сдвигающего регистра. Функции сигнального процессора 4 могут быть реализованы с помощью микроконтроллера, например, типа CY8C27443 фирмы «Cypress Micro Systems».

Введенные нами в известное устройство дополнительные признаки и функциональные связи позволяют придать заявленному устройству новые существенные свойства: возможность обнаружения и идентификации методов разрушающего воздействия, обеспечение непрерывного контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента.

5 Использование низкочастотного и высокочастотного каналов, а также канала промежуточной частоты при обработке информации позволяет в целом увеличить надежность обнаружения и увеличить помехоустойчивость устройства к широкому спектру разнообразных помех и шумов.

10

#### Формула изобретения

1. Виброметрическое устройство тревожной сигнализации, содержащее чувствительный элемент, закрепленный на охраняемом физическом барьере и соединенный проводной линией с пультом постовым, содержащим усилитель; низкочастотный канал, в состав которого входят последовательно соединенные фильтр нижних частот, первый

15 амплитудный детектор, первый интегратор, первый компаратор; высокочастотный канал, в состав которого входят последовательно соединенные фильтр верхних частот, второй амплитудный детектор, второй интегратор, второй компаратор; блок определения временных характеристик сигналов и блок формирования сигнала тревоги, выход чувствительного элемента соединен со входом усилителя, выходы первого и второго

20 компараторов соединены, соответственно, с первым и вторым входами блока определения временных характеристик сигналов, первый выход которого соединен с входом блока формирования сигнала тревоги, выход которого является выходом устройства, отличающееся тем, что в пульт постовой введены канал промежуточной частоты и блок индикации, канал промежуточной частоты содержит последовательно соединенные

25 полосовой фильтр, третий амплитудный детектор, третий интегратор и третий компаратор, усилитель выполнен трехкаскадным, причем выход первого каскада усилителя подключен к входу фильтра нижних частот низкочастотного канала, выход второго каскада усилителя подключен к входу фильтра верхних частот высокочастотного канала, выход третьего каскада усилителя подключен к входу полосового фильтра канала промежуточной частоты,

30 блок определения временных характеристик сигналов обеспечивает обработку сигналов по каждому из трех каналов и содержит первый, второй и третий селекторы длительности, первый, второй, третий и четвертый счетчики импульсов, первый и второй одновибраторы, элемент НЕ, первый и второй триггеры, элемент И и элемент ИЛИ, при этом вход первого селектора длительности является первым входом блока определения временных сигналов,

35 вход второго селектора - третьим входом упомянутого блока, вход первого счетчика - вторым входом упомянутого блока, выход второго селектора соединен со входом второго счетчика и первого одновибратора для подсчета импульсов в течение интервала времени заданного упомянутым одновибратором, выход первого счетчика соединен со входом второго одновибратора для задания соответствующего интервала времени работы

40 третьего и четвертого счетчиков и первого и второго триггеров, входы третьего счетчика и элемента НЕ соединены со вторым входом упомянутого блока, выход элемента НЕ через третий селектор длительности соединен со входом четвертого счетчика, выходы третьего и четвертого счетчиков соединены со входами соответствующих триггеров для последующего формирования сигнала на выходе элемента И, входы элемента ИЛИ

45 предназначены для сбора и передачи на группу входов блока индикации сигналов, сформированных в блоке определения временных характеристик сигналов по каждому из упомянутых частотных каналов, а выход элемента ИЛИ предназначен для формирования на первом выходе упомянутого блока обобщенного признака установленного воздействия на охраняемый физический барьер, подаваемого также на блок индикации.

50 2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в пульт постовой дополнительно введен блок контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента, включенный между выходом чувствительного элемента и входом усилителя, выходом подключенный через блок определения временных характеристик сигналов для формирования сигнала тревоги.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что чувствительный элемент выполнен в виде сигнального шлейфа, включающего группу из  $n$  последовательно закрепленных на охраняемом физическом барьере вибропреобразователей ВП1...ВП $n$ , первые выходы которых подключены к шине нулевого потенциала, вторые выходы каждого из преобразователей ВП1...ВП( $n-1$ ) соединены посредством сигнальной шины с третьими выходами каждого из преобразователей ВП2...ВП $n$ , соответственно, третий выход вибропреобразователя ВП1 через первый резистор подключен к шине нулевого потенциала, второй выход вибропреобразователя ВП $n$  совместно с шиной нулевого потенциала подключены к входу блока контроля обрыва и замыкания чувствительного элемента пульта постового, вторые и третьи выходы каждого вибропреобразователя объединены внутри его корпуса.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что для соединения вибропреобразователей в сигнальный шлейф использованы коммутационные коробки, установленные на объекте охраны.

15

20

25

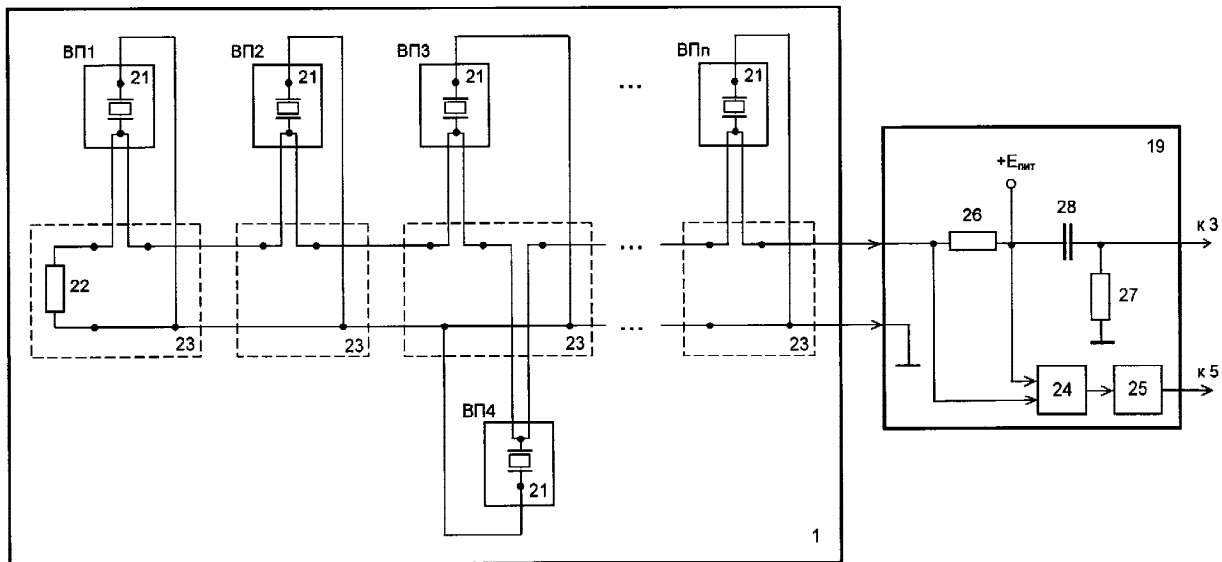
30

35

40

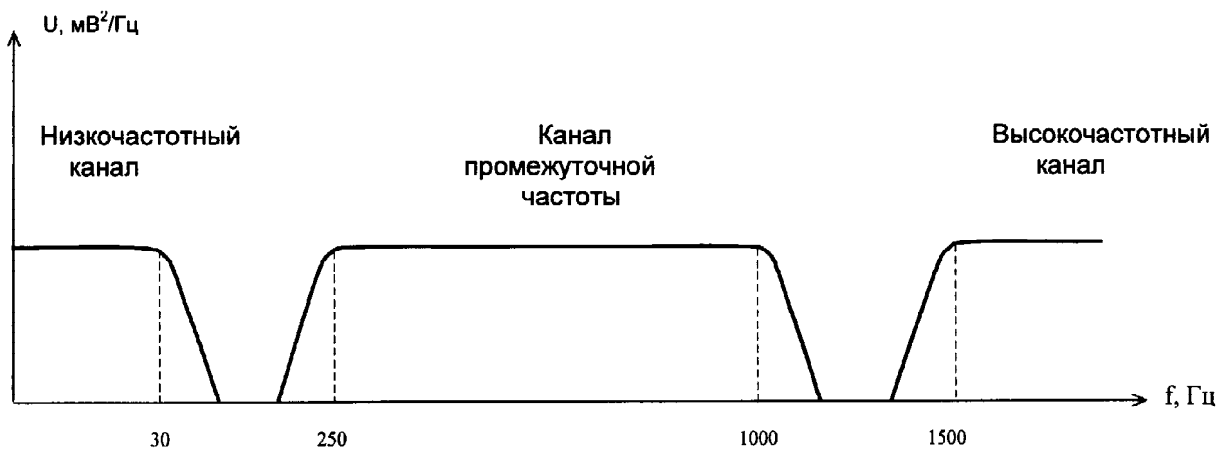
45

50

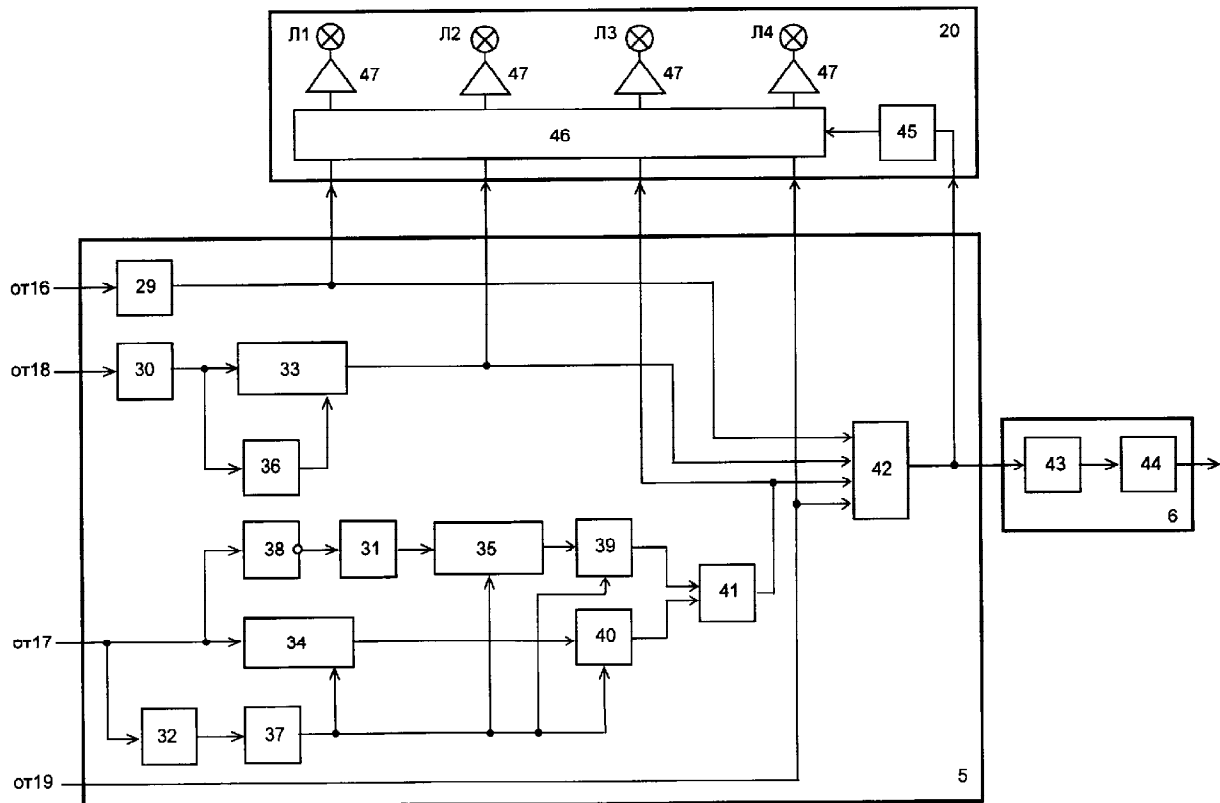


ВП1 ... ВПn - вибропреобразователи

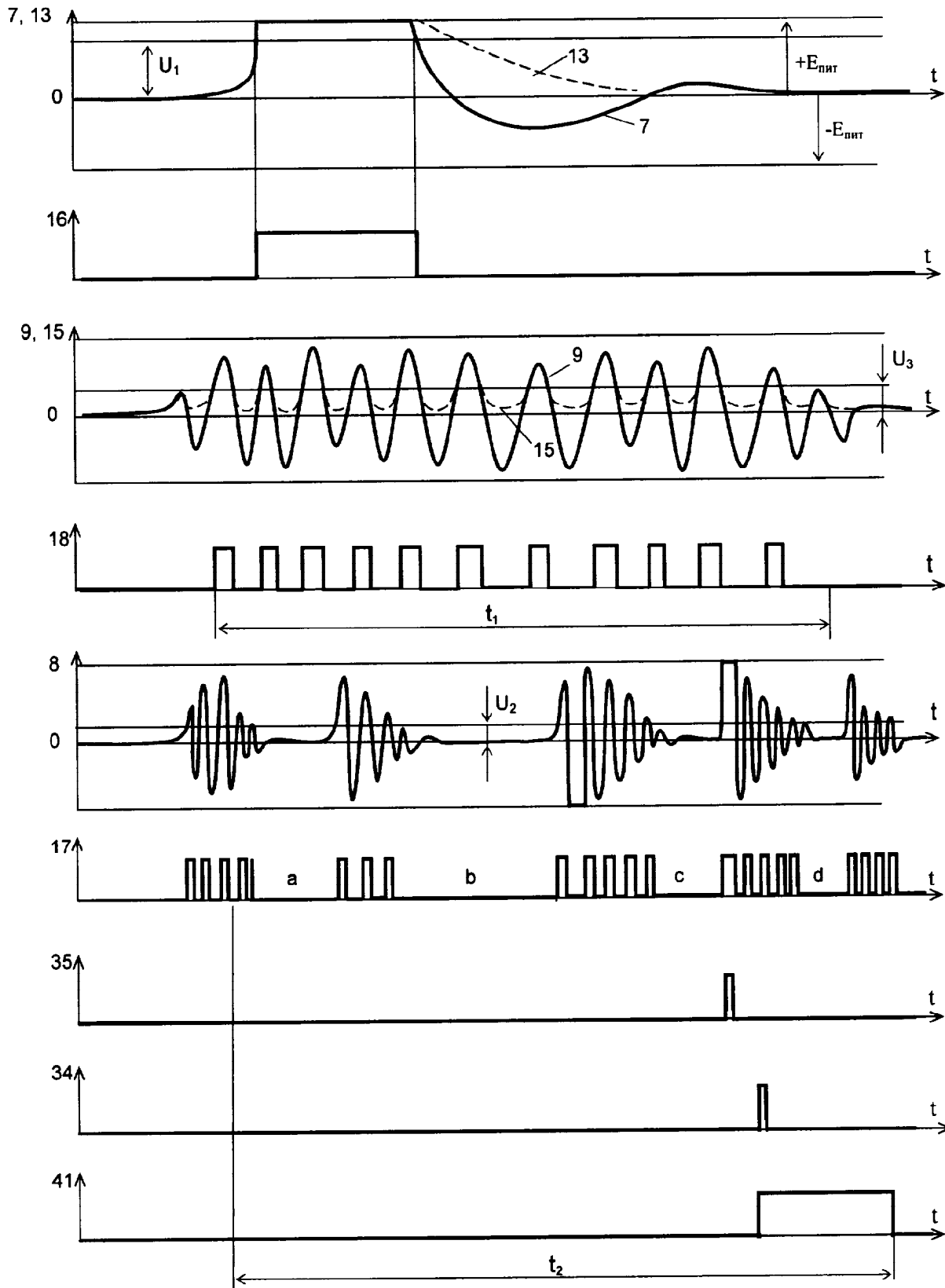
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5