

**ОПИСАНИЕ  
ПОЛЕЗНОЙ  
МОДЕЛИ К  
ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **6075**  
(13) **U**  
(46) **2010.04.30**  
(51) МПК (2009)  
**G 01V 1/00**

(54)

**УСТРОЙСТВО ИНЖЕНЕРНОЙ РАЗВЕДКИ**

(21) Номер заявки: u 20090510

(22) 2009.06.19

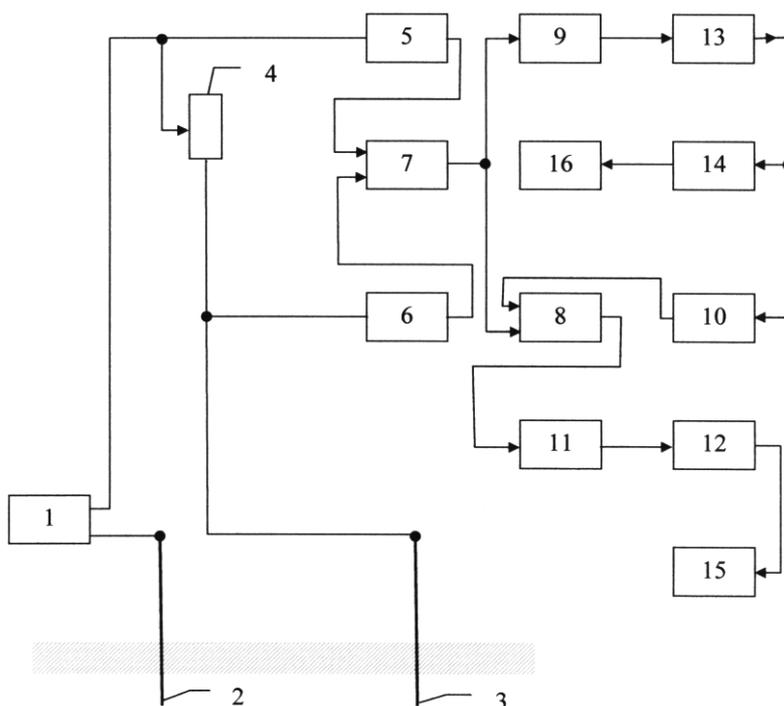
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Военная академия Республики Бе-  
ларусь" (ВУ)

(72) Авторы: Воинов Валерий Васильевич;  
Шавров Геннадий Петрович; Карпо-  
вич Елена Леонидовна; Белько Юрий  
Валерьевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Военная академия Республи-  
ки Беларусь" (ВУ)

(57)

Устройство инженерной разведки, содержащее введенные в грунт первый и второй электроды, регулируемый источник тока, переменный резистор нагрузки, первый и второй регулируемые усилители, дифференциальный усилитель, согласующее устройство, квадратичный детектор, первый и второй интеграторы, пороговое устройство, первый и второй индикаторы; в котором первый полюс регулируемого источника тока подключен к первому электроду; переменный резистор нагрузки подключен ко второму полюсу регулируемого источника тока и второму электроду; вход первого регулируемого усилителя соединен со вторым полюсом регулируемого источника тока, а его выход соединен с первым входом первого дифференциального усилителя; вход второго регулируемого усилителя соединен со вторым электродом, а его выход соединен со вторым входом первого



**ВУ 6075 U 2010.04.30**

# BY 6075 U 2010.04.30

дифференциального усилителя; квадратичный детектор, первый интегратор и первый индикатор соединены последовательно в порядке перечисления; выход первого дифференциального усилителя соединен последовательно в порядке перечисления с первым согласующим устройством, вторым интегратором, с пороговым устройством и вторым индикатором, **отличающееся** тем, что в него включены второе согласующее устройство и второй дифференциальный усилитель, причем выход второго интегратора соединен с входом второго согласующего устройства, а выход второго согласующего устройства соединен со вторым входом второго дифференциального усилителя, первый вход которого соединен с выходом первого дифференциального усилителя, а выход второго дифференциального усилителя соединен с входом квадратичного детектора.

(56)

1. Патент РБ 1862 на полезную модель, МПК G 01V 3/00, 2004.
2. Патент РБ 4824 на полезную модель, МПК G 01V 3/00, 2008.

---

Полезная модель относится к геофизике, а именно к области исследования физических явлений, происходящих в земной коре, и может быть использована для обнаружения источника микросейсмических волн при проведении инженерной разведки в условиях внешних воздействий.

Известно устройство обнаружения источника микросейсмических волн [1], содержащее введенные в грунт первый и второй электроды, источник тока, переменный резистор нагрузки, первый и второй регулируемые усилители, дифференциальный усилитель, квадратичный детектор, интегратор и индикатор; в котором первый полюс источника тока подключен к первому электроду; переменный резистор нагрузки подключен ко второму полюсу источника тока и второму электроду; вход первого регулируемого усилителя соединен со вторым полюсом источника тока, а его выход соединен с первым входом дифференциального усилителя; вход второго регулируемого усилителя соединен со вторым электродом, а выход - со вторым входом дифференциального усилителя; выход дифференциального усилителя, квадратичный детектор, интегратор и индикатор соединены последовательно в порядке перечисления.

Однако недостатком известного устройства является низкая чувствительность из-за наличия составляющей шума, вызванной дрейфом сопротивления грунта при постоянно изменяющихся внешних воздействиях.

Наиболее близким по совокупности признаков к заявляемому устройству является устройство обнаружения источника микросейсмических волн [2], содержащее введенные в грунт первый и второй электроды, регулируемый источник тока, переменный резистор нагрузки, первый и второй регулируемые усилители, дифференциальный усилитель, согласующее устройство, квадратичный детектор, первый и второй интеграторы, пороговое устройство, первый и второй индикаторы; в котором первый полюс регулируемого источника тока подключен к первому электроду; переменный резистор нагрузки подключен ко второму полюсу регулируемого источника тока и второму электроду; вход первого регулируемого усилителя соединен со вторым полюсом регулируемого источника тока, а его выход соединен с первым входом дифференциального усилителя; вход второго регулируемого усилителя соединен со вторым электродом, а выход соединен со вторым входом дифференциального усилителя; выход дифференциального усилителя, квадратичный детектор, первый интегратор и первый индикатор соединены последовательно в порядке перечисления, выход дифференциального усилителя соединен с входом согласующего устройства, последовательно соединенного в порядке перечисления со вторым интегратором, пороговым устройством и вторым индикатором.

## ВУ 6075 U 2010.04.30

Недостатком этого устройства является низкая чувствительность при наличии постоянного дрейфа сопротивления грунта, вызванного непрерывно изменяющимися внешними воздействиями.

Задачей полезной модели является повышение чувствительности устройства в условиях непрерывно изменяющихся внешних воздействий.

Техническим результатом осуществления полезной модели является повышение чувствительности на 10 %.

Для решения поставленной задачи при осуществлении полезной модели в устройство инженерной разведки, содержащее введенные в грунт первый и второй электроды, регулируемый источник тока, переменный резистор нагрузки, первый и второй регулируемые усилители, дифференциальный усилитель, согласующее устройство, квадратичный детектор, первый и второй интеграторы, пороговое устройство, первый и второй индикаторы; в котором первый полюс регулируемого источника тока подключен к первому электроду; переменный резистор нагрузки подключен ко второму полюсу регулируемого источника тока и второму электроду; вход первого регулируемого усилителя соединен со вторым полюсом регулируемого источника тока, а его выход соединен с первым входом первого дифференциального усилителя; вход второго регулируемого усилителя соединен со вторым электродом, а его выход соединен со вторым входом первого дифференциального усилителя, квадратичный детектор, первый интегратор и первый индикатор соединены последовательно в порядке перечисления; выход первого дифференциального усилителя соединен последовательно в порядке перечисления с первым согласующим устройством, вторым интегратором, с пороговым устройством и вторым индикатором, включены второе согласующее устройство и второй дифференциальный усилитель, причем выход второго интегратора соединен с входом второго согласующего устройства, а выход второго согласующего устройства соединен со вторым входом второго дифференциального усилителя, первый вход которого соединен с выходом первого дифференциального усилителя, а выход второго дифференциального усилителя соединен с входом квадратичного детектора.

Схема заявляемого устройства показана на фигуре.

Обозначения на фигуре следующие:

1 - регулируемый источник питания, например соединенные последовательно трансформатор и двухполупериодный выпрямитель;

2, 3 - первый и второй соответственно введенные в грунт электроды;

4 - переменный резистор нагрузки;

5, 6 - соответственно первый и второй регулируемые усилители, выполненные, например, на микросхемах К140УД8;

7, 8 - первый и второй соответственно дифференциальные усилители, выполненные, например, на микросхемах К140УД4;

9, 10 - первое и второе соответственно согласующие устройства, например усилители, выполненные на микросхемах К140УД8;

11 - квадратичный детектор, выполненный, например, на микросхеме К140УД7;

12, 13 - первый и второй интеграторы соответственно, выполненные, например, на микросхемах К140УД6;

14 - пороговое устройство, например компаратор на микросхеме К140УД1;

15, 16 - первый и второй индикаторы соответственно, например, стрелочные.

Принцип работы устройства заключается в следующем. В измерительной цепи, состоящей из последовательно соединенных регулируемого источника тока 1, введенных в грунт первого 2, второго 3 электродов и переменного резистора нагрузки 4, течет ток. Этот ток создает напряжения на сопротивлениях резистора нагрузки  $R_n$  и сопротивлении межэлектродного промежутка  $R_r$ . Эти напряжения усиливаются соответственно регулируемые усилителями 5 и 6. С выходов регулируемых усилителей 5 и 6 сигналы подаются

## ВУ 6075 U 2010.04.30

на первый и второй входы первого дифференциального усилителя 7. Флуктуации тока регулируемого источника 1 создают синфазные флуктуации напряжения на обоих сопротивлениях. Поэтому при равенстве коэффициентов усиления регулируемых усилителей 5 и 6 и выполнении условия:

$$R_r = R_n, \quad (1)$$

напряжение на выходе дифференциального усилителя 7 минимально, так как шумы источника тока устраняются.

Поэтому после установки устройства обнаружения источника микросейсмических волн добиваются выполнения условия (1) регулировкой переменного резистора 4. Коэффициенты усиления регулируемых усилителей 5 и 6 изменяют до их равенства, что отмечают по минимальной величине сигнала на выходе первого дифференциального усилителя 7.

Проходящая в межэлектродном промежутке микросейсмическая волна модулирует сопротивление межэлектродного промежутка  $R_r$ .

Создаваемые при этом флуктуации напряжения на сопротивлениях резистора нагрузки  $R_n$  и межэлектродного промежутка  $R_r$  имеют противоположные знаки. Поэтому их величины складываются первым дифференциальным усилителем 7. Максимальная величина сигнала на выходе первого дифференциального усилителя 7 соответствует условию (1).

Сигнал с выхода первого дифференциального усилителя 7 поступает на последовательно соединенные в порядке перечисления первое согласующее устройство 9, второй интегратор 13, пороговое устройство 14 и второй индикатор 16.

Если сопротивление межэлектродного промежутка  $R_r$  не зависит от напряжения на нем, то выходное напряжение первого дифференциального усилителя 7 представляет собой центрированный стационарный случайный процесс, а напряжение на выходе второго интегратора 13 равно нулю. При наличии зависимости  $R_r$  от напряжения наблюдается медленный дрейф величины этого сопротивления. Напряжение на выходе второго интегратора 13 становится отличным от нуля, что приводит к срабатыванию порогового устройства 14 и индикатора 16. Уменьшением напряжения регулируемого источника тока добиваются устранения дрейфа величины  $R_r$ , при этом напряжение на выходе второго интегратора 13 становится равно нулю, пороговое устройство 14 перестает подавать напряжение на вход второго индикатора 16, а его показания прекращаются.

Однако существует целый ряд физических процессов, которые вызывают постоянный дрейф сопротивления межэлектродного промежутка  $R_r$ . К ним относятся: изменение влажности грунта в межэлектродном промежутке, пластические деформации грунта межэлектродного промежутка, изменение плотности заряда поверхности межэлектродного промежутка и т.д.

Эти процессы развиваются под воздействием различных внешних факторов: дождя, грозы, перепадов температуры, движения транспорта вблизи измерительного устройства, взрывов и т.д.

В результате на выходе первого дифференциального усилителя 7 появляется медленно изменяющаяся составляющая сигнала, уменьшающая чувствительность устройства.

Для ее устранения в устройстве-прототипе требуется непрерывная регулировка сопротивления нагрузки 4, что практически невыполнимо.

В заявленном устройстве напряжение с выхода второго интегратора 13 через второе согласующее устройство 10 подается на второй вход второго дифференциального усилителя 8, на первый вход которого подается напряжение с выхода первого дифференциального усилителя 7, которое равно:

$$u_7 = \tilde{u} + u_{др}, \quad (2)$$

где  $\tilde{u}$  - стационарная случайная составляющая сигнала,  $u_{др}$  - среднее значение составляющей сигнала, которая вызвана дрейфом сопротивления грунта. Величина  $u_{др}$  за время измерения практически не изменяется.

# BY 6075 U 2010.04.30

Поэтому на выходе второго интегратора 13 действует напряжение:

$$u_{13} = \alpha u_{др}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  - коэффициент пропорциональности.

Согласующее устройство 14 обеспечивает выходное напряжение

$$u_{14} = u_{др}. \quad (4)$$

Следовательно, на выходе второго дифференциального усилителя 8 действует напряжение

$$u_8 = u_7 - u_{13} = \tilde{u}, \quad (5)$$

которое отражает центрированный случайный процесс, исключая медленно изменяющуюся составляющую, вызванную дрейфом сопротивления грунта.

Напряжение  $u_8$  с выхода второго дифференциального усилителя 8 поступает на вход квадратичного детектора 11 и детектируется. С выхода квадратичного детектора 11 напряжение поступает на вход первого интегратора 12, и после интегрирования с его выхода напряжение поступает на вход первого стрелочного индикатора 15.

В устройстве-прототипе первый индикатор 15 индицирует величину дисперсии напряжения  $u_7$ :

$$u_{15} = \langle \tilde{u}^2 \rangle + u_{др}^2, \quad (6)$$

в которой полезным сигналом является величина  $\langle \tilde{u}^2 \rangle$ .

Поэтому погрешность измерения в процентах составляет

$$\varepsilon = \frac{u_{др}^2}{\langle \tilde{u}^2 \rangle} \cdot 100 \% \quad (7)$$

и в различных условиях может достигать 14-18 %.

Заявляемое устройство регистрирует только величину  $\tilde{u}^2$ , что уменьшает погрешность измерения, а следовательно, увеличивает чувствительность устройства в среднем на 10 %.

Таким образом, за счет того что в устройство обнаружения источника микросейсмических волн включены второе согласующее устройство и второй дифференциальный усилитель, соединенные последовательно, вход второго согласующего устройства соединен с выходом второго интегратора, а выход - со вторым входом второго дифференциального усилителя, первый вход которого соединен с выходом первого дифференциального усилителя, а выход - со входом квадратичного детектора, чувствительность устройства в условиях неблагоприятных внешних воздействий повышается в среднем на 10 % по сравнению с устройством-прототипом.