

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

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **4653**
(13) **U**
(46) **2008.08.30**
(51) МПК (2006)
G 01V 3/00

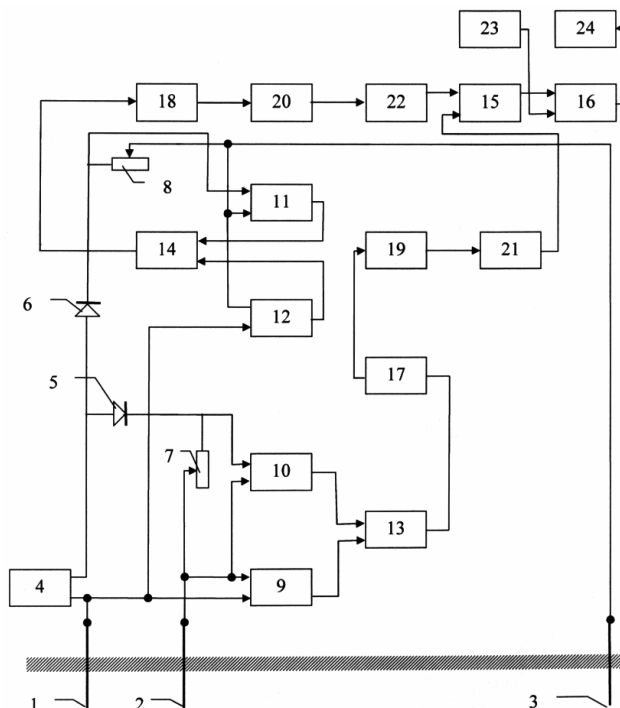
(54) **УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ИСТОЧНИКА
МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН**

(21) Номер заявки: u 20080223
(22) 2008.03.20
(71) Заявитель: Учреждение образования
"Военная академия Республики Бе-
ларусь" (ВУ)

(72) Авторы: Воинов Валерий Васильевич;
Карпович Елена Леонидовна; Шавров
Геннадий Петрович (ВУ)
(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Военная академия Республи-
ки Беларусь" (ВУ)

(57)

Устройство определения дальности источника микросейсмических волн, содержащее введенные в грунт первый и второй электроды, первый переменный резистор нагрузки, первый и второй регулируемые усилители, первый дифференциальный усилитель, первый квадратичный детектор, первый интегратор и индикатор, в котором первый полюс источника тока подключен к первому электроду; вход второго регулируемого усилителя и подвижный контакт первого переменного резистора нагрузки подключены ко второму электроду; выходы первого и второго регулируемых усилителей подключены к первому и второму входам первого дифференциального усилителя соответственно; выход первого



ВУ 4653 U 2008.08.30

дифференциального усилителя, первый квадратичный детектор и первый интегратор соединены последовательно в порядке перечисления; **отличающееся** тем, что в него включены третий введенный в грунт электрод, первый и второй диоды, второй переменный резистор нагрузки, третий и четвертый регулируемые усилители, второй, третий и четвертый дифференциальные усилители, второй квадратичный детектор, второй интегратор, первый и второй логарифмические усилители, источник эталонного напряжения; причем входы первого и второго диодов подключены ко второму полюсу источника тока; выходы первого и второго диодов соединены с неподвижными контактами первого и второго переменных резисторов нагрузки и с входами первого и третьего регулируемых усилителей соответственно; вход четвертого регулируемого усилителя и подвижный контакт второго переменного резистора нагрузки соединены с третьим введенным в грунт электродом; выходы третьего и четвертого регулируемых усилителей соединены с первым и вторым входами второго дифференциального усилителя соответственно; выход второго дифференциального усилителя, второй квадратичный детектор, второй интегратор соединены последовательно в порядке перечисления; выходы первого и второго интеграторов соединены соответственно со входами первого и второго логарифмических усилителей; выход первого логарифмического усилителя соединен со вторым входом третьего дифференциального усилителя, а выход второго логарифмического усилителя соединен с первым входом третьего дифференциального усилителя; выход третьего дифференциального усилителя соединен с первым входом четвертого дифференциального усилителя, второй вход которого соединен с выходом источника эталонного напряжения; выход четвертого дифференциального усилителя соединен со входом индикатора.

(56)

1. А. с. СССР 1182462, МПК G 01V 3/00 // Бюл. № 36. - 30.09.85.
2. Патент 1862 на полезную модель Республики Беларусь, МПК G 01 2004 // Официальный бюллетень.
3. Жданов М.С. Электроразведка. - М.: Недра, 1986. - 316 с. - С. 104.
4. Физический энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия, 1965. Т 4. - 592 с. - С. 507.

Полезная модель относится к геофизике, а именно к области исследования физических явлений, происходящих в земной коре, и может быть использована для определения дальности поверхностного источника микросейсмических волн.

Известно устройство, реализующее способ предсказания времени наступления землетрясения [1], включающее источник тока, введенные в грунт электроды и устройство измерения мощности шума тока в земной коре.

Однако недостатком известного устройства является ограниченность технических возможностей, так как с его помощью невозможно определить дальность источника микросейсмических волн.

Наиболее близким по совокупности признаков к заявляемому устройству является устройство обнаружения источника микросейсмических волн, 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,

ВУ 4653 U 2008.08.30

квадратичный детектор, интегратор и индикатор соединены последовательно в порядке перечисления.

Однако недостатком этого устройства являются ограниченные технические возможности, так как с его помощью невозможно определять дальность источника микросейсмических волн.

Задачей полезной модели является расширение технических возможностей устройства.

Техническим результатом осуществления полезной модели является определение дальности источника микросейсмических волн.

Для решения поставленной задачи при осуществлении полезной модели в устройство, содержащее введенные в грунт первый и второй электроды, первый переменный резистор нагрузки, первый и второй регулируемые усилители, первый дифференциальный усилитель, первый квадратичный детектор, первый интегратор и индикатор, в котором первый полюс источника тока подключен к первому электроду; вход второго регулируемого усилителя и подвижный контакт первого переменного резистора нагрузки подключены ко второму электроду; выходы первого и второго регулируемых усилителей подключены к первому и второму входам первого дифференциального усилителя соответственно; выход первого дифференциального усилителя, первый квадратичный детектор и первый интегратор соединены последовательно в порядке перечисления; включены третий введенный в грунт электрод, первый и второй диоды, второй переменный резистор нагрузки, третий и четвертый регулируемые усилители, второй, третий и четвертый дифференциальные усилители, второй квадратичный детектор, второй интегратор, первый и второй логарифмические усилители, источник эталонного напряжения; причем входы первого и второго диодов подключены ко второму полюсу источника тока; выходы первого и второго диодов соединены с неподвижными контактами первого и второго переменных резисторов нагрузки и с входами первого и третьего регулируемых усилителей соответственно; вход четвертого регулируемого усилителя и подвижный контакт второго переменного резистора нагрузки соединены с третьим введенным в грунт электродом; выходы третьего и четвертого регулируемых усилителей соединены с первым и вторым входами второго дифференциального усилителя соответственно; выход второго дифференциального усилителя, второй квадратичный детектор, второй интегратор соединены последовательно в порядке перечисления; выходы первого и второго интеграторов соединены соответственно со входами первого и второго логарифмических усилителей; выход первого логарифмического усилителя соединен со вторым входом третьего дифференциального усилителя, а выход второго логарифмического усилителя соединен с первым входом третьего дифференциального усилителя; выход третьего дифференциального усилителя соединен с первым входом четвертого дифференциального усилителя, второй вход которого соединен с выходом источника эталонного напряжения; выход четвертого дифференциального усилителя соединен со входом индикатора.

На фигуре приведена схема заявляемого устройства.

На фигуре обозначены:

- 1, 2, 3 - первый, второй и третий, введенные в грунт электроды;
- 4 - источник тока, например аккумулятор;
- 5, 6 - соответственно первый и второй диоды, например полупроводниковые;
- 7, 8 - первый и второй переменные резисторы нагрузки, например проволочные;
- 9, 10, 11, 12 - первый, второй, третий и четвертый, регулируемые усилители, выполненные, например, на микросхемах К140УД8;
- 13, 14, 15, 16 - соответственно первый, второй, третий и четвертый дифференциальные усилители, выполненные, например, на микросхемах К140УД6;
- 17, 18 - первый и второй квадратичные детекторы соответственно, выполненные, например, на микросхемах К140УД7;

BY 4653 U 2008.08.30

19, 20 - соответственно первый и второй интеграторы, выполненные, например, на микросхемах К140УД6;

21, 22 - соответственно первый и второй логарифмические усилители, выполненные, например, на микросхемах К544УД1 и транзисторах КТ 342А;

23 - источник эталонного напряжения, например аккумулятор.

Принцип работы устройства состоит в следующем. Микросейсмические волны, распространяющиеся от источника, имеющего горизонтальную дальность D_u , модулируют сопротивление грунта между первым 1 и вторым 2 электродами, а также между первым 1 и третьим 3 электродами.

Средняя глубина распространения волн, проходящих между первым 1 и вторым 2 электродами, равна половине глубины проникновения тока в грунт и составляет [3]

$$h_1 = \frac{l_1}{4}, \quad (1)$$

где l_1 - расстояние между первым 1 и вторым 2 электродами.

Соответственно, средняя глубина распространения волн, проходящих между первым 1 и третьим 3 электродами, равна

$$h_2 = \frac{l_2}{4}, \quad (2)$$

где l_2 - расстояние между первым 1 и третьим 3 электродами.

Различие средних глубин распространения микросейсмических волн между каждой парой электродов приводит к различию их коэффициентов затухания [4]. Поэтому дисперсию флуктуаций тока в межэлектродном промежутке между первым и вторым электродами можно определить соотношением:

$$\langle i_1^2 \rangle = \alpha V_1 P_0 e^{-k_1 D_1} \left(\frac{D_0}{D_1} \right)^n. \quad (3)$$

Здесь α - коэффициент пропорциональности; V_1 - объем промежутка между первым и вторым электродами; P_0 , D_0 - мощность и характерный размер источника микросейсмических волн; n - показатель степени, зависящий от формы волнового фронта, D_1 - расстояние от источника микросейсмических волн до геометрического центра рассматриваемого межэлектродного промежутка; k_1 - коэффициент затухания микросейсмических волн со средней глубиной распространения $\frac{l_1}{4}$.

Объем V_1 межэлектродного промежутка [3] найдем, как объем половины эллипса с осями l_1 и $\frac{l_1}{2}$, то есть

$$V_1 = \frac{\pi l_1^3}{16}. \quad (4)$$

Дисперсия флуктуаций тока в межэлектродном промежутке между первым и третьим электродами равна

$$\langle i_2^2 \rangle = \alpha V_2 P_0 e^{-k_2 D_2} \left(\frac{D_0}{D_2} \right)^n, \quad (5)$$

где V_2 - объем промежутка между первым и третьим электродами; D_2 - расстояние от источника микросейсмических волн до геометрического центра рассматриваемого межэлектродного промежутка; k_2 - коэффициент затухания микросейсмических волн со средней глубиной распространения $\frac{l_2}{4}$.

Величину V_2 найдем аналогично V_1 :

$$V_2 = \frac{\pi l_2^3}{16}. \quad (6)$$

При условии

$$D_u \gg l_2 > l_1, \quad (7)$$

можно считать, что

$$D_u \approx D_1 \approx D_2. \quad (8)$$

Подставляя (4) в (3), а (6) в (5), учитывая при этом (8), и вводя обозначение

$$\eta = \frac{\langle i_2^2 \rangle}{\langle i_1^2 \rangle}, \quad (9)$$

можно получить следующее выражение для горизонтальной дальности источника микро-сейсмических волн, реализуемое в функционировании заявляемого устройства:

$$D_u = \frac{\ln \eta - 3 \ln \frac{l_2}{l_1}}{k_1 - k_2}. \quad (10)$$

Источник тока 4 создает ток в межэлектродных промежутках между первым 1 и вторым 2, а также между первым 1 и третьим 3 электродами. Первый 5 и второй 6 диоды служат для гальванической развязки измерительных цепей, включенных соответственно между первым 1 - вторым 2 и первым 1 - третьим 3 электродами, в которые соответственно включены первый 7 и второй 8 переменные резисторы нагрузки. Первым 7 и вторым 8 переменными резисторами нагрузки устанавливается максимальное значение сигналов на выходе первого 9 и третьего 11 соответственно регулируемых усилителей. Регулировка усиления первого 9, второго 10, а также третьего 11, четвертого 12 регулируемых усилителей соответственно обеспечивает нормальную работу первого 13 и второго 14 дифференциальных усилителей. Последние из смеси сигнала и шума устраняют шумы источника тока 4, с выхода первого дифференциального усилителя 13 сигнал поступает на вход последовательно соединенных с ним в порядке перечисления квадратичного детектора 17, первого интегратора 19 и первого логарифмического усилителя 21. В результате на выходе первого логарифмического усилителя 21 действует напряжение

$$U_{21} = \alpha \ln \langle i_1^2 \rangle, \quad (11)$$

где α - коэффициент пропорциональности.

Аналогично выход второго дифференциального усилителя 14 последовательно соединен с вторым квадратичным детектором 18, вторым интегратором 20 и вторым логарифмическим усилителем 22, на выходе которого напряжение равно

$$U_{22} = \alpha \ln \langle i_2^2 \rangle. \quad (12)$$

Сигналы с выходов первого 21 и второго 22 логарифмических усилителей поступают на первый и второй входы соответственно третьего дифференциального усилителя 15, на выходе которого будет действовать напряжение

$$U_{15} = U_{21} - U_{22} = \alpha \ln \langle i_1^2 \rangle - \alpha \ln \langle i_2^2 \rangle = \alpha \eta. \quad (13)$$

Регулировкой коэффициентов усиления первого 9, второго 10, третьего 11 и четвертого 12 регулируемых усилителей устанавливают α равным 1. Таким образом

$$U_{15} = \eta. \quad (14)$$

BY 4653 U 2008.08.30

На выходе источника эталонного напряжения действует напряжение

$$U_{23} = 3 \ln \frac{I_2}{I_1}. \quad (15)$$

Сигналы с выходов третьего дифференциального усилителя 15 и источника эталонного напряжения 23 подаются соответственно на первый и второй входы четвертого дифференциального усилителя 16, на входе которого действует напряжение

$$U_{16} = \eta - 3 \ln \frac{I_2}{I_1}. \quad (16)$$

Величина $k_1 - k_2$ в формуле (10) учитывается градуировкой индикатора 24, на вход которого сигнал подается с выхода четвертого дифференциального усилителя 16. Следовательно, индикатор индицирует величину

$$U_{24} = D_u. \quad (17)$$

Таким образом, за счет включения третьего введенного в грунт электрода, первого и второго диодов, второго переменного резистора третьего и четвертого регулируемых усилителей, второго, третьего и четвертого дифференциальных усилителей, второго квадратичного детектора, второго интегратора, первого и второго логарифмических усилителей, источника эталонного напряжения измеряют дальность источника микросейсмических волн, чем расширяют технические возможности прототипа.